

## Physikalische Verfahren zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Anbau

### Physical methods for treating seed in organic farming

W. Vogt-Kaute<sup>1</sup>, H. Spieß<sup>2</sup>, M. Jahn<sup>3</sup>, F. Waldow<sup>3</sup>, E. Koch<sup>4</sup>, R. Wächter<sup>4</sup>,  
K. J. Müller<sup>5</sup> und K. P. Wilbois<sup>6</sup>

**Keywords:** Crop farming, Plant protection, Seed-borne diseases

**Schlagwörter:** Pflanzenbau, Pflanzenschutz; Samenbürtige Krankheiten

#### Abstract:

*A variety of physical treatment methods are able to kill pathogens on and in seeds non-selectively. In all cases, the application of these methods requires optimisation of the relevant treatment parameters such as temperature, treatment time or energy dose. The optimum treatment effect is achieved when the selected parameters induce a maximum reduction of infestation without relevant impairment of germination capacity and plant growth. It has been confirmed that different physical measures can be used for the control of seed-borne pathogens. The "classical" hot water treatment method is suitable for a wide range of seeds. Further procedures like the hot air seed treatment method "Thermoseed<sup>®</sup>", the vacuum-steam treatment method Steamlab, and others are also suitable.*

#### Einleitung und Zielsetzung:

Physikalische Behandlungsmethoden können samenbürtige Krankheiten sehr gut reduzieren. Ihr wesentlicher Vorteil ist, dass sie, im Gegensatz zu Saatgutbehandlungsmitteln, keine Zulassung durch die Behörden benötigen und damit der ökologischen Landwirtschaft schnell zur Verfügung stehen. Weiterhin ist die Vermarktung von Partien, die nicht als Saatgut verwendet wurden, in der Regel möglich. Die Wirksamkeit der Behandlung hängt insbesondere davon ab, wo der zu bekämpfende Schaderreger lokalisiert ist. Oberflächlich anhaftende Erreger, z.B. *Tilletia tritici* (Weizensteinbrand), sind gut zu bekämpfen. Befindet sich der Erreger dagegen tiefer im Samen, z.B. *Ustilago nuda* (Gerstenflugbrand), ist die Bekämpfung wesentlich schwieriger. Ein Nachteil physikalischer Behandlungsmethoden ist die oft notwendige Anpassung der Behandlungsparameter an die jeweilige Qualität der Saatgutpartie.

#### Methoden:

Im Rahmen des Projektes 03OE127/2 „Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau“ des Bundesprogramms Ökologischer Landbau wurden ausgewählte Verfahren der Saatgutbehandlung in Labor-, Feld- oder Praxisversuchen bewertet. Für diesen Beitrag wurden die Ergebnisse zu Warmwasser- und Heißwasserbehandlung mit natürlich infiziertem Saatgut ausgewählt und für das Jahr 2006 zusammenfassend dargestellt. Weitere Verfahren mit natürlich infiziertem Saatgut wurden in einzelnen Labor- und Praxisversuchen

---

<sup>1</sup>Naturland e.V., Kleinhaderner Weg 1, 82166 Gräfelfing, Deutschland, W.Vogt-Kaute@naturland.de

<sup>2</sup>IBDF im Forschungsring e.V., Zweigstelle Dottenfelderhof, 61118 Bad Vilbel, Deutschland

<sup>3</sup>BBA, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Deutschland

<sup>4</sup>BBA, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstraße 243, 64287 Darmstadt, Deutschland

<sup>5</sup>GfgF e.V., Getreidezüchtungsforschung Darzau, Darzau Hof 1, 29490 Neudarchau, Deutschland

<sup>6</sup>Forschungsinstitut für biologischen Landbau Deutschland e.V., Galvanistr. 28, 60486 Frankfurt, Deutschland

gestestet. Im Vergleich dazu werden die sonstigen derzeitigen verfügbaren physikalischen Verfahren diskutiert.

