

# BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft

## Erarbeitung von Schwellenwerten zur wirksamen Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren praktische Umsetzung im Öko-Landbau

Elaboration of threshold values for efficient control of dwarf bunt (*Tilletia controversa*) and common bunt of wheat (*Tilletia caries*) and their transformation into practice in organic farming

FKZ: 06OE081

**Projektnehmer:**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Am Gereuth 8, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-3637  
Fax: +49 8161 71-4102  
E-Mail: [Pflanzenbau@LfL.bayern.de](mailto:Pflanzenbau@LfL.bayern.de)  
Internet: <http://www.lfl.bayern.de>

**Autoren:**

Voit, Benno; Dressler, Markus; Killermann, Berta

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft (BÖLN)

## I. Abschlussbericht

### Zuwendungsempfänger:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
AG Saatgutuntersuchung/Saatgutforschung  
Lange Point 6, Labor 2  
85354 Freising

### Titel des Forschungsvorhabens:

“Erarbeitung von Schwellenwerten zur wirksamen Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren Umsetzung im Öko-Landbau“

**Förderkennzeichen (FKZ):** 06OE081

**Laufzeit:** 01.07.2007 – 31.12.2011

### Kontaktinformationen:

Autoren: Benno Voit, Markus Dressler, Berta Killermann

Email: [Benno.Voit@LfL.bayern.de](mailto:Benno.Voit@LfL.bayern.de),  
[Berta.Killermann@LfL.bayern.de](mailto:Berta.Killermann@LfL.bayern.de)

Adresse: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
AG Saatgutuntersuchung/Saatgutforschung  
Lange Point 6, Labor 2,  
85354 Freising, Germany

Freising, den 02.03.2012



Dr. Killermann  
(Projektleiterin)

**Titel des Forschungsvorhabens:**

“Erarbeitung von Schwellenwerten zur wirksamen Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren Umsetzung im Öko-Landbau“

**Kurzfassung:**

Zwergsteinbrand und Steinbrand sind die gefährlichsten und häufigsten Krankheiten im ökologischen Weizenanbau. In diesem Projekt wurde untersucht, inwieweit Schwellenwerte für das Saatgut und den Boden zur Befallsminderung beitragen. Die randomisierten, mehrfaktoriellen Feldversuche wurden als Spaltanlage mit vier Wiederholungen über ganz Deutschland verteilt durchgeführt. Saatgut mit unterschiedlichen Infektionsstufen von anfälligen und weniger anfälligen Weizen- und Dinkelsorten kamen zum Anbau.

Befallsfreie Jahre gibt es bei Brandkrankheiten nicht. Leichter Befall konnte in jedem Jahr und auf jedem Standort festgestellt werden. Hoher Befall konnte nur unter bestimmten Witterungsverhältnissen beobachtet werden. Bei den zusätzlich durchgeführten Sortenanfälligkeitsversuchen zeigten sich bei beiden Brandkrankheiten deutliche Sortenunterschiede.

Während sich für Zwergsteinbrand ein Schwellenwert von 50 Sporen in 10 g Boden herauskristallisierte, ist bei Steinbrand kein Schwellenwert für den Boden notwendig. Am Saatgut konnte für beide Brandkrankheiten der Schwellenwert von 20 Sporen pro Korn bestätigt werden. Bei Steinbrand zeigte sich bei der Spätsaat ein signifikant geringerer Befall gegenüber der Frühsaat.

**Title of the research project:**

“Elaboration of threshold values for efficient control of dwarf bunt (*Tilletia controversa*) and common bunt of wheat (*Tilletia caries*) and their transformation into practice in organic farming”

**Abstract:**

Dwarf bunt and common bunt are the most frequent diseases of wheat in organic farming. This project examined the possible determination of threshold values for bunt diseases at the harvested crop and for the soil. Randomized multi-factorial field trials are being carried out in a split-plot design with 4 replications, using only fields burdened with spores. Susceptible and low susceptible wheat and spelt wheat varieties are being grown at various infestation levels. For common bunt additionally early and late sowing date variants are drilled.

Years without any bunt infestation do not really exist: slightly and scarcely observable infestation always occurs in further wheat crops, whereas, high infestation rates only occur under certain weather conditions. Varietal differences could be identified during two years susceptibility field trials.

A threshold value for dwarf bunt in soil should be discussed. A threshold value for seed of 20 spores per kernel for both fungi is necessary. For common bunt a clear lower spore contamination on the harvested crop was observed for the late, compared with the early sowing date.

### Am Projekt beteiligte Kooperationspartner

Versuchsansteller	Landwirte
<p>Dr. Berta Killermann            Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft            Institut für Pflanzenbau und            Pflanzenzüchtung            Saatgutuntersuchung/Saatgutforschung            Lange Point 6, Labor 2,            85354 Freising</p>	<p>Stefan Kimmelman            Versuchsstation Viehhausen am            Wissenschaftszentrum Weihenstephan der            TU München            Viehhausen 4            85402 Kranzberg</p>
	<p>Wendelin Hillerbrand            Schrittenlohe            85283 Wolnzach</p>
<p>Dr. Herbert Huss            Institut für Biologische Landwirtschaft,            HBLFA Raumberg – Gumpenstein            Versuchsstation Lambach            Gmundnerstraße 9            A-4651 Stadl-Paura</p>	<p>Dr. Herbert Huss            Institut für Biologische Landwirtschaft,            HBLFA Raumberg – Gumpenstein            Versuchsstation Lambach            Gmundnerstraße 9            A-4651 Stadl-Paura</p>
<p>Thomas Würfel            Landwirtschaftliches Technologiezentrum            Augustenberg            Leiter Referat 13            Nesslerstrasse 23-31            76227 Karlsruhe</p>	<p>Oliver Rascher            Lehenhof auf dem Höchsten            Lichteneck Nr. 6            88636 Illmensee</p>
<p>Prof. Knut Schmidtke            Hochschule für Technik und Wirtschaft            Dresden (FH)            Fachgebiet Ökologischer Landbau            Pillnitzer Platz 2            01326 Dresden</p>	<p>Mathias Walter            Untere Dorfstraße 7            09600 Niederschöna</p>
<p>Richard Dittrich            Agroplan Managing Director            Agroplan – Consultant for Plant Protection            Berliner Str. 75            47574 Goch-Nierswalde</p>	<p>Rouenhof            Anne Verhoeven            Sonsbecker Str. 40            47627 Kevelear – Kervenheim</p>

