

Untersuchungen zur Wärmebehandlung von Getreidesaatgut im Hinblick auf die Effizienz der Sanierung samenbürtiger Pathogene und Auswirkungen auf den Gebrauchswert des Saatgutes

M. WEINHAPPEL, L. GIRSCH, W. HARTL und I. DIETHART

Einleitung - Problemstellung

Die zentrale Funktion von Saatgut ist ein möglichst vollständiges und schnelles Hervorbringen von kräftigen, vitalen und gesunden Pflanzen, optimalerweise unter seiner natürlichen Beschaffenheit. Die Wärmebehandlung soll Krankheitserreger auf und im Saatgut abtöten oder zumindest in der Vitalität derart vermindern, so dass keine Beeinträchtigung des keimenden Samens und der entstehenden Pflanzen durch die Krankheitserreger hervorgerufen wird. Der Sanierungserfolg sollte, wie auch bei anderen sanierenden Maßnahmen gefordert, keine oder jedenfalls nur geringe Nebenwirkungen auf die relevanten Qualitätsmerkmale bei Getreide hervorrufen.

Im EU-Innovationsprojekt FAIR CT97-3664 wurden Versuchsanstellungen zur Prüfung der praktischen Eignung von wärmebehandeltem Saatgut durchgeführt, wobei in dieser Arbeit nicht auf technische Verfahren, sondern speziell auf die Ergebnisse zur Sanierung von samenbürtigen Pathogenen und die Auswirkungen auf den Gebrauchswert bei den von den schwedischen Projektpartnern durchgeführten Wärmebehandlungsvarianten eingegangen wird.

Die Überprüfung der Wirkung und Auswirkungen der Wärmebehandlung wurde so umfassend wie möglich gestaltet. Insbesondere Auswirkungen auf die Anbaueignung von wärmebehandeltem Saatgut sind beinhaltet. Daraus ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Wie hoch ist bei den jeweiligen Behandlungsvarianten der Sanierungserfolg bei den untersuchten Pathogenen?
- Werden durch die Wärmebehandlung auch physiologische Schädigungen in-

duziert, die negative Auswirkungen auf die Keimfähigkeit, Triebkraft bzw. auf den Feldaufgang haben und somit das Saatgut für die praktische Anwendung unbrauchbar machen?

- Welche Untersuchungsmethoden sind für die Klärung der Fragestellungen zielführend, speziell im Hinblick auf die Beurteilung physiologischer Schädigungen im Rahmen der Keimfähigkeits-, Lebensfähigkeits- und Triebkraftprüfung?

Material und Methoden

Untersuchungsproben

Vordergründiges Kriterium bei der Auswahl der Untersuchungsproben war ein möglichst vollständiges Einbeziehen von in Österreich bedeutenden obligat und fakultativ samenbürtigen Krankheitserregern (Tabelle 1). In Summe wurden 21 Ausgangssaatgutproben in die Auswertungen aufgenommen.

Tabelle 1: Aufstellung der untersuchten Ausgangsproben/Versuchsglieder pro Pathogen mit dem jeweiligen Infektionsausmaß (in Zahl-%, Steinbrand in Sporen pro Korn)

Art / Pathogen	Anzahl der Ausgangsproben/ Versuchsglieder		Infektionsausmaß
Winterweizen (<i>Triticum aestivum</i>):			
Gewöhnlicher Steinbrand (<i>Tilletia caries/foetida</i>)	3 / 30		250 - >1000 Sp./K
Septoria-Saatgutverseuchung (<i>Septoria nodorum</i>)	6 / 60		12 - 60%
samenbürtiger Schneeschimmel (<i>Fusarium nivale</i>)	2 / 20		8 / 10%
Winterroggen (<i>Secale cereale</i>):			
samenbürtiger Schneeschimmel (<i>Fusarium nivale</i>)	2 / 20		10 / 56%
Sommergerste (<i>Hordeum vulgare</i>):			
Flugbrand (<i>Ustilago nuda</i>)	3 / 15		0,6 - 1,8%
Netzfleckenkrankheit (<i>Drechslera teres</i>)	2 / 10		60 / 81%
Streifenkrankheit der Gerste (<i>Pyrenophora graminea</i>)	1 / 10		16%
Hafer (<i>Avena sativa</i>):			
Streifenkrankheit des Hafers (<i>Pyrenophora avenae</i>)	2 / 10		10 / 20%