### Ergebnisse und Diskussion:

Heiß- und Warmwasserbehandlung des Saatgutes sind klassische Verfahren des Pflanzenschutzes, die bereits Ende des 19. Jahrhunderts zur Bekämpfung der Brände angewandt wurden. Viele Jahrzehnte lang waren sie bis zur Einführung der chemischen Beizmittel eine Standardmaßnahme zur Bekämpfung vieler Krankheiten. Die Heiß- und die Warmwasserbehandlung gehören zu den wenigen Methoden, die eine gute Wirkung gegen die im ökologischen Landbau schwer bekämpfbaren Krankheiten wie den Flugbrand besitzen. Das zentrale Problem der Behandlung besteht in der richtigen Kombination von Behandlungsdauer und Behandlungstemperatur, um sowohl die Keimfähigkeit nicht zu beeinträchtigen als auch die Bekämpfung des Erregers sicherzustellen. Während sich dies im Labormaßstab für kleine Saatgutmengen gut realisieren lässt, ist die Behandlung großer Saatgutmengen unter Praxisbedingungen schwierig. Oft wird mit umgerüsteten Behältern, z.B. Käsereikesseln, gearbeitet. Ein weiteres Problem ist die notwendige Rücktrocknung des Saatgutes. Die Termini „Heißwasserbehandlung“ und „Warmwasserbehandlung“ sind bisher nicht definiert. Häufig sind mit „Warmwasserbehandlung“ Temperaturen um 45 °C und eine längere Behandlungsdauer gemeint. Die „Heißwasserbehandlung“ schließt oft ein Vorquellen des Saatgutes, gefolgt von einem kurzzeitigen Heißwasserbad (>50 °C) ein.

Tab.1: Wirkung von Warm- und Heißwasserbehandlung gegen Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) an Winterroggen (WR), Schneeschimmel (*M. nivale*), *Fusarium* spp, Septoria (*Septoria nodorum*) an Winterweizen (WW), Flugbrand (*Ustilago nuda*), Streifenkrankheit (*Drechslera graminea*) an Sommergerste (SG) und Flugbrand (*Ustilago avenae*) an Hafer in Feldversuchen.

Krankheit/Getreideart	Behandlung	Wiebrechtshausen 2006 Feldaufgang relativ zu unbehandelt	Dottenfelder Hof 2006 Feldaufgang relativ zu unbehandelt
Schneeschimmel WR	Warmwasser	112 (Rang 2 von 8)	93 (Rang 4 von 9)
	Heißwasser	96 (Rang 5 von 8)	90 (Rang 7 von 9)
Schneeschimmel WW	Warmwasser	174 (Rang 1 von 8)	115 (Rang 1 von 8)
	Heißwasser	151 (Rang 3 von 8)	111 (Rang 4 von 8)
<i>Fusarium</i> spp. WW	Warmwasser	120 (Rang 1 von 8)	102 (Rang 2 von 8)
	Heißwasser	109 (Rang 3 von 8)	102 (Rang 3 von 8)
Septoria WW `Batis`	Heißwasser	134 (Rang 1 von 3)	110 (Rang 1 von 3)
Septoria WW `Naturastar`	Heißwasser	100 (Rang 2 von 3)	106 (Rang 1 von 3)
		<b>Befall relativ in%</b>	<b>Befall relativ in%</b>
Flugbrand Hafer	Heißwasser	0,0 (Rang 1 von 5)	0,0 (Rang 1 von 5)
			<b>Darzu 2006</b>
Streifenkrankheit SG	Warmwasser	2,9 (Rang 2 von 5)	6 (Rang 3 von 4) 0 bei 120 min
Flugbrand SG	Warmwasser	39,3 (Rang 3 von 5)	60 (Rang 3 von 4) 6 bei 120 min

Warmwasser: WR und WW 45 °C 120 min, SG 43 °C 60 min.

Heißwasser: WR und WW 52 °C 20 min, Hafer 56 °C 10 min und 59 °C 6 min.

Angaben in Klammern: Rang innerhalb des entsprechenden Versuches im Vergleich mit den davor im Laborversuch als Erfolg versprechend ausgewählten Behandlungen.

