

Prüfung auf Flugbrandanfälligkeit von deutschen, zertifizierten Hafersorten im dreijährigen Vergleich

**Sowie die Wirksamkeit der Anwendung von Ackerschachtelhalmtee
auf den Flugbrandbefall anfälliger Hafersorten**



Projektarbeit

von Mathias Dümmler

Landbauschule 2010/2011

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	2
1.1 Hafer.....	3
1.2 Haferflugbrand (<i>Ustilago avenae</i>).....	5
1.3 Haferresistenzzüchtung auf dem Dottenfelderhof.....	6
2 Material und Methoden.....	8
3 Ergebnisse.....	11
3.1 Vergleich der Kornqualität von fortgeschrittenen Zuchtstämmen mit ausgewählten aktuellen und ehemaligen Z-Sorten.....	11
3.2 Flugbrandanfälligkeit aktueller Z-Sorten im dreijährigen Vergleich.....	12
3.3 Wirksamkeit von Ackerschachtelhalmtee auf den Flugbrandbefall ausgewählter, anfälliger Sorten.....	13
4 Diskussion.....	14
5 Tagebuch.....	18
6 Persönliches Resümee.....	21
7 Literaturverzeichnis.....	22

1 Einleitung

In Deutschland hat Nicolaisen (1934) in den dreißiger Jahren auf die Resistenz gegen Haferflugbrand geforscht, dies wurde allerdings nach dem Auftreten der Beizmittel ab den 50er Jahren nicht weiter verfolgt (Herrmann 2006).

Erst nach stetigem Wachstum des ökologischen Landbaus tritt immer mehr das Verlangen in den Vordergrund, die immer schon vorhandene Flugbrand-Problematik in den Griff zu bekommen. Haferflugbrand kann unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus sowohl in der Öko-Züchtung und Öko-Vermehrung als auch bei mehrjährigem, hofeigenem Saatgutnachbau zu großen Problemen in der Saatgutproduktion (Saatgutaberkennung) und zu hohen Ertragsausfällen führen. In der Grünverfütterung von Flugbrand befallenem Hafer besteht zudem das Problem der Gefährdung der Tiergesundheit durch die giftigen Brandsporen (Schmehe und Spieß 2011).

Im konventionellen Landbau tritt dieses Problem nicht auf, da der Flugbrandbefall durch chemisch-synthetische Beizmittel unterbunden werden kann. Der ökologische Landbau versucht dieser Fragestellung neben der nicht so erfolgversprechenden Warm- und Heißwasserbeizung, vor allen Dingen durch Züchtung resistenter Sorten zu begegnen. Und da zur Zeit kaum Sorten zur Verfügung stehen, die flugbrandresistent sind und gleichzeitig einen hohen Ertrag bringen wird versucht durch gezielte Kreuzung von resistentem Ausgangsmaterial mit ertragreichen Sorten und anschließender Selektion eine leistungsstarke, flugbrandresistente Sorte zu erlangen.

Hierfür wurden in den letzten drei Jahren die aktuellen, deutschen Z-Sorten auf Flugbrand geprüft. Der Beitrag dieser Projektarbeit soll sein, die Betreuung und Auszählung des dritten Jahres und die Auswertung der Ergebnisse der letzten drei Jahre durchzuführen.

Dazu ist es wichtig, die eigenen Sorten, die neu auf den Markt kommen sollen, mit ausgewählten aktuellen Z-Sorten zu vergleichen. Daher wurde die Qualität der Zuchtlinien durch eine Bonitierung auf Kern- und Kornfleckigkeit, sowie das Kerngewicht und der Spelzanteil in Prozent vom Korngewicht bestimmt und mit den Werten von aktuellen Z-Sorten verglichen.

Eine weitere Möglichkeit den Flugbrand zu behandeln soll Ackerschachtelhalm sein, der bei entsprechender Aufbereitung über den Boden ausgebracht pflanzenstärkend wirkt und somit keine Resistenz aufbaut, aber der Pflanze die Möglichkeit verschafft, mit dem Erreger umzugehen (Steiner 1924). Sollte dies positive Ergebnisse bringen, bedarf es womöglich keiner aufwändigen Resistenzzüchtung, sondern einer Zucht, die über die Jahre hinweg der Pflanze unterstützend zur Seite steht.

1.1 Hafer

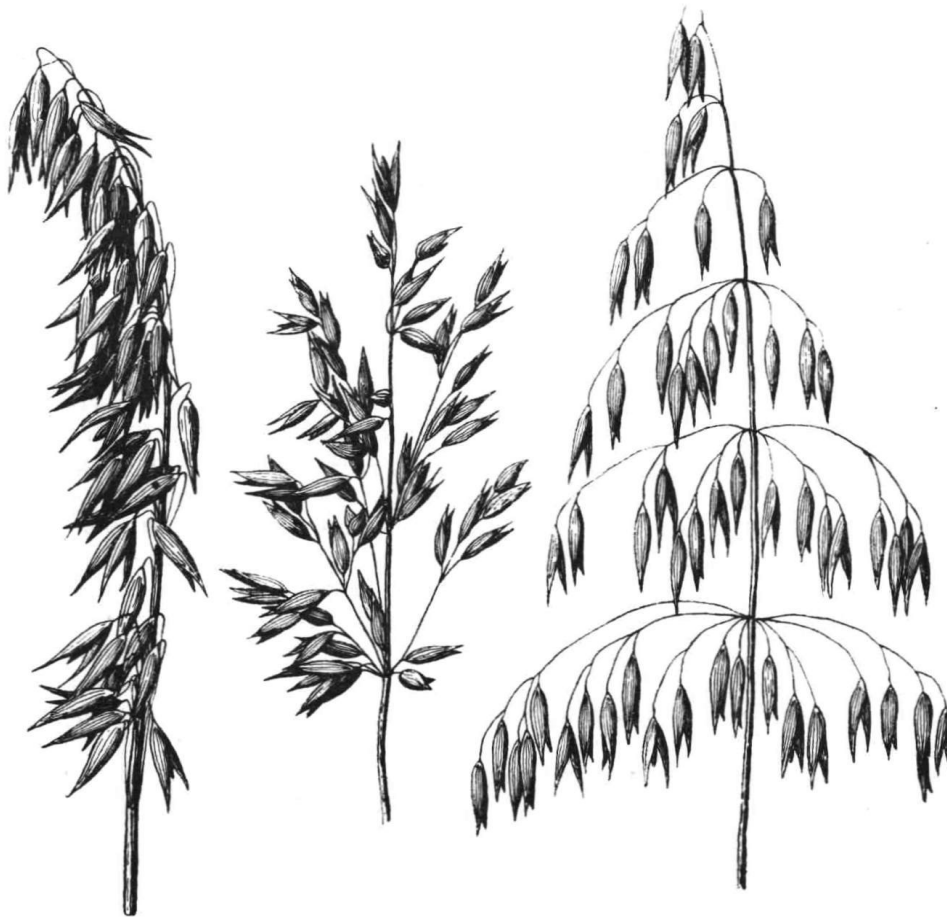
Hafer gilt in der Fruchtfolge als Gesundungsfrucht und begnügt sich im Vergleich zu anderen Getreidearten mit geringen Standortansprüchen, wo sein gutes Aufschließungsvermögen auf schlechten Böden von Vorteil ist. Allerdings ist er keine sichere Getreideart, da er sehr empfindlich gegen Störungen der Wasserversorgung ist, sei es durch zu wenig Grundwasser oder durch fehlende Niederschläge in der Wachstumsphase. Hafer spielt trotz anerkannten Gesundheitswertes in der menschlichen Ernährung kaum eine Rolle und wird größtenteils als Futtergetreide angebaut. Das Stroh des Hafers ist vergleichsweise zu anderen Getreidearten hochwertig und kann sehr gut verfüttert werden (Klapp 1967).