Für jede Ausgangssaatgutprobe wurde von den schwedischen Projektpartnern die Konzeption der Versuchsglieder und die Wärmebehandlung vorgenommen. Von jeder Ausgangssaatgutprobe wurden zwei verschiedene Wassergehaltsvarianten hergestellt, wobei Wassergehalt 1 annähernd dem natürlichen Wassergehalt entsprach (ca. 10-12%) und Wassergehalt 2 auf 14% standardisiert wurde (Abbildung 1).

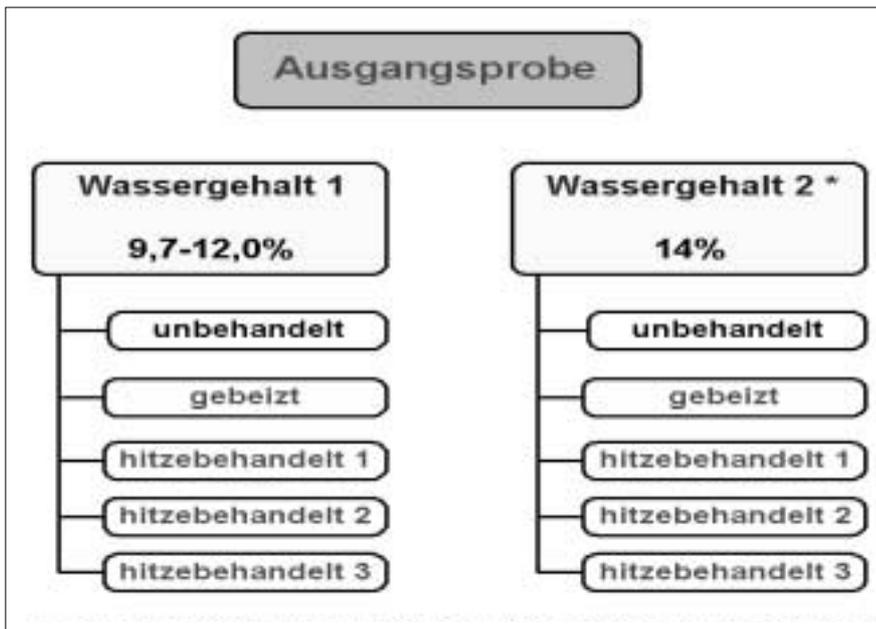
Von jeder Wassergehaltsvariante pro Ausgangssaatgutprobe wurden jeweils 3 Chargen einer Wärmebehandlung unterzogen, weiters wurde zusätzlich eine unbehandelte und eine chemisch gebeizte Charge mituntersucht (Abbildung 1).

Das Temperaturintervall zwischen den Behandlungsvarianten betrug ca. 3°C.

Anhand von Voruntersuchungen und Ergebnissen aus dieser Arbeit zeigte sich, dass für die jeweilige Kulturart oder Sorte die Temperatur für eine optimale Behandlung nicht standardisierbar ist, son-

Autoren: Dipl.-HLFL-Ing. Manfred WEINHAPPEL und Hofrat Dipl.-Ing. Leonhard GIRSCH, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Saatgut, Spargelfeldstraße 192, A-1226 WIEN, Dr. Wilfried HARTL und Ivoneta DIETHART, Ludwig-Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau und Angewandte Ökologie, A-1110 WIEN





Temperaturintervall zwischen den Behandlungsvarianten: ca 3°C

* bei Sommergerste- und Haferproben gab es nur Versuchsglieder zu Wassergehalt 1

Abbildung 1: Schema der Versuchsglieder pro Ausgangssaatgutprobe

den diese von Probe zu Probe bzw. Fall zu Fall angepasst werden muss. Deshalb sind im Versuchsgliederschema und in zusammenfassenden Auswertungen (Abbildung 3 bis 6) keine absoluten Temperaturwerte eingetragen. Beim Großteil der Versuchsglieder lag die Temperatur im Bereich zwischen 65 und 85°C.