In Tab. 1 ist die erzielte Wirkung gegen wichtige Auflaufschaderreger, den Flugbrand an Sommergerste und Hafer sowie die Streifenkrankheit der Gerste dargestellt. Eine den Auflauf verbessernde Wirkung bei infiziertem Saatgut durch Warm- und Heißwasserbehandlung wurde in den meisten Versuchen erreicht. Gegen die Fusariosen, insbesondere den Schneeschimmel, konnte eine höhere Wirkung der Warm- als der

Heißwasserbehandlung nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse wurden im Erdtest unter kontrollierten Bedingungen bestätigt. Die Wirkung gegen die Brände war unterschiedlich. Während der nicht in das Innere des Samens eindringende Haferflugbranderreger sehr gut bekämpft wurde, waren die Ergebnisse gegen den Flugbrand der Gerste in Abhängigkeit von Temperatur und Dauer in den drei Versuchsjahren sehr unterschiedlich. Eine ungenügende Wirkung der Heißwasser- und Warmwasserbehandlung wurde gegen *Ascochyta pisi* an Erbsen festgestellt. Im Jahr 2004 war nach Warmwasserbehandlung mit 120 min der Feldaufgang reduziert. In verschiedenen Laborversuchen zeigte heiße Luft mit einer relativen Feuchte von 85% bis nahe 100% eine gute Wirkung gegen samenbürtige Krankheiten. Die gegen Steinbrand, Septoria und Schneeschimmel erzielten sehr guten Ergebnisse an Weizen konnten auch für Streifenkrankheit und Netzfleckenkrankheit an Gerste annähernd erreicht werden, während sich der Gerstenflugbranderreger als hitzetoleranter erwies als das Saatgut (DIETHART et al. 2003). In eigenen Untersuchungen lag der relative Befall mit Netzflecken an Sommergerste nach Feuchtheißluftbehandlung bei 11,6% (unbehandelte Kontrolle = 100). Der Feldaufgang von Trittle (Befall 30% *M. nivale*) konnte nicht verbessert werden. Dieses nunmehr unter der Bezeichnung „Thermoseed<sup>®</sup>“ von der schwedischen Firma Acanova AB angewendete Verfahren steht mit einer Großanlage und einer Kapazität von ca. 200 t pro Tag in Südschweden seit Herbst 2005 der Praxis zur Verfügung.

Unter dem Namen Steamlab wird die Vakuum-Dampf-Behandlung praktisch genutzt. Das auf einem Vakuum-Sattdampf-Zyklus basierende Verfahren der Firma Steamlab Systems Hamburg dient vor allem zur Entkeimung von Lebensmitteln, z.B. Gewürzen. In einer Druckkammer werden spezifische atmosphärische Bedingungen mit Temperaturen zwischen 70 °C und 125 °C geschaffen. In eigenen Untersuchungen wurde eine gute Wirkung gegen Weizensteinbrand und gegen Schwarzfäule der Möhre (*Alternaria radicina*) erreicht, bei der Blattfleckenkrankheit der Petersilie (*Septoria petroselinii*) wurde dagegen keine Reduzierung der Sporenzahl ermittelt. Aufgrund der hohen Kosten kommt das Verfahren nur für wertvolles Saatgut, z.B. von Gemüse und Arznei- und Gewürzpflanzen, in Frage. Ein Verfahren der Ultraschall-Dampf-Behandlung mit der Bezeichnung „Sonosteam“ dient ebenfalls zur Oberflächenentkeimung von Lebensmitteln, wird aber schon von Saatgutfirmen vor allem im Bereich Gemüsesaatgut angewandt. Einige positive Ergebnisse liegen zu Steinbrand an Weizen und Dinkel vor (BORGEN et al. 2005). Eigene Laborversuche zu Schneeschimmel an Winterroggen (Befall 20%) brachten keine Beeinflussung. Der Ultraschall verändert die Oberfläche des Saatgutes, so dass der heiße Dampf besser an das Saatgut gelangt und damit die Wirkung verbessert wird.

Seit einigen Jahren ist eine Bürstmaschine der Firma Westrup, Dänemark auf dem Markt, mit der die oberflächlich anhaftenden Sporen des Weizensteinbrandes weggebürstet werden können. In eigenen Praxisversuchen bei Erhöhung der Stundenleistung konnten die beschriebenen Wirkungsgrade von 97% ohne und 99% mit Vorreinigung (BORGEN 2005) nicht ganz erreicht werden. Sie lagen aber dennoch zwischen 94,6% und 99,3%. Zur Erhöhung der Keimfähigkeit im Kalttest bei Befall mit Schneeschimmel führte das Verfahren zu keinen eindeutigen Ergebnissen.

Die Elektronenbehandlung nutzt den ionisierenden Effekt elektromagnetischer Wellen im kurzwelligen Bereich von <100 nm.