Hafer weist von den Hauptgetreidearten das stärkst entwickelte, tiefst greifende und leistungsfähigste Wurzelnetz auf. Für einen hohen Ertrag ist nicht die Bestandesdichte, sondern eine hohe Rispenbekörnung ausschlaggebend. Unter Hitze leidet die Blüte des Hafers stärker, als die von Weizen oder Gerste. Hafer ist als Langtagspflanze besonders empfindlich gegen Saatzeitverspätungen, worauf er mit verfrühtem Schossen antwortet, ohne vorherige, ausreichende Bestockung.

Der Rispenbau der Hafersorten unterscheidet sich vor allen Dingen in der Winkelung und Haltung der Rispenäste, wobei dies von Jahr zu Jahr unter verschiedenen äußeren Einflüssen variieren kann (Klapp 1967).

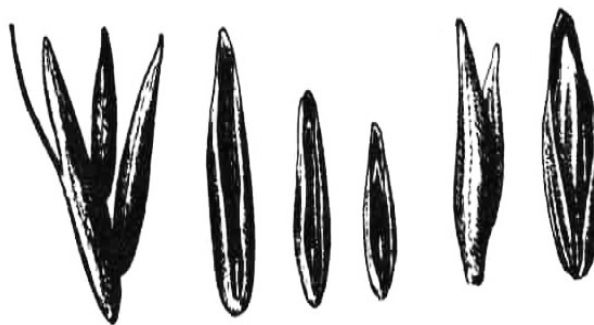
Der Rispenbau der verschiedenen Hafersorten (Abbildung 1) wird unterteilt in:

- Fahnenrispe, welche steil aufrechte Rispenäste aufweist, die in eine Richtung zeigen, standfestes, grobes Stroh besitzt, und mit einem hohen Spelzanteil und geringem Ertrag verbunden ist
- Schlaffrispe, bei der die Rispenäste waagerecht von der Spindel abgehen und im Bogen hängen. Diese Sorten sind meistens arm an Ährchen und Blüten, und weisen eine geringe Standfestigkeit und eine hohe Ausfallneigung auf
- Zwischen Fahnen- und Schlaffrispen stehen die Rispenformen der meisten Zuchtsorten, welche nochmals in Busch-, Sperr- und Steifrispen unterschieden werden



*Abbildung 1: Haferrispenformen: Links Fahnenrispe, mitte Steifrispe, rechts Schlaffrispe
(nach Klapp 1967)*

Das einzelne Haferährchen besitzt meist 2-3 Blüten und besteht aus dem Außenkorn, Innenkorn und Zwischenkorn (siehe Abbildung 2).



*Abbildung 2: Von links nach rechts: Dreiblütiges Ährchen, Außen-, Zwischen- und Innenkorn, Doppelkörner
(nach Klapp 1967)*

Diese haben in der Regel eine Gewichtsverteilung von 3:2:1, wobei Zweikörnigkeit von Vorteil wäre, ohne das unerwünschte Zwischenkorn. Sorten- und

standortabhängig kann sich die ertragsreduzierende Doppelkörnigkeit häufen, bei dem das Innenkorn von dem fast tauben Außenkorn umschlossen wird. Bei Doppelkörnigkeit kann der Spelzanteil auf bis zu 50% ansteigen, der normalerweise bei 20-30% liegt, aber nicht nur sortentypisch, sondern dessen Wert auch von Saatzeit, Umwelt und Jahreswitterung abhängig ist.

Mit dem größten Wasserverbrauch und zugleich der größten Dürreempfindlichkeit unter den Getreidearten bevorzugt Hafer feuchteres Klima, daher ist der Haferertrag abhängig von reichlichen Niederschlägen, gleichmäßig hoher Luftfeuchtigkeit oder einem starken Grundwasservorkommen. Hafer kommt bei guter Wasserversorgung mit allen Böden zurecht, sogar auf frisch gerodeten Böden oder Grünlandumbrüchen. Er steht in der Fruchtfolge oft als abtragende Frucht nach Getreide, kann aber auch nach N-Sammlern, wie z.B. Luzerne, angebaut werden. Hafer war früher eine beliebte Deckfrucht für Kleeansaat, kann aber bei zu starker Wüchsigkeit den Klee unterdrücken. Die ungleichmäßige Kornausbildung erfordert schärfstes Aussortieren tauber, leichter, kleiner und Doppelkörner, da voll entwickelte Außenkörner ertragsreicher, weniger brandanfällige Pflanzen liefern als Innenkörner. Ebenso muss auf Nacherhitzen und Auswuchs im Lagersilo geachtet werden (Klapp 1967).

1.2 Haferflugbrand (*Ustilago avenae*)

Haferflugbrand ist ein samenbürtiger Pilz, der am Samen als Ruhemycel zwischen Korn und Spelz überwintert und bei entsprechender Bodenfeuchte und Temperaturbedingungen (das Optimum liegt bei 15°C) zum Keimen kommen kann. Nach meiotischen Kernteilungsvorgängen entwickelt sich aus der Spore ein vierzelliges, haploides Promycel aus, und nach paarweiser Fusion solcher Zellen entsteht dann ein infektiöses Mycel, welches sich dann in Brandsporen umbildet (Hoffmann und Schmutterer 1983).

Die Bedingungen, Feuchte und Wärme, die zur Keimung der Spore und des Haferkorns führen, sind bei beiden ungefähr die gleichen, welches eine parallele Entwicklung des Brandes und des Hafers bedeutet. Der Brand befällt hauptsächlich meristematisches (noch nicht voll ausgebildetes) Gewebe der Pflanze und somit wird der Hafer meistens im Keimlingsstadium befallen (Hoffmann und Schmutterer 1983, Kunz 2010).

Die Brandsporen wachsen durch die Koleoptile und die ersten Internodien in die Blätter und erreichen nach 14 - 21 Tagen den Vegetationspunkt, anschließend werden sie nun durch die Streckung der Internodien nach oben mit getragen. Das Ausstäuben der Brandsporen fällt weitestgehend in die Blütezeit des Hafers und da die Spelze während der Blüte sich meist etwas öffnen, können somit die Brandsporen einen

neuen Befall bewirken. Die Sporen müssen z.B. durch Regenspritzer zwischen Korn und Spelze gelangen, um nun entweder sofort zum Keimen zu kommen und danach in ein Ruhestadium über zu gehen, oder aber die Keimung erfolgt erst später unter feuchten Bedingungen, z.B. bei der Lagerung. An der Spelze äußerlich anhaftende Sporen haben geringe Infektionschancen.

Der Haferflugbrand tritt an zahlreichen Avena-Arten, *Trisetum flavescens* (Wiesen-Goldhafer), *Arrhenatherum elatius* (Glatthafer) auf, wobei eine Übertragung auf andere Getreidearten nicht gelingt.

Pflanzenbaulich kann man dem Flugbrand durch zeitige Frühljahrsaussaat, an den Standort angepasste Sortenwahl und durch die Verwendung zertifizierten Saatguts entgegenwirken. Zusätzlich besteht im konventionellen Landbau die Möglichkeit durch entsprechende Beizmittel, den Samen anhaftenden Pilz wirksam abzutöten (Hoffmann und Schmutterer 1983).