Die Proben dieses Projektabschnittes wurden überwiegend mit den beiden ersten Ausbaustufen der technischen Anlage durchgeführt. Bei der zweiten Ausbaustufe war bereits eine deutliche Reduzierung der angegebenen Temperaturen möglich. Physiologische Schädigungen traten in geringerem Maße auf.

Untersuchungsmethoden

Bei der Auswahl der Untersuchungsmethoden waren folgende Aspekte im Zusammenhang mit den erwähnten Fragestellungen maßgeblich:

- im Hinblick auf eine zukünftige Anerkennung bzw. Zertifizierung von wärmebehandeltem Saatgut sind rechtlich relevante Methoden (insbesondere ISTA oder weitere internationale Methoden) vorzusehen.
- darüber hinaus sind Methoden einzusetzen, die geeignet sind den Befall mit Pathogenen, die einen Einfluss auf die Keimfähigkeit haben (z.B. *Septoria nodorum*, *Fusarium nivale*), zu erfassen.

Durch die Wärmebehandlung möglicherweise hervorgerufene physiologische Schädigungen, die den Gebrauchswert von Saatgut maßgeblich beeinträchtigen, sind durch geeignete Methoden aufzuzeigen.

In Ergänzung dazu standen Feldversuche zur

- Bewertung des Feldaufganges und der
- Bewertung infizierter Pflanzen am Feld bei obligat samenbürtigen Krankheitserregern wie Gewöhnlichem

Basierend auf den genannten Auswahlkriterien wurden folgende Untersuchungen und Methoden angewandt:

- Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung in 20°C (EU-konforme Keimfähigkeitsprüfmethode) (ANONYMUS 1)

Winterweizen: (<i>Triticum aestivum</i>)	FF; 20°C, D; 04/08 Tage; Vk 03 Tage 7°C, D;
Winterroggen: (<i>Secale cereale</i>)	FF; 20°C, D; 04/07 Tage; Vk 03 Tage 7°C, D;
Sommergerste: (<i>Hordeum vulgare</i>)	FF; 20°C, D; 04/07 Tage; Vk 03 Tage 7°C, D;
Hafer: (<i>Avena sativa</i>)	FF; 20°C, D; 05/10 Tage; Vk 03 Tage 7°C, D;

- Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung in 10°C (Gebrauchswertprüfung) (ANONYMUS 2)

Winterweizen: (<i>Triticum aestivum</i>)	FF; 10°C, D; 10/14 Tage;
Winterroggen: (<i>Secale cereale</i>)	FF; 10°C, D; 10/14 Tage;
Sommergerste: (<i>Hordeum vulgare</i>)	FF; 10°C, D; 10/14 Tage;
Hafer: (<i>Avena sativa</i>)	FF; 10°C, D; 10/14 Tage;

- Pathogenspezifische Gesundheitsprüfung (ANONYMUS 2 und 3)

Septoria-Saatgutverseuchung (*Septoria nodorum*):
 FP-Fluoreszenzmethode; FP + 0,04% Botran; 3 Tage 20°C, D, 5 Std. -20°C,
 4-7 Tage 28°C, D

Schneeschnitz (*Fusarium nivale*):
 Agar-Methode; 10 Min. 1% NaOCl; PDA; 7 Tage 20°C, D

Streifenkrankheit des Hafers (*Pyrenophora avenae*):
 FP-Methode-makro; 1 Std. 130°C; FP + 0,04% Botran + Baumwollblau; 14 Tage 20°C, D

Streifenkrankheit der Gerste (*Pyrenophora graminea*):
 Agar-Methode; 10 Min. 1% NaOCl; PDA; 7 Tage 20°C, D

Steinbrand, Flugbrand bei Gerste und Streifenkrankheit der Gerste zur Verfügung. Die Versuchsanlage erfolgte als Blockanlage, 600 Korn Aussaatmenge pro Parzelle und Versuchsglied im Einzelkornsäverfahren in vierfacher Wiederholung (Abbildung 2). Als Versuchsstandort wurde Groß-Enzersdorf bei Wien im pannonischen Trockengebiet gewählt.