## **Gliederung des Abschlussberichtes**

<b>I. Abschlussbericht</b>	<b>Seite</b>
<b>Titelseite</b>	
Zuwendungsempfänger	1
Titel des Forschungsvorhabens	1
Förderkennzeichen	1
Laufzeit des Vorhabens	1
Kontaktinformationen	1
Kurzfassung und Abstract	2
Am Projekt beteiligte Kooperationspartner	3
<b>Gliederung</b>	4
<b>1. Einführung</b>	
1.1. Gegenstand des Vorhabens	5
1.2. Ziele des Vorhabens	5
1.3. Planung und Ablauf des Projektes	5
<b>2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde</b>	5
<b>3. Material und Methoden</b>	6
<b>4. Ergebnisse</b>	7
<b>5. Diskussion</b>	7
<b>6. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse</b>	11
<b>7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen</b>	12
<b>8. Zusammenfassung</b>	
8.1. Zwergsteinbrand	12
8.2. Steinbrand	12
<b>9. Literaturverzeichnis</b>	13
<b>10. Übersicht Veröffentlichungen</b>	13
<b>II. Anhang zum Schlussbericht</b>	17
Kurz gefasster Erfolgskontrollbericht	

## 1. Einführung

### 1.1 + 1.2 Gegenstand und Ziele des Vorhabens

Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sind die derzeit gefährlichsten Krankheiten im ökologischen Weizenanbau. Wenn Befall vorliegt, ist die Ware meist unbrauchbar, egal ob es sich um Saat, Konsum- oder Futterware handelt. Häufig bleibt für befallene Ware nur noch der Weg in die Biogasanlage. Dies bedeutet für den Landwirt erhebliche finanzielle Einbußen. Ziel des Projektes war es den Befall mit Zwergsteinbrand und Steinbrand zu reduzieren, um so eine höhere Produktqualität zu erreichen, einerseits bei der Konsumwarenerzeugung und andererseits bei Saatgutproduktion. Dazu müssen für Zwergsteinbrand und Steinbrand zuverlässige Grenzwerte für das Saatgut erarbeitet werden. Eine weitere Versuchsfrage war, ob der Brandsporenbefall am Saatgut als alleiniger Grenzwert ausreicht oder ob nicht das Infektionspotenzial im Boden eine größere Rolle spielt als bisher angenommen wurde. In allen bisherigen Projekten und Untersuchungen wurde das Brandsporenpotenzial im Boden nicht untersucht und konnte für das Infektionsgeschehen daher auch nicht berücksichtigt werden. Um das Infektionspotenzial im Boden bestimmen zu können, musste ein Untersuchungsverfahren entwickelt werden.

### 1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Bei Zwergsteinbrand ist bekannt, dass die Infektion hauptsächlich über den Boden stattfindet und der Befall am höchsten ist unter einer Schneedecke auf nicht gefrorenem Boden. Diese Bedingungen herrschen vor allem in Bayern, Baden Württemberg und Oberösterreich vor. In diesen Bundesländern sowie Oberösterreich wurde in Biobetrieben nach Flächen gesucht, bei denen in den letzten Jahren Zwergsteinbrandbefall auftrat. Bei Steinbrand wurde im gesamten Bundesgebiet nach geeigneten Flächen gesucht. Auf den Flächen wurden Feldversuche mit Weizen und Dinkel durchgeführt. Nach dem Ährenschieben wurden die Parzellen auf Befall mit Zwergsteinbrand und Steinbrand bonitiert. Die Ernte der Parzellen erfolgte mit dem Parzellenmährescher und das Erntegut wurde auf Befall mit Zwergsteinbrand bzw. Steinbrand untersucht. Um eine Sporenverschleppung von Parzelle zu Parzelle zu verhindern, wurde zwischen jede Parzelle eine Randparzelle gelegt und damit der Mährescher nach jeder Parzelle „saubergedroschen“. Sowohl nach dem Anbau des Weizens als auch nach der Ernte wurden von jeder Parzelle Bodenproben entnommen und das Brandsporenpotenzial bestimmt.

## 2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde.

Die derzeit angewandten Grenzwerte für Zwergsteinbrand und Steinbrand (Fuchs et al 1995) resultieren aus Untersuchungen die bereits 40 Jahre und älter sind (Mehraboni 1970). Ein Forschungsprojekt, das sich mit der Steinbrandproblematik beschäftigte, wurde im Jahr 2004 abgeschlossen. Der Schwerpunkt in diesem „Zwillingsforschungsprojekt“ der ehemaligen BBA Darmstadt und Kleinmachnow in Kooperation mit Einrichtungen des Öko-Landbaus war sowohl die Charakterisierung der Resistenz von Winterweizensorten gegenüber Steinbrand unter besonderer Berücksichtigung von Befallstoleranzen und direkter Bekämpfungsmaßnahmen. Bezüglich des Grenzwertes von 10 bis 20 Sporen pro Korn ergaben sich keine neuen Erkenntnisse (Wächter et al 2004). Die Ergebnisse aus diesen Arbeiten flossen in das Forschungsprojekt ein. Aufgrund der Versuche von Wächter et al. 2007 ist neuerdings davon auszugehen, dass für Zwergsteinbrand und Steinbrand nicht die gleichen Resistenzgene verantwortlich sind.

Ein neueres Forschungsvorhaben befasste sich mit Saatgut-Behandlungen im Öko-Landbau, um deren Wirksamkeit zu testen. In den Versuchen wurde das Saatgut sowohl mit

praxisüblichem Sporenbesatz als auch mit sehr hohen Sporenkonzentrationen infiziert, die für einen Praxisanbau nur teilweise relevant sind (Wilbois et al. 2007). Die Behandlungserfolge waren aber nicht immer ausreichend. Zudem ist die Saatgutbehandlung mit den physikalischen Verfahren bzw. zugelassenen Präparaten technisch nicht einfach durchzuführen und z. T. auch mit erheblichen Kosten verbunden. In dem Forschungsprojekt wurden die Parzellen nicht geerntet und der Brandsporenbesatz der Ernteware theoretisch errechnet. Völlig unberücksichtigt blieb das Infektionspotenzial im Boden. Es ist derzeit nicht nachgewiesen, wie lange die Brandsporen im Boden lebensfähig sind und damit infektionsfähig bleiben. In der Literatur geht man bei Steinbrand von 2 – 6 Jahren und bei Zwergsteinbrand von 10 Jahren und mehr aus (Mathre 1998). Inwieweit diese Annahmen unter Berücksichtigung des Klimawandels noch aktuell sind, lässt sich derzeit nicht abschätzen. Wenn durch den Klimawandel die Sporen im Boden länger lebensfähig bleiben, nimmt das Infektionspotenzial für beide Brandarten kontinuierlich zu.