1.3 Haferresistenzzüchtung auf dem Dottenfelderhof

Die Haferzucht auf dem Dottenfelderhof ist in drei größere Blöcke unterteilt, welche als Einzelrispen-, Leistungsprüfungs- und Flugbrandblock bezeichnet werden.

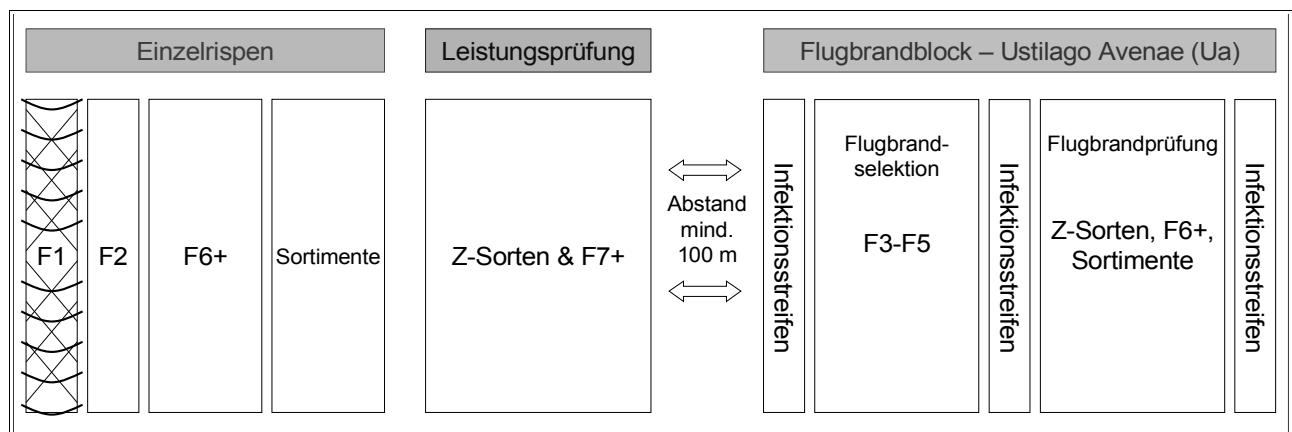


Abbildung 3: Schema der Haferflugbrandresistenzzüchtung

Wie in Abb. 3 ersichtlich stehen im Einzelrispenblock die Generationen F1, F2, F6+ und die Sortimente, welche in Kleinparzellen ausgesät werden (6 Saatzeilen, 1,5 m²). Zu den Sortimenten gehören alle Sorten, die aus irgend einem Grund erhalten werden, z.B. alte Sorten, deren Erhaltung aufgrund ihrer Eigenschaften potentiell nützlich sein kann.

Im Leistungsprüfungsblock stehen die Z-Sorten und die F7+ Generation in Großparzellen (8 Saatzeilen, 6 m²) um Aussagen über ihre Leistungsfähigkeit machen zu können.

nen. Einzelrispe und Leistungsprüfung werden praxisgerecht so früh wie möglich ausgesät, sobald der Boden befahrbar ist.

Im Flugbrandblock stehen die Generationen F3, F4 und F5, die künstlich mit Flugbrandsporen infiziert und verstärkt auf Flugbrandresistenz selektiert werden. Außerdem stehen im Flugbrandblock noch die Z-Sorten, die F6+ Generation sowie die Sortimente, die ebenfalls mit dem Erreger infiziert werden und auf Flugbrandanfälligkeit getestet werden. Dieser Block wird wie die Einzelrispen in Kleinparzellen ausgesät (6 Saatreihen, 1,5 m²). Hier wird der Hafer möglichst spät ausgesät (Mitte bis Ende April), da ein warmer Boden die Bedingungen des Flugbranderregers verbessert und somit ein höherer Befall erzielt wird. Der Anbau des Flugbrandblockes soll mindestens 100 Meter von den anderen beiden Blöcken entfernt sein um eine natürliche Infektion des Hafers im Einzelrispen- und Leistungsprüfungsblock zu vermeiden, da im Flugbrandblock zusätzlich noch Infektionsstreifen ausgesät sind. Das heißt anfällige Sorten werden mit dem Erreger infiziert und ausgesät, zum einen um Brandsporen für das nächste Jahr zu erhalten, zum anderen um natürlich infiziertes Saatgut ernten zu können.

Das Saatgut für die F1- Generation stammt aus Kreuzungen, die jeweils im Vorjahr angelegt wurden. In der F1- Generation besteht bei guter Bestockung die Möglichkeit zu einer Doppelkreuzung. Das heißt leistungsstarke Sorten werden ein weiteres mal eingekreuzt, um die agronomischen Eigenschaften zu verbessern. Das von den F1-Pflanzen gewonnene Saatgut wird dann im nächsten Jahr im F2- Block komplett ausgesät. Im darauffolgenden Jahr wird die Linie für die nächsten drei Jahre mit Flugbrand künstlich infiziert, im Flugbrandblock ausgesät und verstärkt auf Linien selektiert, die keinen oder geringen Befall aufweisen. Ab der F6 Generation und höher (F6+) werden die Linien im Einzelrispenblock und schließlich im Leistungsprüfungsblock ausgesät und weiterhin auf Leistungsparameter selektiert. Auch in den höheren Generationen werden die Linien weiterhin im Flugbrandblock auf Anfälligkeit getestet, dort aber nicht mehr selektiert.

2 Material und Methoden

Als erstes wurde damit begonnen eine Bonitur von ausgewählten, hofeigenen Zuchtlinien, die demnächst zugelassen werden könnten mit drei aktuell erhältlichen Z-Sorten aus der Ernte 2010 durchzuführen. Bei der Bonitur wurde zuerst die Kornfleckigkeit bestimmt und anschließend von jeder Sorte zwei mal 20 Körner abgezählt. Wichtig war hier, dass die Körner zufällig ausgewählt wurden. Danach wurde der Spelz vom Kern getrennt, Spelz und Kerne gewogen, sowie die Kerne bonitiert. Hierbei wurde auch gleich die Anzahl schwarzer Körner ermittelt. War die Differenz im Korngewicht dieser zwei Wiederholungen größer als 10% wurden noch mal 20 Körner ausgezählt und gewogen.

Als nächstes wurde damit begonnen die Inokulation des Z-Saatgutes vorzubereiten. Dieses Verfahren der Unterdruck-Inokulationsmethode wurde von Nielsen (1976) entwickelt und für diese Arbeit entsprechend angepasst. Für diese Methode wird ein Glasbehälter benötigt, der luftdicht verschlossen werden kann und der mit dem Vorratsbehälter der Sporenlösung und einer Vakuumpumpe verbunden ist. Das Z-Saatgut wurde jeweils 40 g wie abgewogen und in Netztüten verpackt. Da mit verschiedenen farbigen Klammern gearbeitet wurde, konnten diese fünf Tütchen in ein größeres Netz verpackt werden, und da jedes größere Netz mit einer anderen Farbe verschlossen wurde, konnten fünf dieser größeren Netze in einen Sack gegeben werden, der mit einer Nummer gekennzeichnet wurde. Dies erwies sich als sehr praktisch, denn damit musste nicht mit vielen ganz kleinen Tüten gearbeitet werden, sondern mit ein paar wenigen größeren. Allerdings war sorgfältiges Arbeiten bei dieser Methode wichtig, sonst wären die Sorten eventuell vertauscht worden.