Untersuchungsergebnisse

Untersuchungsergebnisse im Hinblick auf die Sanierung des Saatgutbefalles mit den jeweiligen Pathogenen

Die in diesem Berichtsbereich gezeigten Abbildungen stellen die jeweiligen Untersuchungsergebnisse als Liniendiagramme dar. Dieser Darstellungsform wurde trotz der unproportionalen Skalierung auf der Abszisse und der nicht linear verlaufenden Verbindung zwischen den Datenpunkten gegenüber einem Balkendiagramm der Vorzug gegeben, da sie anschaulicher die Befallsentwicklung bei den einzelnen Behandlungsvarianten skizziert.

Im Hinblick auf eine statistische Modellierung der Untersuchungsergebnisse wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. K. MODER vom Institut für Mathematik und Angewandte Statistik der Universität für Bodenkultur das Datenmaterial bearbeitet.

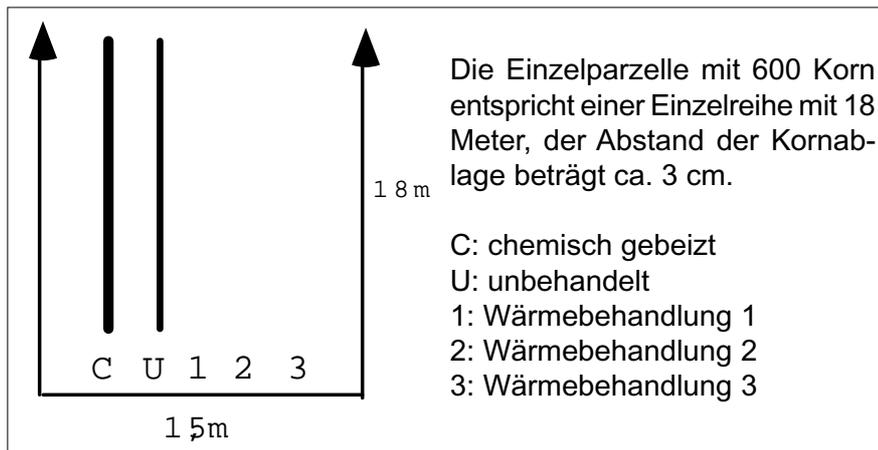


Abbildung 2: Schema der Parzellenanlage im Feldversuch

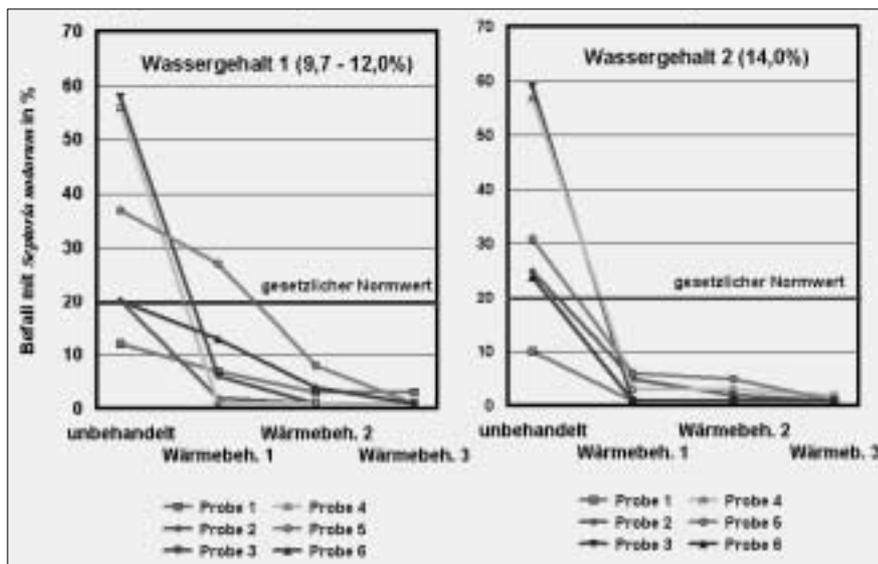


Abbildung 3: Sanierungseffekt der Wärmebehandlung bei *Septoria*-Saatgutverseuchung (*Septoria nodorum*) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*)