Mit der Saatgutproduktion im Ökologischen Landbau befasst sich die Arbeitsgruppe Saatgutuntersuchung-/forschung an der LfL seit 20 Jahren. Es wurde ein Test entwickelt, mit dem im Labor geprüft werden kann, ob Saatgut für die ungebeizte Aussaat geeignet ist, der sogenannte Kalttest (Fuchs 1997). Dieser Test findet mittlerweile im gesamten Bundesgebiet Anwendung. Bei der Ermittlung der Schwellenwerte in Bayern für den Steinbrand (*Tilletia caries* – 20 Sporen/Korn) und Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda* – 0,1 %) war das Saatgutlabor (Freising) in Zusammenarbeit mit den Bioverbänden Naturland und Bioland maßgeblich beteiligt.

Die Tatsache, dass im Herbst 2003 ausgesätes, steinbrandfreies Saatgut stark befallenes Erntegut in 2004 hervorbrachte, war der Anlass, erstmals einen Feldversuch bezüglich dieser Problematik anzulegen. Es wurde steinbrandfreies und steinbrandbefallenes Saatgut ausgesät. Bei der Versuchsfläche handelte es sich um einen Schlag bei dem eine Bodeninfektion mit Steinbrand vorlag. Bei der Ernte zeigte sich, dass steinbrandfreies Saatgut eine stark infizierte Ernte hervorbrachte (Voit et al. 2006). Damit war bewiesen, dass entgegen der Literaturangaben eine Steinbrandinfektion vom Boden aus möglich ist. Diese Ergebnisse waren der Anlass, Versuche zur Ermittlung des Sporenbesatzes im Boden durchzuführen. Hierzu gibt es keine Routinemethode (Babadoost et al. 1998). Erste Vorversuche im mykologischen Labor der LfL dazu waren erfolgreich (Büttner 2006, persönliche Mitteilung). Die Methode wurde im Projekt verbessert und weiterentwickelt.

### 3. Material und Methoden

Die Versuche wurden auf Öko-Praxisflächen durchgeführt, die bereits ein Brandsporenpotenzial im Boden aufwiesen. Die Zwergsteinbrandversuche wurden an drei und die Steinbrandversuche an vier Standorten über ganz Deutschland verteilt angelegt. Die mehrfaktorielle Anlage der Feldversuche (Saatzeit, Sorte, Infektionsstufe) erfolgte als randomisierte Streifenanlage, mit einer Parzellengröße von 10-13 m<sup>2</sup>. Mit einer anfälligen Winterweizen- und Dinkelsorte "A" sowie einer weniger anfälligen Sorte "B" bzw. "E" wurden die Versuche mit unterschiedlichen Infektionsstufen (Kontrolle, 20 und 100 Sporen/Korn) und vier Wiederholungen durchgeführt. Da die Zwergsteinbrandinfektion nahezu ausschließlich über das Sporenpotenzial des Bodens erfolgt, wurde zusätzlich eine Variante mit künstlicher Bodeninfektion (0,5 g Sporen/m<sup>2</sup>) angelegt. Bei Steinbrand findet die Infektion während der Keimung des Getreides statt, deshalb wurde der Einfluss der Saatzeit auf den Befall zusätzlich mit einer Früh- und Spätsaat untersucht.

Nach dem Ährenschieben wurde jede Parzelle auf befallene Ähren bonitiert. An der geernteten Ware erfolgte die Bestimmung der Brandsporen mit der ISTA Methode (Handbook

on Seed Health Testing, Working Sheet No 53). Sowohl nach dem Anbau des Weizens als auch nach der Ernte wurden von jeder Parzelle Bodenproben entnommen und das Brandsporenpotenzial bestimmt. Da es für die Ermittlung des Sporenpotenzials im Boden bisher keine Untersuchungsmethode gab, musste erst ein Untersuchungsverfahren dafür entwickelt werden. Als geeignet erwies sich das Auswaschen der Sporen aus dem Boden mittels Nassfiltration und anschließender Bestimmung nach ISTA unter dem Lichtmikroskop.

Die Versuche wurden, wie oben beschrieben, jeweils mit einer anfälligen und weniger anfälligen Sorte durchgeführt. Für alle anderen Sorten lässt sich bezüglich der Brandanfälligkeit keine Aussage treffen, da die Beschreibende Sortenliste des Bundessortenamtes über dieses Merkmal keine Auskunft gibt. Aus diesem Grund wurden in den letzten beiden Jahren Sortenanfälligkeitsversuche mit in das Projekt aufgenommen.

#### 4. + 5. Ergebnisse und Diskussion

##### Zwergsteinbrand

Die Hauptinfektion bei Zwergsteinbrand findet über den Boden während der Bestockung statt, d. h. im Zeitraum November bis März. Die optimale Keimtemperatur für die Brandsporen liegt bei 0 – 5 °C. Diese Idealbedingungen herrschten im Herbst 2008 auf dem Standort in Baden-Württemberg vor. Im November fiel Schnee auf nicht gefrorenen Boden und die Schneedecke blieb bis März liegen. Zusammen mit dem Licht unter der Schneedecke waren optimale Bedingungen für die Keimung der Brandsporen und den Befall der jungen Weizenpflanzen gegeben. Mit über 11.500 Sporen/Korn am Erntegut war dies der höchste Befall in den drei Jahren an einem Standort (Tab. 1).

Tabelle 1: Besatz mit Zwergsteinbrand am Erntegut auf dem Standort Baden-Württemberg, sowie das Sporenpotenzial im Boden nach der Saat und nach der Ernte (2009)

Behandlung	Sporen/Korn am Erntegut	Sporen in 10 g Boden	
		nach der Saat	nach der Ernte
Kontrolle	8.300	152	7.112
Bodeninfektion	11.571	80	29.376
20 Sporen/Korn	2.391	87	7.676
100 Sporen/Korn	1.966	29	4.374

Erwartungsgemäß hatte die Variante Bodeninfektion den höchsten Befall. Dies konnte auch auf den anderen Standorten und in anderen Versuchsjahren beobachtet werden. Zwischen den beiden Saatgutinfektionsstufen 20 und 100 Sporen/Korn zeigte sich in keinem Jahr und auf keinem Standort ein signifikanter Befallsunterschied am Erntegut. In den anderen Jahren und Versuchsstandorten waren keine Befallsbedingungen gegeben. Entweder war der Boden gefroren oder es war ein schneeloser Winter wie 2008. Trotzdem trat in jedem Jahr und auf jedem Standort ein leichter Befall auf, der jedoch schwer wahrzunehmen ist. Der Befall am Erntegut war sehr gering, so dass die Verwertung der Ware nicht beeinträchtigt wurde (Tab. 2).