Nun sind immer ein paar Säcke in den Glasbehälter gegeben, ausreichend mit der Sporenlösung überdeckt und anschließend für zehn Minuten bei -800 hPa unter Vakuum gesetzt worden. Das Vakuum sorgt dafür, dass die Sporen zwischen den Spelz und den Kern gelangen und bei entsprechenden Bedingungen, genügend Feuchtigkeit und Wärme, auskeimen und die Pflanze befallen können.

Bei den Ergebnissen ist zu beachten, dass 2009 und 2010 mit einer Lösung von 1 g Sporen/l Wasser gearbeitet wurde, nach Schmehe und Spieß (2011) aber gezeigt wurde, dass es einen signifikant höheren Flugbrandbefall nach Inokulation mit 5 g/l gegenüber 1 g/l gab, allerdings keinen signifikanten Unterschied zwischen 5 g/l und einer 10 g/l Lösung, weshalb in 2011 mit der Lösung von 5 g Sporen/l Wasser gearbeitet wurde.

Das Saatgut ist anschließend geschleudert und an der Luft rückgetrocknet worden. Da für den Flugbrandblock jede Sorte in zwei Wiederholungen steht, musste das in 40 g eingeteilte Saatgut halbiert und entsprechend in Magazinplatten eingefüllt werden.

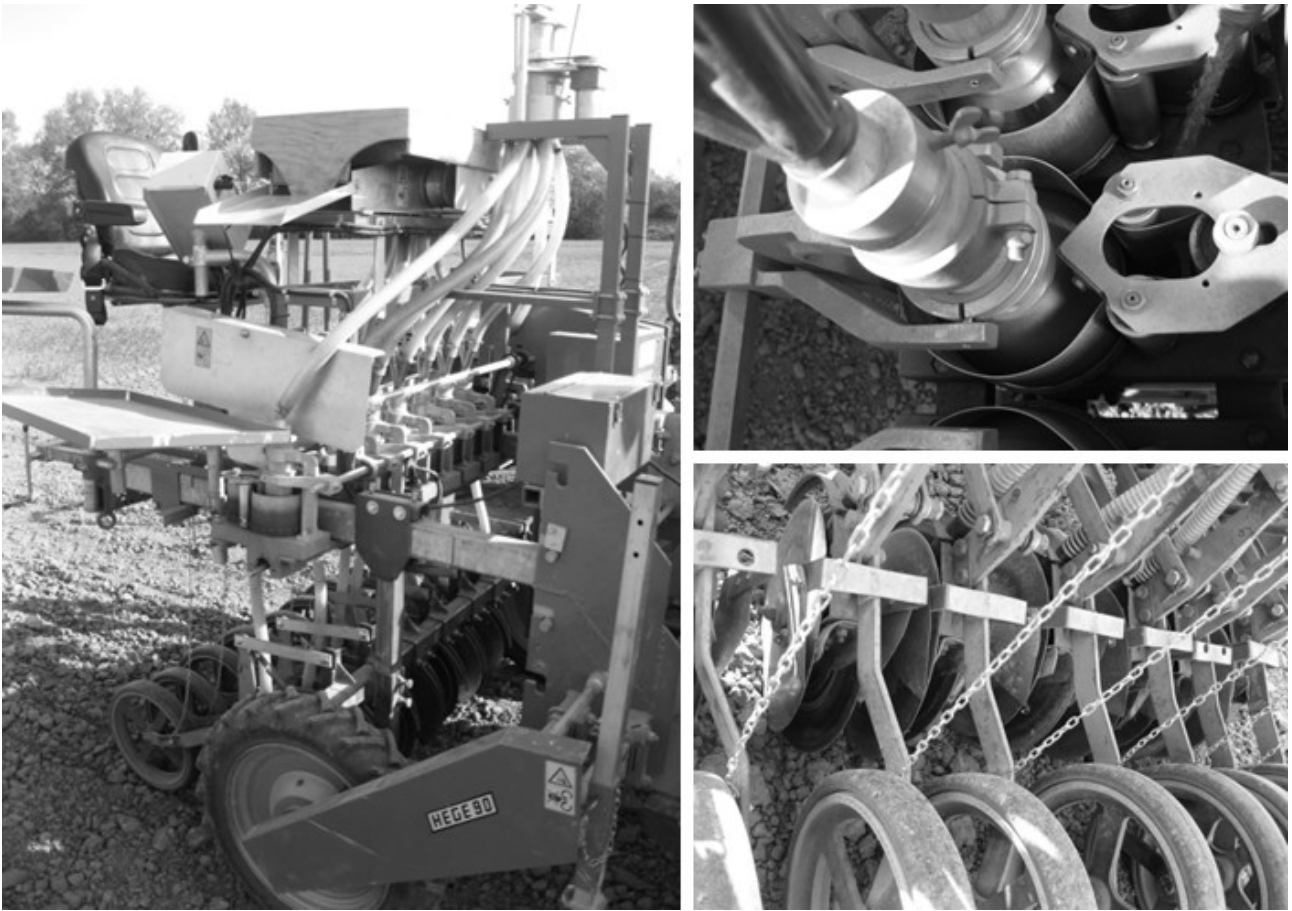


Abbildung 4: Aussaat mit der Hege-90 Einzelrispen-Sähmaschine

Anschließend wurden Vorbereitungen zur Aussaat getroffen, die Aussaat selbst erfolgte mit der Hege- 90 Einzelährensähmaschine. Im Zwischenachsbaue des Traktors wurde vorab der Boden mit einer Kreiselegge (Abbildung 5) flach bearbeitet.



Abbildung 5: Bodenbearbeitung mit der Kreiselegge

Die Sämaschine funktioniert so, dass die Magazinplatten oben aufs Förderband gelegt werden, und dieses die Platten etappenweise vorwärts schiebt, während der Deckel der Magazinplatten zurückgehalten wird, so dass das Saatgut am Ende des Förderbandes in sechs Schläuche der Maschine fallen kann. Danach fällt das Getreide über einen Kegel gleichmäßig verteilt auf ein Förderband, wie in Abbild 4 rechts oben ersichtlich. Im nächsten Arbeitsschritt wird das Saatgut über das Förderband weitergeleitet, das dann durch einen Schlauch und die Scheibenschare im Boden abgelegt wird. Das Saatgut kann so ziemlich genau auf ein Meter Länge abgelegt werden, mit einem Abstand von einem halben Meter zur nächsten Parzelle.

Der Boden war in einem sehr guten Zustand, trocken und feinkrümlig, und ab 5-6 cm Tiefe gut rückverfestigt mit Wasseranschluss. Da offensichtlich nicht alle Körner an diese Schicht abgelegt wurden, gab es Stellenweise einen lückigen Aufgang, der jedoch nach dem nächsten Regen fast vollständig aufgefüllt werden konnte.

Nachdem die Körner ausgesät waren, konnte der Ackerschachtelhalm ausgebracht werden. Der Tee wurde die ersten drei Mal aus einem Extrakt hergestellt, dieser wurde 1%ig verdünnt und bei jeder Ausbringung ein Liter auf das entsprechende Stück Feld ausgebracht (die Größe des Stückes betrug 18 m²). Für die nächsten drei Ausbringungen wurde frischer Ackerschachtelhalm gepflückt und daraus eine Stunde lang Tee gekocht, der ebenfalls, ein Liter pro Ausbringung, aufs Feld gebracht wurde. Die Ausbringungen fanden in regelmäßigen Abständen zwischen dem 20. April und dem 5. Mai statt.