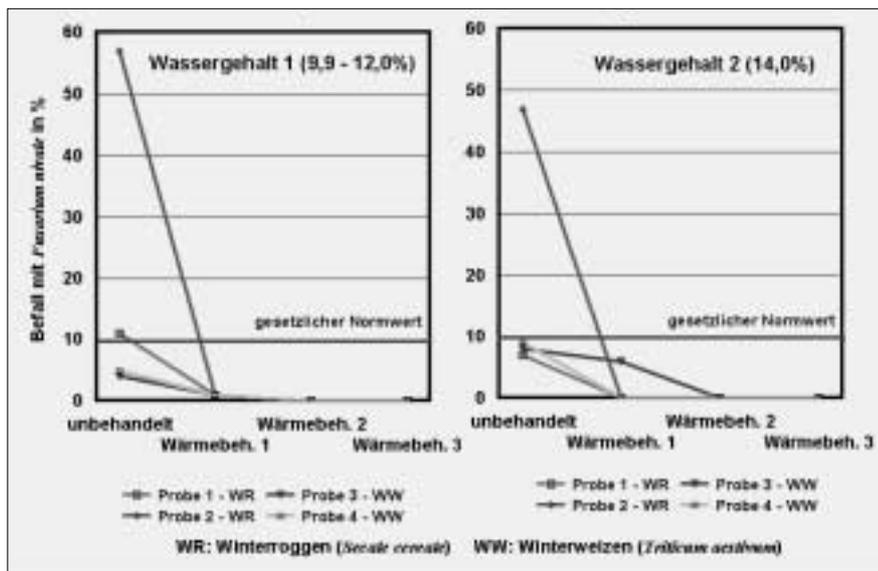


Abbildung 4: Sanierungseffekt der Wärmebehandlung bei Befall mit samenbürtigem Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) bei Winterroggen und Winterweizen

Befall mit *Septoria*-Saatgutverseuchung (*Septoria nodorum*) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*)

Im Hinblick auf die Sanierung der *Septoria*-Saatgutverseuchung bei Weizen konnten im Laborversuch durchaus positive Effekte der Wärmebehandlung festgestellt werden (Abbildung 3). Mit Ausnahme von Probe 5 bei Wassergehaltsvariante 1 konnte bereits bei der niedrigsten Behandlungstemperatur eine Reduktion des Befalles erreicht werden, sodass der in Österreich für unbehandeltes Saatgut festgelegte Normwert von 20% (in Abbildung 3 fett liniert) (ANONYMUS 2) unterschritten wurde. Dies auch bei jenen Proben, deren Infektionsniveau bei rund 60% gelegen war. Speziell die Behandlungstemperaturen bei Wassergehalt 2 führten zu einer weitreichenden Sanierung des Befalles, die sich generell bei den höheren Behandlungstemperaturen 2 und 3 mehr oder weniger vervollständigte. Die eingesetzten Behandlungstemperaturen waren von Probe zu Probe unterschiedlich und bewegten sich bei der Behandlung von *Septoria nodorum* zwischen 63 und 86,5°C.

Befall mit samenbürtigem Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) bei Winterroggen (*Secale cereale*) und Winterweizen (*Triticum aestivum*)

Bei den Untersuchungsproben, die mit samenbürtigem Schneeschimmel infiziert waren, zeigte die Wärmebehandlung bei der Befallsermittlung im Labor einen zufriedenstellenden Wirkungsgrad (Abbildung 4). Bereits bei der Behandlung mit der niedrigsten Temperatur war mit Ausnahme von Probe 3 - Winterweizen eine annähernd vollständige Sanierung gegeben. Der in Österreich für samenbürtigen Schneeschimmel rechtlich verankerte Normwert für unbehandeltes Saatgut von 10% (ANONYMUS 2) wurde auch bei massiv befallenen Proben unterschritten. Der Temperaturbereich der Behandlung lag je nach Probe und Wassergehalt zwischen 63 und 84,4°C.