Tabelle 2: Durchschnittlicher Besatz mit Zwergsteinbrand am Erntegut auf dem Standort Bayern, sowie das Sporenpotenzial im Boden nach der Saat und nach der Ernte (2008 – 2010)

Behandlung	Sporen/Korn am Erntegut	Sporen in 10 g Boden	
		nach der Saat	nach der Ernte
Kontrolle	61	93	128
Bodeninfektion	2.837	608	2.678
20 Sporen/Korn	87	79	526
100 Sporen/Korn	260	89	257

Trotzdem nahm das Brandsporenpotenzial im Boden überraschend deutlich zu. Damit wird ersichtlich, dass beim Mähdrusch mehr Brandsporen auf das Feld gelangten, als im Erntegut festgestellt wurden. Lag vor der Aussaat das Sporenpotenzial im Boden bei unter 100 Sporen in 10 g Boden, so erhöhte sich das Potenzial nach der Ernte jeweils deutlich auf über 100 Sporen in 10 g Boden. In einem Jahr mit starkem Befall wie 2009 in Baden-Württemberg hat das Sporenpotenzial im Boden von ca. 100 Sporen auf knapp 30.000 Sporen in 10 g Boden zugenommen. Dieses enorme Infektionspotenzial im Boden, das bei Zwergsteinbrand mehr als 10 Jahre infektiös bleibt, wird von der Praxis nicht wahrgenommen und für den nachfolgenden Weizenanbau im Rahmen der Fruchtfolge völlig außer Acht gelassen. Die schnelle bzw. langsame Zunahme des Sporenpotenzials im Boden muss, je nach Befallssituation, dringend unterbunden werden. Dazu ist es notwendig, dass nur geprüftes Saatgut ausgesät wird, um das Sporenpotenzial im Boden gering zu halten. Aus diesem Grund kann der Schwellenwert von Steinbrand am Saatgut mit 20 Sporen/Korn auch für Zwergsteinbrand übernommen werden. Für den Boden kristallisiert sich ein Schwellenwert von 50 Sporen in 10 g Boden heraus, außer es gelingt eine resistente Sorte zu züchten.

In den Versuchen haben sich zwischen der anfälligen Sorte "A" und der weniger anfälligen Sorte "B" keine signifikanten Unterschiede in der Befallshöhe am Erntegut gezeigt. Da im Projekt nur zwei Sorten bearbeitet werden konnten und zudem die Beschreibende Sortenliste keine Auskunft über die Brandanfälligkeit der Sorten gibt, wurde im letzten Jahr ein Sortenanfälligkeitsversuch durchgeführt. Von den 21 Sorten, die auf zwei Standorten zum Anbau kamen, war keine Sorte völlig befallsfrei. Es zeigten sich aber sehr deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit der Sorten. Wenn sich die Ergebnisse im nächsten Jahr bestätigen, besteht mit der entsprechenden Sortenwahl ein gutes Regulativ den Befall am Erntegut und das Sporenpotenzial im Boden gering zu halten. Zwischen Weizen und Dinkel zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Anfälligkeit.

### Steinbrand

Die Steinbrandinfektion findet während der Keimung des Winterweizens statt. Das Temperaturoptimum für die Infektion liegt zwischen 5 -10 °C.

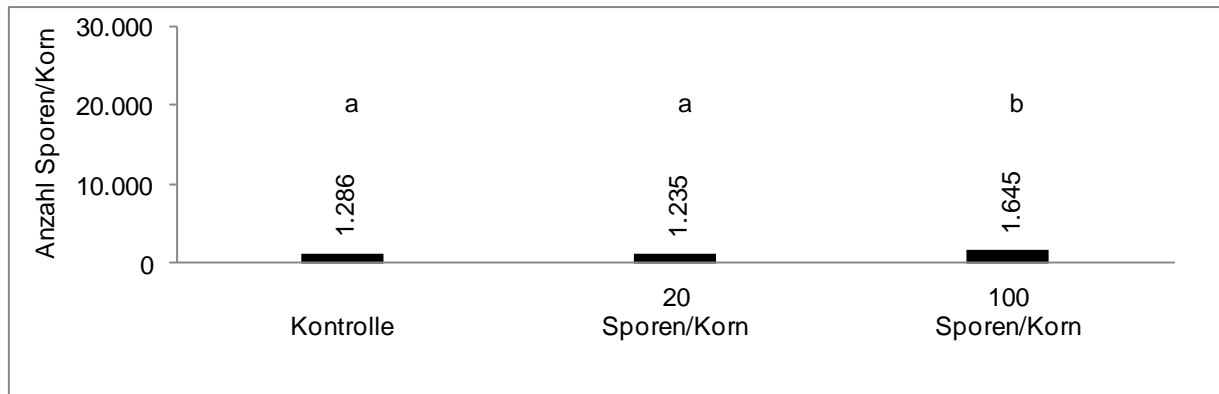


Abb. 1: Durchschnittlicher Befall mit Steinbrand am Erntegut bei Winterweizen auf den vier Standorten Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen bei unterschiedlichen Saatgutinfektionsstufen (2008 – 2010)

Den signifikant höchsten Befall am Erntegut hatte die Variante 100 Sporen/Korn (Abb. 1). Das heißt, die Infektionshöhe des ausgesäten Saatgutes hat einen direkten Einfluss auf die Befallshöhe am Erntegut. Anhand der Kontrollvariante wurde bestätigt, dass bei Steinbrand eine Infektion auch über den Boden erfolgt (Dressler et al. 2011).

Die Fröhsaat Anfang Oktober zeigte auf allen Standorten einen signifikant höheren Befall als die Spätsaat Ende Oktober (Abb. 2). Bei der Spätsaat lagen die Bodentemperaturen unter der Infektionstemperatur für Steinbrand, d. h. der Saatzeitpunkt hat bei Steinbrand einen großen Einfluss auf das Befallsgeschehen. Der häufig von den Praktikern befürchtete geringere Ertrag mit der Spätsaat, konnte nicht bestätigt werden (Dressler et al. 2012).