Als nächstes wurde im Juli der Flugbrand ausgezählt und mit den Ergebnissen, der letzten beiden Jahren verglichen. Dazu wurden für jede Parzelle zwei repräsentative Reihen ausgesucht. In diesen wurden die rispenträgende Halme sowie die flugbrandbefallenen Rispen gezählt, wobei bei niedrigem Befall alle Reihen gezählt wurden und bei einem hohen Befall wenn dies augenscheinlich repräsentativ für die ganze Parzelle war, blieb es bei den zwei Reihen, die auf Flugbrand ausgewertet wurden.

Jede Sorte wurde in zwei Wiederholungen ausgesät und bei höherer Abweichung dieser beiden voneinander, sind nochmals Nachzählungen durchgeführt worden.

3 Ergebnisse

3.1 Vergleich der Kornqualität von fortgeschrittenen Zuchtstämmen mit ausgewählten aktuellen und ehemaligen Z-Sorten

Ziel dieser Arbeit war es, ausgesuchte am Markt erhältliche Z-Sorten, mit flugbrandresistenten Sorten und aber auch mit eigenen Hofsorten, die demnächst zur Zulassung kommen könnten, vergleichen zu können.

Tabelle 1: Bonitur, Fleckigkeit und Gewichtsbestimmung ausgesuchter Hafersorten

Prz-10	Sorte	Korn- fleckigkeit	Kern- fleckigkeit	Kern- gewicht	Spelz- gewicht	Korn- gewicht	Spelz- anteil % vom Korn- gewicht	Prozent- anteil schw. Körner
221-230	Flico HSH 314-08	6	6	458	210	668	31,4	7,5
231-240	Flico HSH 314-08	6	6	453	237	690	34,3	15
241-250	Flico HSH 314-08	6	8	392	262	654	40,1	11,7
251-260	Flico HSH 314-08	7	6	417	253	670	37,8	28,3
164-167	Skrzat	5	5	482	190	672	28,3	2,5
168-171	SW Betania	4	8	533	237	770	30,8	15
VRS1	D 5A Flämingsgold	5	4	725	256	981	26,1	8,3
VRS2	D 6A Ivory	5	5	650	223	873	25,5	0
VRS3	D 7A Contender	4	3	646	244	890	27,4	7,5
VRS1	Z 5A Flämingsgold	2	3	704	201	905	22,2	0
VRS2	Z 6A Ivory	1	1	683	200	883	22,7	0
VRS3	Z 7A Contender	2	2	618	233	851	27,4	0

D= Z-Saatgut auf Dottenfelderhof nachgebaut

Z= Z-Saatgut

Die vier Linien Flico, die demnächst bei der Sortenzulassung angemeldet werden könnten, schneiden bei der Korn- und Kernfleckigkeit und bei der Anzahl schwarzer Körner am schlechtesten ab. Für die Verarbeitung unerwünscht ist ein hoher Spelzanteil, der bei Flico ziemlich hoch liegt. Skrzat und SW Betania liegen auch an der oberen Grenze was Spelzanteil angeht. Z 5A Flämingsgold, Z 6A Ivory und Z 7A Contender sind aktuelle Z-Sorten, die hier am besten abschneiden, sowohl bei der Fleckigkeit und Anzahl schwarzer Körner wie auch beim Spelzanteil.

3.2 Flugbrandanfälligkeit aktueller Z-Sorten im dreijährigen Vergleich

Bei diesem Ergebnis ist auffallend, dass es bei allen Sorten in 2011 einen deutlich höheren Befall gibt als in den beiden Vorjahren. Hier wäre zu erwähnen, dass in 2011 mit einer 5 g/l Wasser Sporensuspensionslösung gearbeitet wurde, in 2009 und 2010 nur mit einer 1g/l Lösung. Der Befall der Checksorten Aragon, Cavallo und Panther ist um 50 bis 400% erhöht.

Tabelle 2: Haferflugbrandbefall (Ua) 2009, 2010 und 2011 im Vergleich

Z-Sorte	Ua 2009 [%] 1 g/l	Ua 2010 [%] 1 g/l	Ua 2011 [%] 1 g/l 5 g/l		Z-Sorte	Ua 2009 [%] 1 g/l	Ua 2010 [%] 1 g/l	Ua 2011 [%] 5 g/l
Aragon-Standard	22,4	5,3	18,1	72,4	Dalimil	11,0	1,5	48,9
Cavallo-Standard	20,8	10,9	50,9	78,8	Buggy	5	4,5	49,7
Panther-Standard	19,6	3,4	31,0	67,0	Typhon	4,4	2,2	50,2
Mittel Standard	20,9	6,5	72,7		Escudino	2,4	2,1	51,0
Mittel-alle	7,7	3,0	46,4		Effektiv	4,0	2,0	51,2
Azur	0	0	0,2		Efesos	2,8	9,3	51,5
Auteuil	0,5	0,2	3,1		Ivory	7,4	1,9	51,8
KWS Contender	6,4	2,1	22,1		Flämingsgold	0,2	0,2	52,3
Monarch	0	1,3	25,1		Max	11,5	2,9	56,6
Husky	1,0	0,7	25,5		Scorpion	9,0	3,5	58,0
Espresso	1,5	1,5	41,5		Eugen	8,8	1,4	68,7
Dominik	5,1	0,7	42,2		Flämingsprofi	12,5	2,2	73,0
Expander	3,9	2,2	42,8		Auron	5,1	2,2	74,0
Canyon	17,6	4,9	48,2		President	8,0	4,9	74,4

Hervorzuheben wäre noch Azur, der in 2009 und 2010 befallsfrei blieb, weist in 2011 immerhin einen geringen Befall von 0,2% auf.

3.3 Wirksamkeit von Ackerschachtelhalmtee auf den Flugbrandbefall ausgewählter anfälliger Sorten

Aus der Abbildung 4 über den Flugbrandbefall der Checksorten mit Ackerschachtelhalm-Anwendung wird ersichtlich, dass es keinen signifikanten Unterschied gibt zwischen den behandelten und den unbehandelten Parzellen, dass die Kontrolle bei der Sorte Cavallo Z-06 zwar einen höheren Befall hat aber bei den anderen drei Sorten die Kontrolle einen niedrigeren Befall aufzeigt als die mit Ackerschachtelhalm behandelten Parzellen.