Befall mit Krankheitserregern der Gattung *Drechslera*

Zu den in Österreich bedeutendsten Krankheitserregern aus der Gattung *Drechslera* bei Gerste und Hafer zählen die Netzfleckenkrankheit (*Drechslera teres*) und Streifenkrankheit der Gerste

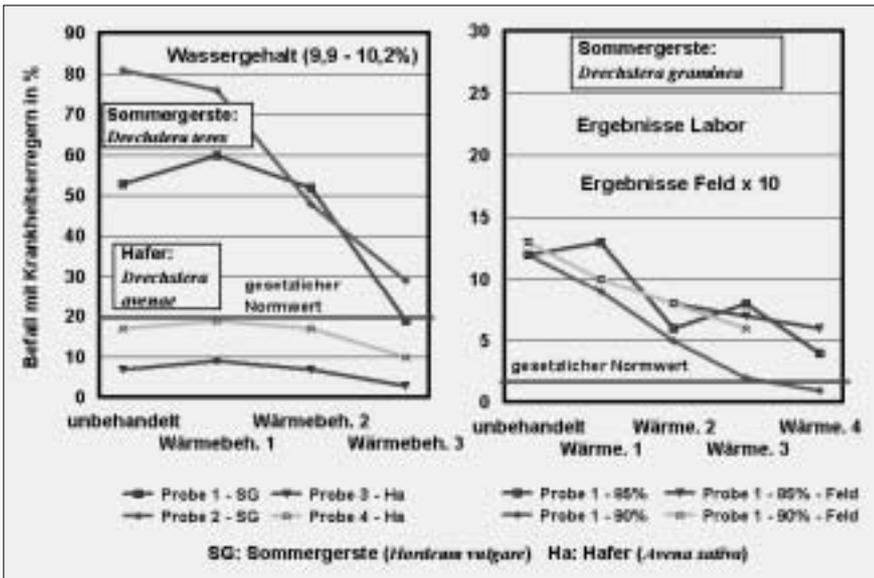


Abbildung 5: Sanierungseffekt der Wärmebehandlung bei Krankheitserregern der Gattung *Drechslera* (*Drechslera* spp.) bei Sommergerste und Hafer

(*Drechslera graminea*) sowie die Streifenkrankheit bei Hafer (*Drechslera avenae*). Bei Netzfleckenkrankheit und der Streifenkrankheit des Hafers werden durch die Wärmebehandlung nur bei der Behandlungsvariante mit der höchsten Temperatur signifikant Reduktionen des Befalles bei der Untersuchung im Labor erreicht.

Der errechnete Wirkungsgrad liegt nur bei rund 50 bis 60%, so dass bei dem vorliegenden Probenmaterial nicht von einer effizienten Wirkung der Wärmebehandlung gegenüber diesen beiden Pa-

thogenen gesprochen werden kann (Abbildung 5, links).

Bei den Untersuchungen zur Effizienz der Wärmebehandlung zur Bekämpfung der Streifenkrankheit der Gerste wurden Befallsergebnisse im Rahmen von Laborprüfungen als auch im Rahmen von Feldversuchen ermittelt. Die Anzahl der infizierten Pflanzen am Feld wurde mit dem Faktor 10 erhöht. Die Behandlung dieser Probe erfolgte mit einer neueren Ausbaustufe der technischen Apparatur, die auch die relative Luftfeuchtigkeit der Behandlungsluft steuert (Abbildung 5,

rechts; Variante 85 bzw. 90%). Ähnlich wie bei den vorhin beschriebenen Erregern der Gattung *Drechslera* war auch bei der Streifenkrankheit der Gerste eine Reduktion des Befalles festzustellen, Befallsfreiheit oder Unterschreitung des in Österreich geltenden Schwellenwertes konnte jedoch auch bei durchschnittlich hoch belastetem Ausgangsmaterial nicht signifikant erreicht werden.