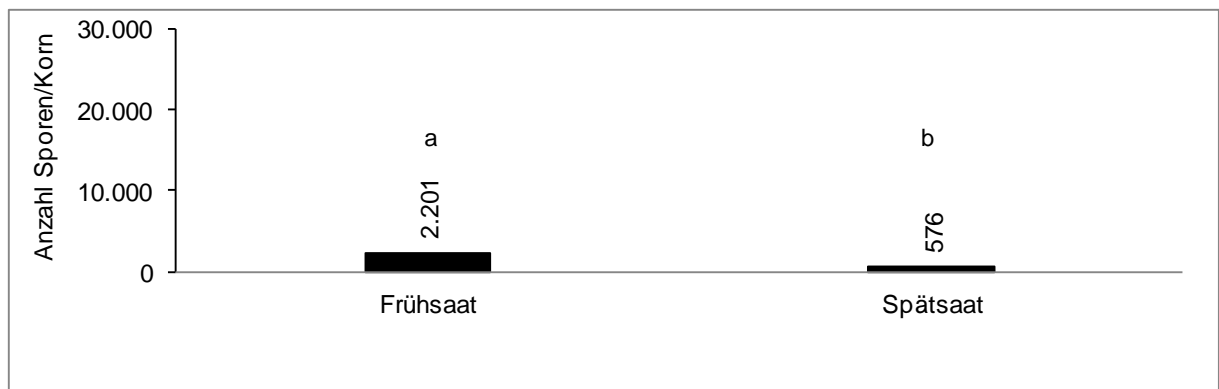


Abb. 2: Befall mit Steinbrand am Erntegut bei der Fröhs- und Spätsaat an den vier Versuchsstandorten Bayern, Baden-Württemberg, Sachsen und Nordrhein-Westfalen (2008 – 2010)

Ganz erheblich beeinflusst wird die Befallshöhe am Erntegut von der angebauten Sorte (Abb. 3). So war der Befall bei der anfälligen Sorte "A" mit 2.690 Sporen/Korn im Vergleich mit der weniger anfälligen Sorte "E" mit 87 Sporen/Korn signifikant größer.

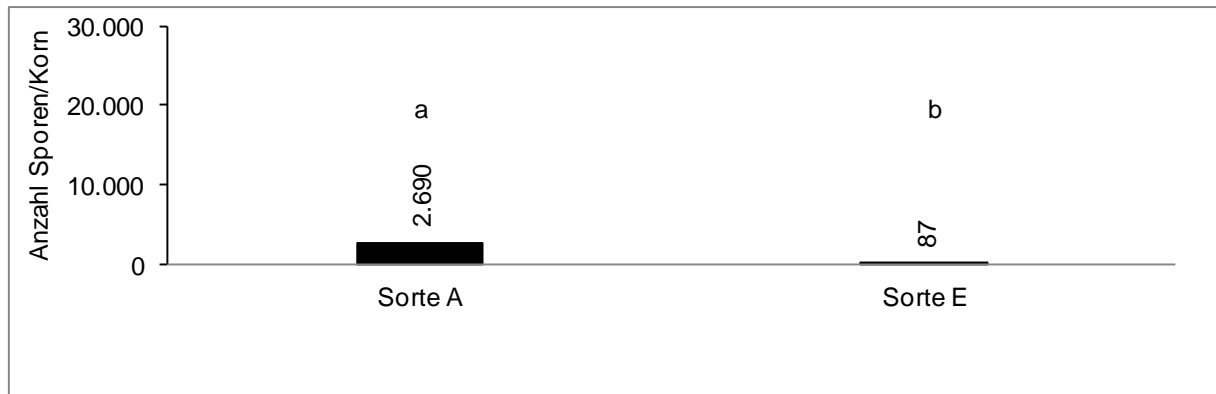


Abb. 3: Besatz mit Steinbrand am Erntegut bei der anfälligen Sorte "A" und der weniger anfälligen Sorte "E" (2008 – 2010)

Auch bei Steinbrand wurden Sortenanfälligkeitsversuche durchgeführt. Die anfälligste Sorte wies einen Befall von mehr als 10.000 Sporen/Korn auf. Die weniger anfälligen Sorten hatten nur ca. 50 Sporen/Korn. Bei diesen Sorten handelt es sich fast ausschließlich um neuere Sorten aus ökologischer Züchtung. Die Ergebnisse der Sortenanfälligkeitsversuche sind zweijährig. Zur statistischen Absicherung fehlt noch das dritte Jahr, deshalb werden die 21 Sorten namentlich noch nicht benannt. Von allen Möglichkeiten über die der Landwirt zur Befallsreduzierung verfügt, hat er mit der Sortenwahl das wirksamste Instrument in der Hand. Ein Schwellenwert für den Boden ist daher bei Steinbrand nicht notwendig. Der bisherige Schwellenwert von 20 Sporen pro Korn für das Saatgut hat sich bestätigt und kann damit beibehalten werden.

Neben Saatzeitpunkt und Sorte wird der Befall mit Steinbrand auch vom Witterungsverlauf nach der Saat entscheidend beeinflusst (Tab. 3). Eine trockene Witterung nach der Saat führt zu einer verzögerten Keimung. Das bietet den Steinbrandsporen eine lange Infektionszeit. So fiel im Herbst 2008 auf dem Standort in Bayern nach der Saat zwei Wochen kein Regen. Dies führte zu einem sehr hohen Befall am Erntegut der zwischen 14.000 und 21.000 Sporen/Korn lag. Infolge des starken Befalls am Erntegut nahm das Sporenpotenzial im Boden nach der Ernte deutlich zu. Ein hohes Sporenpotenzial im Boden zur Saat bedeutet nicht automatisch einen hohen Befall am Erntegut, wie das Beispiel am Standort in Sachsen zeigt. Zur Saat wurden mehr als 1.000 Sporen in 10 g Boden festgestellt. Aufgrund eines günstigen Witterungsverlaufs lief der Weizen sehr zügig auf und wuchs dem Steinbrand davon. Im Erntegut wurde eine Belastung von ca. 300 Sporen/Korn festgestellt. Trotz des Befalls am Erntegut nahm das Sporenpotenzial im Boden deutlich ab. Erklären lässt sich die Abnahme damit, dass auf dem Schlag im Erntejahr 2006 ein hoher Befall auftrat. Da die Lebensfähigkeit der Brandsporen 3 – 5 Jahre beträgt, nimmt die Zahl der lebensfähigen Brandsporen von Jahr zu Jahr ab.