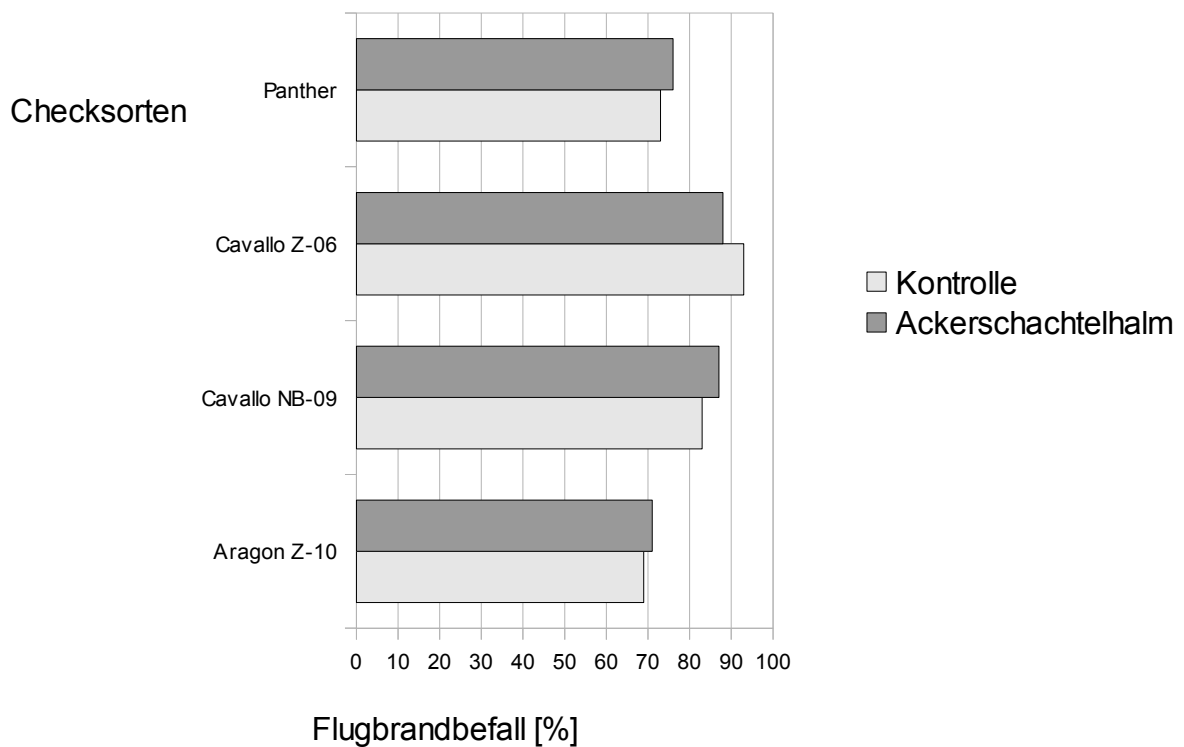


Abbildung 6: Flugbrandbefall der Checksorten mit Ackerschachtelhalm-Anwendung

Der Wert vom Ackerschachtelhalm ist ein Mittelwert von zwei Parzellen.

4 Diskussion

Zur Beurteilung der Sorten lässt sich sagen, wie in Tabelle 1 ersichtlich, dass die flugbrandresistenten Sorten Skrzat und SW Betania sowohl in der Korn- und Kernfleckigkeit, im Prozentanteil schwarzer Körner, wie auch im Kerngewicht, schlechter abschneiden als die Z-Sorten Flämingsgold, Ivory oder KWS Contender. Dies zeigt sehr deutlich warum eine solche Prüfung von Wichtigkeit ist, um die aktuell am Markt erhältlichen Sorten auf Flugbrandresistenz zu prüfen und mit den Sorten weiterzuzüchten, die geringen oder keinen Befall aufweisen. Allerdings ist es unbedingt erforderlich, eine solche Z-Saatgutprüfung über mehrere Jahre hinweg anzusetzen, wie in Tabelle 2 ersichtlich, haben die Sorten von Jahr zu Jahr unterschiedlich hohe Befallswerte. In 2011 sind die Werte extrem hoch im Vergleich zu 2009 und 2010, wobei die erhöhte Sporenkonzentration diesbezüglich als Hauptgrund zu nennen ist, was sich bei den Standard-Sorten Aragon, Cavallo und Panther zeigt, die von der 1g/l Wasser zur 5g/l Wasser Sporenlösung einen von 50- 400% höheren Befall aufweisen. Weshalb auch Sorten die in 2011 unter 10% Befall liegen trotzdem als tolerant gegenüber dem Flugbranderreger anzusehen sind. Wobei die Werte in 2011 bei der 1g/l Sporenlösung bei zwei Standard-Sorten einen erheblich höheren Wert, bei einer Sorte einen etwas geringeren Wert gegenüber den zwei Vorjahren aufzeigt. Es ist aber tendenziell so, dass die Bedingungen in 2011, mit dem extrem heißen Frühjahr, höhere Befallswerte ergeben haben als 2009 und 2010. Denn der Flugbrandblock wird üblicherweise später ausgesät um die Befallsbedingungen für den Flugbranderreger zu verbessern, die bei wärmeren Temperaturen erheblich besser sind.

Nachdem selbst Azur in 2011 einen geringen Befall aufzuweisen hat, gibt es nun keine Z-Sorte mehr, die befallsfrei blieb. Wobei diese Tatsache nicht überzubewerten ist, da die Sorten künstlich unter einen so hohen Befallsdruck gestellt wurden, dass daher hohe Werte zum Vorschein gekommen sind, die unter natürlichen Bedingungen nicht zu erreichen wären, aber in der Züchtung wird versucht einen hohen Befall zu erlangen, um eine bessere Selektion betreiben zu können. Zu nennen wäre auch, dass es nicht nur Unterschiede zwischen den Jahren gibt, sondern dass die Sorten untereinander eine verschieden starke Reaktion auf den Erreger aufweisen in Bezug auf die drei Jahre. Dies zeigt sich z.B. deutlich bei der Sorte Efesos, die im Jahr 2009 einen niedrigeren (2,8%), im Jahr 2010 einen hohen Befallswert (9,3) aufzeigt. Die Sorte Ivory hat umgekehrt in 2009 einen hohen (7,4%) und in 2010 einen geringeren Befallswert (1,9%). Wobei beide Sorten in 2011 nahezu gleich im Wert liegen (52%).

Warum hat der Ackerschachtelhalm keine Wirkung gezeigt?

Zum einen sollte dieser Versuch mit dem Ackerschachtelhalm die erste Versuchsfrage der Überprüfung der Z-Saatgutsorten erweitern, aber dann stellte sich beim ausarbeiten heraus, dass dies ein sehr großes Thema ist und zu kurzfristig in der Durchführung gedacht war.

Zum anderen beschreibt Steiner das Brand-Aufkommen in dem Zusammenhang, dass zu viel Vitalität im Boden steckt. Wenn über den Winter zu viel Wässriges im Boden herrscht (Steiner 1924), können die Mondenkräfte zu stark auf das Mineralische wirken und dadurch wird laut Steiner ein Milieu über dem Erdboden geschaffen, das dem im Erdboden gleicht, wo Pilze und Brände wirken können. Zur Regulierung gibt Steiner den Ackerschachtelhalm an, der dem Wasser die vermittelnde Kraft zwischen Mond und dem Mineralischen entzieht und "der Erde mehr Erdenhaftigkeit gibt."

Drei Projektarbeiten in den Jahren von 1985-1988/89 haben versucht diesen Impuls Steiners aufzugreifen und sich mit dem Ackerschachtelhalm beschäftigt. Wobei zur Grundlage ein Dauerversuch herangezogen wurde, der 1984 von H. Spieß angelegt wurde um langfristig Wirkungen des Ackerschachtelhalmes feststellen zu können.

1984 und 1985 war in der 800 m² großen Parzelle Luzerne angebaut und wurde einmal pro Jahr mit Ackerschachtelhalm behandelt.

1985/86 wurde in dieser Parzelle Kartoffeln und Weizen angebaut und diese Projektarbeit ist von Georg Schellenberg betreut worden, der zu dem Resultat gekommen ist, dass keine fundierte Wirkung des Ackerschachtelhalmes festzustellen war.