Befall mit Flugbrand (*Ustilago nuda*) bei Sommergerste (*Hordeum vulgare*) und Gewöhnlichem Steinbrand (*Tilletia caries/Tilletia foetida*) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*)

Flugbrand bei Gerste und Steinbrand bei Weizen sind obligat samenbürtige Krankheitserreger, die mehr oder weniger ausschließlich über infiziertes Saatgut an die nächste Generation übertragen werden. Gesundes Saatgut bzw. einwandfrei saniertes Saatgut stellt daher eine unbedingte Notwendigkeit zur Befallsvermeidung dar.

Die Wärmebehandlung zeigte im Hinblick auf eine Sanierung des Flugbrandbefalles, bei dem eine Infektion des Embryos der Karyopse erfolgt, an im Rahmen des Versuches zur Verfügung stehenden Probenmaterials (Befallsausmaß: 0,6 bis 1,8%), keinen nachweisbaren Effekt. Die im Feldversuch durchgeführten Untersuchungen ergaben bei allen behandelten Varianten ein ähnliches Befallsniveau wie bei der unbehandelten Kontrolle. Im Gegensatz dazu brachte die chemisch gebeizte Kontrolle vollen Sanierungserfolg (Abbildung 6, links).

Die Effizienz der Wärmebehandlung gegenüber Gewöhnlichem Steinbrand wurde an Winterweizenproben geprüft, deren Infektionsausmaß (>500 Sporen/Korn) eine Inverkehrbringung nach den österreichischen Saatgutnormen nicht zulässt. Im Feldversuch wurde in der unbehandelten Kontrolle im Maximalfall ein Befallsausmaß von ca. 5% infizierten Pflanzen erreicht. Die Behandlungsvarianten mit der niedrigsten Temperatur erbrachte bereits eine merkliche, aber nicht vollständige Reduktion des Befallsausmaßes (Abbildung 6, rechts). Bei den Varianten mit höherer Behandlungstemperatur (Variante 2, v.a. Variante 3) konnte im Rahmen des Feldversuches eine Sanierung des Probenmaterials festgestellt werden.

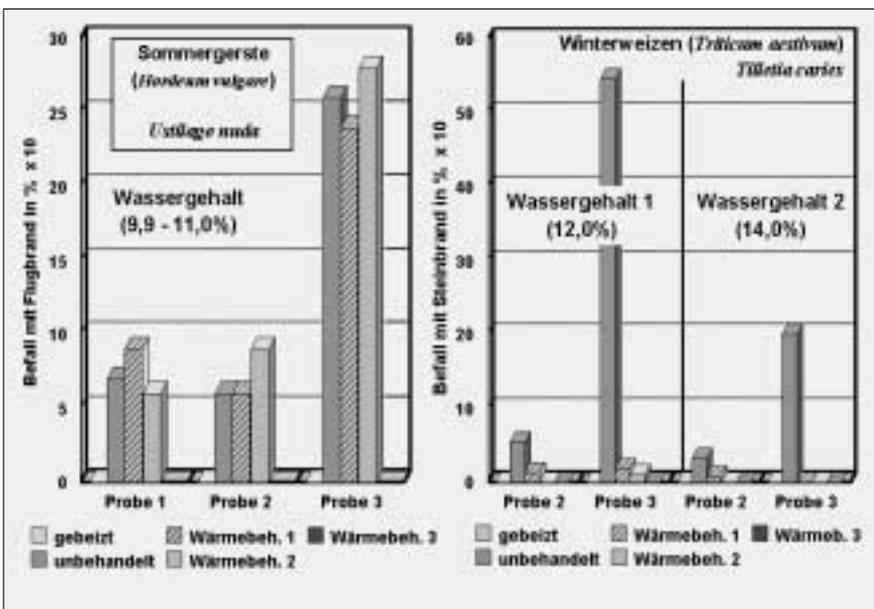


Abbildung 6: Sanierungseffekt der Wärmebehandlung bei Flugbrand (*Ustilago nuda*) bei Sommergerste und Gewöhnlichem Steinbrand (*Tilletia caries*) bei Winterweizen