Tabelle 3: Besatz mit Steinbrand am Erntegut auf den Standorten Bayern und Sachsen, sowie das Sporenpotenzial im Boden nach der Saat und nach der Ernte (2008)

Behandlung	Sporen/Korn am Erntegut		Sporen in 10 g Boden			
	Bayern	Sachsen	nach der Saat		nach der Ernte	
			Bayern	Sachsen	Bayern	Sachsen
Kontrolle	13.739	314	22	1.281	209	841
20 Sporen/Korn	14.760	526	72	1.209	188	1.044
100 Sporen/Korn	21.442	299	51	1.807	127	461

## 6. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Nachdem es gelang eine Untersuchungsmethode für das Brandsporenpotenzial im Boden zu entwickeln, kann erstmals die Höhe des Brandsporenpotenzials im Boden festgestellt werden. Dies ist gerade für Zwergsteinbrand, der fast ausschließlich über den Boden infiziert, sehr wichtig. Hinzu kommt auch, dass die Zwergsteinbrandsporen im Boden mehr als 10 Jahre lebensfähig bleiben. Mit der Kenntnis des Sporenpotenzials im Boden ist für Landwirte das Befallsrisiko bei einem Weizenanbau kalkulierbarer geworden. In den Versuchen hat sich abgezeichnet, dass ab 50 Sporen in 10 g Boden der Anbau zum Risiko werden kann. Der Anbau auf „gut Glück“ gehört damit der Vergangenheit an. Insgesamt ist damit mit weniger stark befallenen Weizenpartien zu rechnen. Das heißt, es steigt die Produktqualität bei der Konsumware und die Saatgutqualität bei den Vermehrungen.

Die Ergebnisse finden bereits Eingang in die Praxis und das nicht nur bei ökologischen sondern auch bei konventionellen Betrieben. 2011 war in Bayern ein starkes Befallsjahr mit Zwergsteinbrand. Auch konventionelle Betriebe waren davon betroffen, da von den derzeit zugelassenen Beizmitteln für Weizen nur Landor CT<sup>®</sup> gegen Zwergsteinbrand wirkt. Betriebe, die einen Befall hatten, konnten dies nicht verstehen und lasteten den Befall dem zugekauften Zertifizierten Saatgut an.

Bei Steinbrand konnte nachgewiesen werden, dass der Befall auch vom Boden ausgehen kann. Bei Betrieben, die in den letzten Jahren Befall hatten, genügt es nicht einfach nur Zertifiziertes Saatgut zu kaufen und damit die ganze Steinbrandproblematik als behoben zu betrachten. Vielmehr sind noch weitere Punkte zu berücksichtigen, um den Befall zu reduzieren oder ganz zu verhindern, wie z. B. die Saatzeit, die Witterung und die Sortenwahl. Nachdem im Projekt jeweils nur zwei Sorten bezüglich Anfälligkeit zu Zwergsteinbrand und Steinbrand geprüft werden konnten, wurden ab dem 3. Versuchsjahr Sortenanfälligkeitsversuche durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl bei Zwergsteinbrand als auch bei Steinbrand beachtliche Sortenunterschiede bestehen. Allerdings müssen die Versuche weitergeführt werden, damit die Ergebnisse statistisch abgesichert sind und veröffentlicht werden können.

Im Forschungsprojekt wurde eine Untersuchungsmethode entwickelt, mit der das Brandsporenpotenzial mit Boden bestimmt werden kann. Bei allen konventionell wirtschaftenden Betrieben mit Befall konnten im Boden Brandsporen nachgewiesen werden. Damit war die Befallsursache eindeutig geklärt.

## **7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen**

Die geplanten Ziele, die Erarbeitung von Schwellenwerten zu Zwergsteinbrand und Steinbrand sowie die Untersuchung und Bewertung des Sporenpotentials im Boden konnten erreicht werden. Darüberhinaus erwies es sich im Projektverlauf als notwendig, Sortenanfälligkeitsversuche durchzuführen. Weiterführende Fragestellungen sind, ob sich die Infektionsfähigkeit der Brandsporen durch unterschiedliche Fruchtfolgen sowie Biofumigation beeinflussen lassen?

## **8. Zusammenfassung**

### **8.1 Zwergsteinbrand**

Die Ergebnisse zeigen, dass es bei Zwergsteinbrand keine befallsfreien Jahre gibt. Selbst in einem schneelosen Winter, wie 2008 wurde leichter Befall festgestellt. Bereits ein leichter Befall führt zu einer Zunahme des Brandsporenpotenzial im Boden. Erstmals wurde eine Untersuchungsmethode entwickelt um das Brandsporenpotenzial im Boden zu bestimmen und Veränderungen zu beobachten. Das Sporenpotenzial im Boden stellt bei günstigen Infektionsbedingungen eine latent große Gefahr dar, das es in der Praxis in Zukunft stärker zu berücksichtigen gilt. Bereits 50 Sporen in 10 g Boden, können bei günstigen Infektionsbedingungen zu einem hohen Befall führen. Die große nationale und internationale Nachfrage nach der neuen Untersuchungsmethode für das Brandsporenpotenzial im Boden zeigt, dass erkannt wurde wie wichtig die Kenntnis des Sporenpotenzials im Boden bei Problembetrieben zur Risikoabschätzung des weiteren Weizenanbaues ist. In einem starken Befallsjahr zeigt Dinkel den gleichen Befall wie Weizen. Erste Ergebnisse bei den Sortenanfälligkeitsprüfungen deuten auf Sortenunterschiede hin. Zur Absicherung und Bestätigung der Ergebnisse müssen die Versuche fortgeführt werden. Der Schwellenwert von 20 Sporen/Korn für Saatgut bei Steinbrand kann auch für Zwergsteinbrand übernommen werden. Für den Boden zeichnet sich ein Grenzwert von 50 Sporen in 10 g Boden ab.