Im Jahr 1986/87 betreute Karlheinz Jahraus den Dauerversuch weiter und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass bei den Kartoffeln keine Wirkung feststellbar war. Allerdings wurde beim Weizenversuch, der auf Steinbrand und Mutterkorn mit vier Wiederholungen getestet wurde ein vierfach erhöhter Befall der unbehandelten gegenüber der mit Ackerschachtelhalm behandelten Versuchsparzelle festgestellt. Jahraus war allerdings der Meinung, dass die Versuchsreihe nicht auf dieser Parzelle weitergeführt werden sollte, da die unbehandelte Parzelle tiefer lag als die mit Ackerschachtelhalm behandelte Parzelle und sich dort im Winter länger das Wasser gehalten hat, was für diese Versuchsfrage von großer Wichtigkeit ist.

Schneller W. betreute den Versuch 1988/89 innerhalb seiner Projektarbeit und in diesem Jahr wurde in der Versuchsparzelle Gerste und Hafer angebaut. Allerdings wurde trotz hohem Brandaufkommen der Hafer nicht ausgewertet. Laut Schneller war aber optisch kein Unterschied zwischen der behandelten und unbehandelten Parzelle zu sehen. Bei seiner zweiten Versuchsfrage, dem Gefäßversuch mit hessischem Landweizen konnte Schneller keine Wirkung des Ackerschachtelhalmes feststellen, da durch die Varianten hindurch verschieden starker Pilzbefall auftrat.

Anhand der Ergebnisse dieser Jahre konnte teilweise eine Wirkung des Ackerschachtelhalmes festgestellt werden, aber es kam dennoch zu keinem überzeugendem Resultat.

Die Frage des Ackerschachtelhalmes zur Regulierung des Pilzdruckes bleibt weiterhin offen. Da aber die Wirkung des Präparates eine sehr geringe ist und eher anstoßend auf das Wachstum sich auswirkt, kann sich die Frage der Pflanzengesundheit sehr schnell um die Frage der Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Düngung und letztendlich auch um die Frage der Züchtung erweitern.

Denn Steiner spricht im Landwirtschaftlichen Kurs von einer Verlebendigung des

Erdbodens und einem Ineinandergreifen der Pflanze mit dem Erdboden, und auch Kunz (2010) ergreift diese Thematik, dass die Pflanze innig mit dem Boden verbunden ist und dass die Krankheiten bei den Pflanzen erst auftreten, wenn das Verhältnis zwischen den irdischen und kosmischen Kräften aus dem Gleichgewicht geraten ist. Die Quelle der Pflanzengesundheit besteht in dem unaufhörlichen Streben weiter zu wachsen, deshalb könne man zu Recht sagen, die Pflanzen wachsen sich fortwährend gesund. Des weiteren meint Kunz, dass viele Mikroorganismen in Symbiose mit den Pflanzen leben und erst bei dem Verlust des Gleichgewichtes kann es zur Krankheit führen.

Aus diesem Kontext heraus wird deutlich, wie wichtig die Bodenbearbeitung für ein gesundes Pflanzenwachstum ist, und in der Bearbeitung wird weitestgehend, wie auch auf dem Dottenfelderhof, der Pflug eingesetzt, weil er einfach von Jahr zu Jahr universell einsetzbar ist, seine Verwendung eine gute Unkrautunterdrückung bewirkt und meist auch den Ertrag verbessert. Wobei andere Bauern, wie z.B. Walter Sorms, auf die nicht wendende Bodenbearbeitung setzen und den Häufelpflug zum Einsatz bringen, der jedoch von Jahr zu Jahr und von Boden zu Boden unterschiedlich gehandhabt werden muss um ein zufriedenstellendes Resultat zu bekommen (Sorms 2011). Die Bauern, die mit diesem Gerät arbeiten sind überzeugt von der höheren Lebendigkeit in ihren Böden. Wenn auf das Gefühl dieser Bauern Wert gelegt wird und in den nicht gewendeten Böden eine höhere Lebendigkeit zu finden ist, muss der Bodenbearbeitung eine stärkere Gewichtung bei der Beurteilung von Pflanzenkrankheiten gegeben werden.

Bei der Fruchtfolge bleibt die Frage offen, ob die angebauten Kulturen nicht nur ökonomisch sinnvoll erscheinen, sondern auch über Jahre hinweg einen belebten Boden aufbauen.

Bei der Düngung gibt es Meinungen, unter anderem von Urs Hildebrandt (2011), die behaupten ein lebendiger Boden kann nur mit einer guten Kompostwirtschaft aufgebaut werden. So könne z.B. Frischmist-Düngung von einem nicht lebendigen Boden gar nicht mehr richtig verarbeitet werden, weil das Bodenleben einfach zu schwach sei diese Substanz in Humus umzusetzen.

Als letztes wäre noch die Frage der Züchtung aufzugreifen, auch hier gibt es verschiedene Ansichtsweisen. Die Züchtung befasst sich hauptsächlich mit der Kreuzungszucht, und bei auftretenden Krankheiten mit der Resistenzzüchtung, welchem wiederum das Bekämpfungsstreben zugrunde liegt. Peter Kunz beschreibt zum Beispiel die Resistenzzüchtung als die Umgehung der eigentlichen Problematik, nicht die Verbesserung der Gesamtkonstitution der Pflanze in ihrer Ausgewogenheit wird verfolgt, sondern einzelne Faktoren werden "bekämpft". Er geht sogar soweit, die monogen vererbte Resistenz als eine Hypersensitivität zu beschreiben, das heißt nach Eindringen des Erregers sterben die Zellen in der Nähe des Infektionsortes ab. Wo wir jetzt auch beim Pflanzenleitbild angelangt sind, das uns 1924 von Steiner im Landwirtschaftlichen Kurs nahe gelegt wurde, dies aber nicht greifbar ist, so Steiner, solange die Wirkungskräfte, die hinter der Pflanze herrschen, nicht ergriffen werden

können. Was die Frage nach der Züchtung in Bezug zur Pflanzenkrankheit, beziehungsweise im umgekehrten Sinne einen Begriff von Pflanzengesundheit zu finden, offen lässt.

Und wie Steiner sagt, gibt es keine Pflanzenkrankheiten in dem Sinne wie bei uns Menschen oder den Tieren, die Pflanzen sind rein ätherische Wesen und leben ganz in ihrem näheren Umfeld (Steiner 1924). Weshalb die Frage nach der Wirksamkeit des Ackerschachtelhalms sich nicht so einfach beantworten lässt, ohne das nähere Umfeld und die damit einhergehenden Fragen der Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Düngung und der Züchtung zu berücksichtigen.

5 Tagebuch

Meine Arbeit hat mit dem Einlesen in die Literatur begonnen und dadurch bin ich auf den 6. Vortrag des landwirtschaftlichen Kurses von R. Steiner aufmerksam geworden, in dem er zur Bekämpfung von Brand-Krankheiten den Ackerschachtelhalm empfiehlt.

Dadurch hat sich meine Frage der Flugbrandanfälligkeit von zertifizierten Hafersorten um die Frage der flugbrandverringenden Wirkung des Ackerschachtelhalmes erweitert.

-23.01.2011

Um im Vergleich der Hofsorten mit anderen zertifizierten Hafersorten aussagekräftiger zu sein, habe ich bei ausgewählten Sorten das Spelz- und Kerngewicht bestimmt und auf Kern- und Kornfleckigkeit bonitiert.