Die Energie der niedrigenergetischen Elektronen kann so gesteuert werden, dass die Eindringtiefe begrenzt und das Saatgut nicht durchstrahlt wird. In über 150 Freilandversuchen wurde die Praxisreife der Behandlung bestätigt (JAHN et al. 2005). Weizensteinbrand und Septoria werden sehr gut bekämpft. Die Wirkung gegen Fusarien und Schneeschimmel hängt davon ab, wie tief sich der Erreger im Samen befindet. Flugbrand im Embryo wird nicht erreicht. Auch bei einer Reihe von Gemüse-

krankheiten ist das Verfahren gut wirksam. Die e-ventus Pilotanlage „Wesenitz 2“ steht mit einer Stundenleistung von 20 bis 30 Tonnen der Praxis zur Verfügung. Das Verfahren ist im ökologischen Landbau zulässig, wenngleich nicht unumstritten. Die von der Universität Göttingen entwickelten Verfahren der Behandlung mit Mikrowellen-Dampf und Hochfrequenzwellen wurden trotz guter Ergebnisse gegen *Fusarium* spp., Schneeschimmel und *Phoma betae* an Zuckerrüben nicht bis zur Praxisreife weiterentwickelt. Die Behandlung mit Infrarotlicht oder mit Infrarotlicht in Kombination mit Rotlicht erhöht die Keimfähigkeit verschiedener Kulturen (VASILENKO 2000). Die Methode wurde insbesondere bei Tomaten angewandt. In eigenen Untersuchungen konnte die Keimfähigkeit von Roggen, der mit Schneeschimmel befallen war (36,6%), im Kalttest durch dieses Verfahren nicht verbessert werden.

Die Methode der Rauchbehandlung basiert auf dem traditionellen finnischen Verfahren der „Riihi“-Gebäude und wurde von Öko-Landwirt Markku Välimäki in moderne Technologie übergeführt. Einer Getreidetrocknungsanlage, die mit Holzhackschnitzeln direkt befeuert wird, wird im Winter Luft mit hoher Luftfeuchtigkeit zugemischt. Falls verfügbar, werden Reisig oder für bestimmte Krankheiten Kiefernholz bevorzugt. Die Keimfähigkeit ist in der Regel verbessert, wenngleich ein direkter Einfluss auf den Schaderreger nicht immer nachzuweisen ist. Das Verfahren kann nicht im Labormaßstab nachgeahmt werden. Der bekannte Effekt von Dampf scheint hier mit aktiven Substanzen im Rauch kombiniert zu werden.

#### **Schlussfolgerungen:**

Es wurde gezeigt, dass mit einer Reihe von physikalischen Verfahren samenbürtige Pathogene sowohl bei Großkulturen, in erster Linie Getreide, als auch an Kleinsämereien wie Gemüse gut bis sehr gut bekämpft werden können.

#### **Danksagung:**

An den Projektförderer BMELV 'Bundesprogramm Ökologischer Landbau'.

#### **Literatur:**

Diethart I., Weinhappel M., Girsch G., Hartl W. (2003): Wärmebehandlung von Getreidesaatgut – eine Alternative zur Bekämpfung von samenbürtigen Krankheiten. In: Freyer B. (Hrsg.) Ökologischer Landbau der Zukunft; Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien 2003, S. 543-544.

Borgen A. (2005): Removal of common bunt spores from wheat seed lots by brush cleaning. [www.icarda.org/News/Seed%20Info/SeedInfo\\_29/ResearchNotes\\_29.htm](http://www.icarda.org/News/Seed%20Info/SeedInfo_29/ResearchNotes_29.htm) (Abruf 2.1.2007).

Borgen A., Krebs N., Langkjaer C. (2005): Novel development of heat treatment techniques for seed surface sterilisation. In: Abstract booklets: ISTA, 5<sup>th</sup> SHC Seed Health Symposium, Angers, France, May 10<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> 2005, S. 28.

Jahn M., Röder O., Tigges J. (2005): Die Elektronenbehandlung von Getreidesaatgut – Zusammenfassende Wertung der Freilandergebnisse. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 399, 126 S.

Vasilenko V. (2000): Red/infrared light from light emitting diodes stimulates germination and improves vigour of seedlings, In: 30<sup>th</sup> international conference of environmental systems, Toulouse, France, July 10-13, 2000.