Insgesamt betrachtet konnte mit den Ergebnissen aus dem Forschungsprojekt im starken Zwergsteinbrandjahr 2011 der Beratung und den Landwirten sehr gute Hilfestellungen und Erklärungen gegeben werden, und das nicht nur im ökologischen Landbau, sondern auch im konventionellem Landbau. Die konventionellen Betriebe waren trotz Saatgutbeizung von dem Auftreten des Zwergsteinbrandbefalls nicht nur überrascht, sondern regelrecht geschockt (Voit et al. 2011).

### **8.2 Steinbrand**

Bei Steinbrand konnte nachgewiesen werden, dass neben der Saatgutinfektion auch eine Infektion über den Boden stattfindet. Damit kann der Praxis erklärt werden, dass es auf Befallsflächen nicht reicht nur Zertifiziertes Saatgut auszusäen, sondern die Sortenwahl und der Saatzeitpunkt ganz maßgeblich darüber entscheiden wie hoch der Befall ist. Für eine Sortenempfehlung fehlt noch das 3. Versuchsjahr. Dadurch, dass beim Steinbrand die Infektion während der Keimung stattfindet hat der Landwirt im Vergleich zum Zwergsteinbrand mit der Wahl des Saatzeitpunktes, der Sorte und der Beobachtung der Witterung mehr Möglichkeiten den Befall zu reduzieren. Ein Grenzwert für den Boden ist daher nicht notwendig. Der Schwellenwert von 20 Sporen pro Korn am Saatgut hat sich bestätigt und kann beibehalten werden.

## 9. Literaturverzeichnis

Babadoost, M., Mathre, D. E. (1998) A Method for Extraction and Enumeration of Teliospores of *Tilletia indica*, *T. controversa*, and *T. barclayana* in Soil. Plant Disease Vol 82 No. 12, 1357-1361.

Fuchs, H., Voit, B., Rintelen, J. (1995) Getreide-Saatgut für den ökologischen Landbau. Schule und Beratung, Heft 05/95, IV: 20-22.

Fuchs, H. (1997) Der Erd-Kalttest als Triebkraftprüfung; Möglichkeiten und Grenzen seines Einsatzes in der praktischen Saatgutprüfung. VDLUFA Schriftenreihe Band 46/1997, 87-90

International Seed Testing Association (ISTA), Working Sheets on Seed Health Testing, Working Sheet No 53.

Mehrabani, A. (1970) Untersuchungen über die Resistenz des Weizens gegen *Tilletia caries* (DC.) Tul. und *Tilletia controversa* Kühn. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 64: 110-132.

Mathre, D. E. (1998) Dwarf bunt – a quarantine perspective. Pages 61-68 in Bunts and Smuts of Wheat. An International Symposium, August 17-20, 1997. North American Plant Protection Organization Ottawa.

Voit, B., Killermann, B. (2006) Steinbrand (*Tilletia caries*) bei Weizen – Neueste Erkenntnisse aus einem Praxisversuch. 118. VDLUFA Kongress in Freiburg. Kurzfassungen der Referate, S. 142).

Wächter, R., Weihrauch, B., Koch, E. (2004) Strategien zur Regulierung des Steinbrandes und des Zwergsteinbrandes unter besonderer Berücksichtigung der Resistenz. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 02OE085 im Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

Wilbois et al. (2007) Bundesprogramm Ökologischer Landbau: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 03OE127/2.

## 10. Übersicht Veröffentlichungen

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Hückelhoven, R., Killermann, B. (2008) Erarbeitung von Schwellenwerten zur wirksamen Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren praktische Umsetzung im Öko-Landbau. LfL Jahrestagung 4. November, Landshut. LfL Schriftenreihe ISSN 1611-4159.

Dressler, M., Killermann, B. (2008) Erarbeitung von Schwellenwerten zur wirksamen Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren praktische Umsetzung im Öko-Landbau. VDLUFA Schriftenreihe Band 64/2008, 642-647.

Dressler, M., Sedlmeier, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2009) Erarbeitung von Schwellenwerten zur wirksamen Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren praktische Umsetzung im Öko-Landbau. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 11.-13. Februar, Zürich, Schweiz, Band I, 332-335. ISBN 978-3-89574-700-7.

Dressler, M., Voit, B., Killermann, B. (2009) Strategien gegen Steinbrand und Zwergsteinbrand im ökologischen Getreidebau. Öko-Landbau-Tag 2009 der Bayerischen

Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) am 28. April in Freising-Weihenstephan. LfL Schriftenreihe ISSN 1611-4159.

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2009) Strategien gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im ökologischen Getreidebau. In: Beiträge aus den öffentlichen Sitzungen der Fachrichtungen Pflanzen- und Tierproduktion, Teil 2, 121. VADLUFA-Kongress, Karlsruhe, 16.-17. September 2009, VDLUFA Schriftenreihe Bd. 65/2009, 539-547

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2009) Strategien gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im ökologischen Getreidebau. In: Berichte über die 60. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 24.-26. November 2009, 115-120

Dressler, M., Voit, B., Killermann, B. (2010) Survey about the Infestation of Dwarf Bunt (*Tilletia controversa*) and Common Bunt (*Tilletia caries*) of Wheat upon Seed and in the Soil. In: Seed Symposium Abstracts, 29<sup>th</sup> ISTA Congress, Cologne, Germany, 16 - 22 June 2010, 13

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2010) Strategien gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im ökologischen Getreidebau. In: INFORM, Zeitschrift für Pflanzenzüchtung und Saatgutproduktion, 2/2010, 18-21

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2010) Mehrjährige Ergebnisse zur Strategie gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im Ökologischen Getreidebau. In: Landschaftselement oder Rohstofflieferant – zur Multifunktionalität des Grünlandes, Kurzfassung der Referate, 122. VDLUFA-Kongress, Kiel, 21.-24. September 2010, 127

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2010) Mehrjährige Ergebnisse zur Strategie gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im Ökologischen Getreidebau, VDLUFA Schriftenreihe 66/2010, 587-594

Dressler, M., Sedlmeier, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2011) Schwellenwerte und weitere Entscheidungshilfen bei Befall mit Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*). Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 16.-18. März 2011, Gießen, Band 1, 270-273. ISBN 978-3-89574-777-9

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2011) Mehrjährige Ergebnisse zur Strategie gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im Ökologischen Getreidebau. In: Spezialisierte Landwirtschaft – Risiko oder Chance? Kurzfassung der Referate, 123. VDLUFA-Kongress, Speyer, 13.-16. September 2011, 116

Dressler, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B. (2011) Mehrjährige Ergebnisse zur Strategie gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im Ökologischen Getreidebau, VDLUFA Schriftenreihe 67/2011, VDLUFA Schriftenreihe 67/2011, 460-467

Killermann, B., Voit, B. (2011) Die schwarze Gefahr – Zwergsteinbrand und Steinbrand kehren zurück. Landwirtschaftliches Wochenblatt BW agrar. Organ des Landesbauernverbandes in Baden-Württemberg, 178. Jahrgang, Heft 34, 12-13.