Die Daten der Spelz- und Kerngewichte habe ich ausgewertet und in einer Tabelle dargestellt.

Ich finde dieses Ergebnis nicht aussagekräftig, da bei eigenem Nachbau des Dottenfelderhofes große und kleine Körner gemischt waren und somit andere Werte herausgekommen sind, als z.B. beim Saatgut des Züchters Karl Josef Müller, das hervorragend aussah und einheitlich groß war.

Dies würde man mit einer gründlicheren Reinigung verbessern können.

-3.3.2011

Einzelährendrusch der F-5 Generation.

Dies ist ein hoher zeitlicher Aufwand, da jede Ähre für sich gedroschen werden muss und jede Ähre in eine extra Schale getrennt gelagert werden muss.

-11.03.2011

Zur Vorbereitung zur Inokulation mussten das Z- Saatgut ährenweise in kleine Netze verpackt werden. Meistens waren es 14 kleine Netze, die wiederum in ein größeres Netz verpackt wurden und 5 größere Netze wurden zusammen in einen kleinen Sack gegeben.

-4.4.2011

Der Hafer wurde inokuliert.

Es wurden 3-4 solcher Säcke in den Glasbehälter getan und diese mit einer 5g/l Sporensuspension überdeckt. Anschließend wurde dies dann 10 min bei -800 hPa unter

Vakuum versetzt, so dass die Sporen unter den Haferspelz gelangen können.

Nun wurde der Hafer in den Säcken geschleudert und anschließend an der Luft getrocknet um vorzeitiges Keimen und Schimmeln zu vermeiden.

-8.-14.04.2011

Die einzeln verpackten und inokulierten Körner einer Ähre mussten nun in die Aussaat-Platten umgefüllt werden und somit waren sie bereit zur Aussaat.

-18.04.2011

Aussaat:

Der Boden war durch den langen und starken Frost in den obersten 6 cm schön krümelig, aber auch extrem trocken. Darunter allerdings war der Boden in der richtigen Feuchtigkeit und Festigkeit.

Die vorbereiteten Platten habe ich nach und nach auf das Förderband der speziellen Sämaschine gelegt, die die Körner gleichmäßig auf eine Länge von einem Meter abgelegt hat mit einem Abstand von einem halben Meter zwischen den Beeten. Die Beetbreite war 1,5 m und es wurde 6-reihig ausgesät.

- Für meine Frage mit dem Ackerschachtelhalm habe ich nun den Boden mit Ackerschachtelhalm-Tee zwischen dem 20.04. und dem 5.05. im regelmäßigen Abstand besprüht.

Bei den ersten 3 Mal habe ich Extrakt genommen, das mit Wasser verdünnt ausgebracht wird. Beim 4.-6. Mal habe ich frisch gepflückten Ackerschachtelhalm zu Tee gekocht und ausgebracht.

Besser wäre es gewesen, den Boden schon im Winter damit zu besprühen, aber da ich nicht wusste wo meine Versuchsreihen liegen, konnte ich dies erst nach der Aussaat tun.

Laut der Meinung von Christoph Willer wäre bei später Anwendung des Tages in die Nacht hinein die beste Wirkung zu erzielen, so habe ich den Ackerschachtelhalm meist nach 22⁰⁰ Uhr ausgebracht.

Am 16.04. ist der Hafer aufgelaufen.

Anfangs ungleichmäßig, aufgrund des stärkeren Regens ein paar Tage später, fast vollständiges Auflaufen.

Ein paar Lücken zwischendurch schließe ich auf die ungleichmäßige Tiefenablage hin, weil der Oberboden extrem feinkrümlig und sehr trocken war, und bei den Kör-

nern, die in diese Schicht abgelegt wurden hat es zum Keimen wohl nicht gereicht.

-6.-8.Juli 2011

Auszählung der Flugbrandsporen.

An diesen Tagen habe ich in den Z-Sorten und in meinem Ackerschachtelhalm-Versuch die Bestandesdichte und den Flugbrandbefall ausgezählt und den prozentualen Befall ermittelt.

Dann erfolgte die Auswertung der Daten und Vergleich mit den Werten der letzten beiden Jahren.

6 Persönliches Resümee

Ich hatte zu diesem Thema gefunden, weil ich Interesse am Hafer hatte und mich auch für die Züchtung ein bisschen interessiert habe, mit dem Hintergrund in Zukunft Saatgut auf dem eigenen Betrieb zu züchten. Aber je mehr ich in der Züchtung Einblick gewonnen habe, desto mehr habe ich bemerkt, das ist nicht meine Welt. Deswegen habe ich gedacht es muss doch auch noch einen anderen Weg geben Züchtung zu betreiben, weshalb ich auch nach alternativen gesucht habe, die leider sehr spärlich sind. Aber ich habe in dieser Arbeit für mich viele neue Anregungen und Fragen gewonnen, die mich in meiner Zukunft begleiten werden.

Und um ehrlich zu sein, habe ich in der Frage meiner Projektarbeit nicht die Frage meines Lebens gefunden, aber ich glaube durch sie habe ich gelernt, dass die Fragen, die uns im täglichen Berufsleben begegnen, und die wir auch versuchen so gut es uns gelingt zu lösen, sehr stark von den Fragen geprägt sind, die wir in unserem Herzen tragen. Und je klarer diese Fragen in uns gelebt werden, desto klarer können wir auch den Fragen im Berufs- und Alltagsleben begegnen.

Bedanken will ich mich bei allen Menschen, die diesen Hof in irgend einer Weise unterstützen und in Zukunft voranbringen wollen. Denn es ist nicht einfach bei den vielen Problemen und Schwierigkeiten unserer heutigen Zeit eine solche Gemeinschaft am Leben zu halten. Für mich und meine Familie war dieses eine Jahr auf dem Dottenfelderhof sehr bereichernd.

7 Literaturverzeichnis

- Herrmann M. 2006: Untersuchung europäischer Hafersorten auf Resistenz gegenüber Haferflugbrand (*Ustilago avenae*). Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Abschlussbericht zum Projekt 02OE030.
- Hildebrandt U. 2011: Persönliches Gespräch, Dottenfelderhof.
- Hoffmann G.M. und Schmutterer H. 1983: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, Ulmer Verlag.
- Jahraus K. 1987: Jahresarbeit Dottenfelderhof, Der Ackerschachtelhalm und Pilzbefall an Kulturpflanzen.
- Klapp E. 1967: Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues.
- Kunz P. 2010: Gesunde Kulturpflanze - eine Herausforderung, Getreidezüchtung Peter Kunz, Verein für Kulturpflanzenentwicklung.
- Nicolaisen, W. 1934: Die Grundlagen der Immunitätszüchtung gegen *Ustilago avenae* (Pers.) Jens.. Z. Züchtg.: A. Pflanzenzüchtg., 19/1, S. 1-56.
- 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: S. 114-116.
- Schellenberg G. 1986: Jahresarbeit Dottenfelderhof, Der Ackerschachtelhalm.
- Schmehe B. und Spieß H. 2011: Ergebnisse der Prüfung aktuell zugelassener deutscher und österreichischer Hafersorten auf Flugbrandresistenz sowie Evaluierung von Inokulationsverfahren.
- Schneller W. 1989: Der Ackerschachtelhalm, Jahresarbeit Dottenfelderhof.
- Sorms W. 2011: Persönliches Gespräch, Rengoldshausen.
- Steiner R. 1924: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft –Landwirtschaftlicher Kurs, 8. Auflage 1999.