Voit, B., Killermann, B. (2011) Stinkende Weizenkörner, Schon vergessene Krankheiten kommen zurück. In: BLW, 33, 36-37

Voit, B., Dressler, M., Killermann, B. (2011) Mehrjährige Ergebnisse zur Strategie gegen Zwergsteinbrand und Steinbrand im ökologischen Landbau. VDLUFA – Mitteilungen 02/2011

Voit, B. und Killermann, B. (2011) Steinbrand und Zwergsteinbrand – was tun? Bioland Fachmagazin für den ökologischen Landbau, Seite 7-8

Voit, B., Dressler, M., Killermann, B. (2011) Warum sind Steinbrand und Zwergsteinbrand derzeit nicht nur im ökologischen Getreidebau ein Problem? Tagungsband der 62. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs (im Druck).

### **Weitere Veröffentlichungen und Präsentationen**

Beiträge in den Jahresberichten 2008, 2009, 2010, 2011 der LfL

07.07.2008: Öko-Feldtag in Viehausen, der Versuchsstation der TU München-Weihenstephan: Präsentation von 2 Postern

21.01.2009: Projektbesprechung in Freising (Öko-Verbände, Landwirte, Versuchsansteller, LfL-Kollegen und H. Ostbomke von der BLE)

27.01.2010: Projektbesprechung in Freising (Öko-Verbände, Landwirte, Versuchsansteller, LfL-Kollegen und H. Ostbomke von der BLE)

26.01.2011: Projektbesprechung in Freising Öko-Verbände, Landwirte, Versuchsansteller und LfL-Kollegen

17.03.2011: Workshop „Dialog von Wissenschaft und Praxis“, 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 15.-18. März 2011, Gießen

01.07.2011: Vortrag im Rahmen des Öko-Feldtages (Ökoverband Gäa) in Niederschöna (Sachsen)

27.10.2010: Beraterfachtagung der SÖL in Fulda

27.05.2010: Vortrag im Workshop: Erkennen von Brandkrankheiten im Getreide, Dottenfelder Hof

24.01.2012: Vortrag im Rahmen der Bioland-Wintertagung Mitte 2012, Gießen, Schloß Rauschholzhausen



## Internetveröffentlichungen

- ✓ <http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung>
- ✓ [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p\\_32847.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_32847.pdf)
- ✓ [http://orgprints.org/16149/1/Dressler\\_et\\_al\\_2009\\_Steinbrand.pdf](http://orgprints.org/16149/1/Dressler_et_al_2009_Steinbrand.pdf)
- ✓ [http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/33554/dressler\\_vdlufa\\_ka\\_09.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/33554/dressler_vdlufa_ka_09.pdf)
- ✓ [http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/33554/gumpenstein\\_mit\\_witterung.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/33554/gumpenstein_mit_witterung.pdf)
- ✓ <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA-June16-1040-SympSession1-P3-Dressler.pdf>
- ✓ [http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/33554/vdlufa\\_kiel\\_dressler\\_10.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/33554/vdlufa_kiel_dressler_10.pdf)
- ✓ <http://orgprints.org/view/projects/int-con-2011-wita.html>
- ✓ [http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/3354/dressler\\_wiss\\_oeko\\_giessen\\_2011.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/saatgutenerkennung/3354/dressler_wiss_oeko_giessen_2011.pdf)

## II. Anhang zum Schlussbericht

1. Mit dem erreichten Forschungsziel wird die Produktqualität des erzeugten Öko-Weizen im Konsumbereich und bei der Saatgutvermehrung verbessert.
2. Mit dem Forschungsprojekt war erstmals eine Gesamtbetrachtung bei Zwergsteinbrand und Steinbrand ausgehend vom Befall im Boden bzw. Saatgut über den Befall im Bestand und später im Erntegut und die Veränderung des Brandsporenpotenzials im Boden nach der Ernte möglich. Aufgrund dieser Erkenntnisse war es überhaupt erst möglich, die Problematik der Schwellenwerte in Angriff zu nehmen.
3. Als Erfindung kann die Untersuchungsmethode zur Bestimmung des Brandsporenpotenzials im Boden bezeichnet werden. Die Nachfrage nach dieser Untersuchungsmethode aus dem In- und Ausland ist groß. Vor der Weitergabe dieser Untersuchungsmethode müssen noch einige technische Verbesserungen vorgenommen werden.
4. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten werden als sehr positiv betrachtet, insbesondere unter dem Aspekt des Nebenergebnisses, dass zwischen den Sorten erhebliche Unterschiede in der Anfälligkeit bezüglich Brandkrankheiten bestehen. Positiv stimmt, dass gerade neuere Sorten aus ökologischer Züchtung eine geringere Anfälligkeit gegenüber Brandkrankheiten aufweisen.
5. Die ermittelten Schwellenwerte und weniger anfälligen Sorten werden von der staatlichen Beratung sowie den Ökoverbänden auf Tagungen, Versammlungen und Rundbriefen den Landwirten mitgeteilt.
6. In diesem Projekt wurde erstmals das Brandsporenpotenzial im Boden ermittelt. Die nächste spannende Frage die ansteht lautet: wie hoch ist der Anteil infektiöser Brandsporen von den insgesamt ermittelten Sporen? Eine weitere Frage ist, ob sich die Infektionsfähigkeit der Brandsporen durch eine entsprechende Fruchtfolgegestaltung und Biofumigation beeinflussen lässt?
7. Die Ergebnisse werden im Internet sowie in der Fachpresse publiziert. Von Seiten der Beratung liegt eine Vielzahl von Anfragen vor, um die Ergebnisse nutzen zu können. Die Ergebnisse werden auf Wissenschaftstagen (VDLUFA-Kongresse, Öko-Landbautage Beraterfachtagungen, ...) und Workshops einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt
8. Der Zeitplan und das finanzielle Budget wurden eingehalten. Aufgrund der Nebenergebnisse „Sortenanfälligkeit“ bezüglich Brandkrankheiten konnte das Projekt dankenswerterweise um ein Jahr verlängert werden.