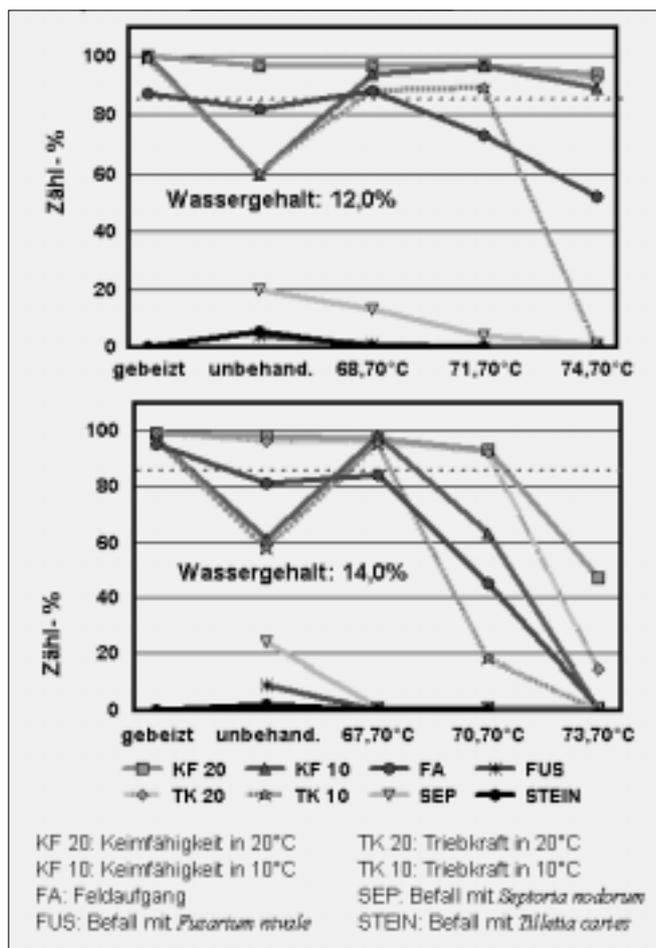


Abbildung 7: Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Krankheitsbefall aller Versuchsglieder einer Ausgangsprobe - Probe SEPTORIA 06

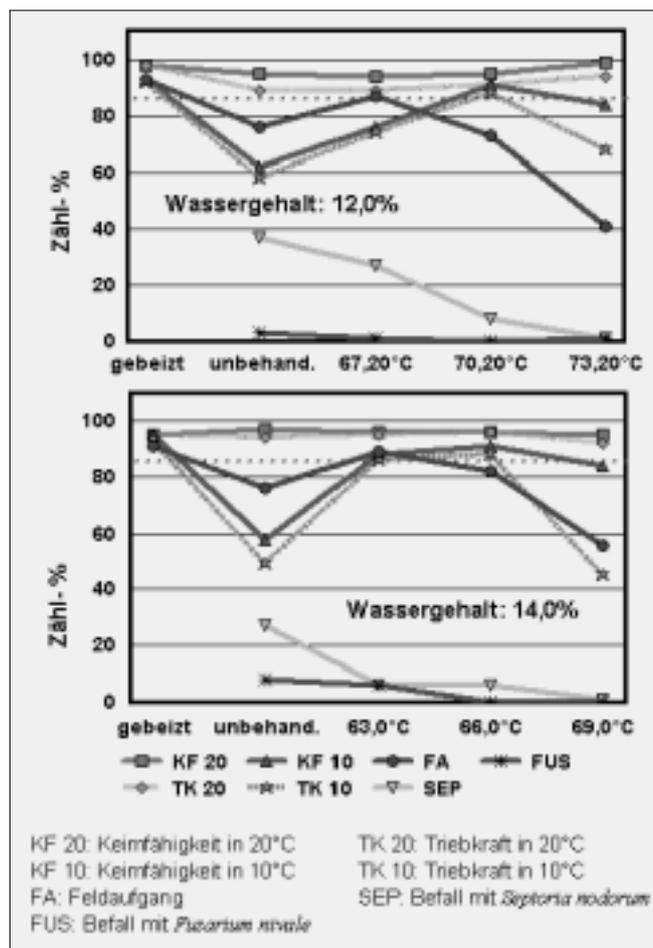


Abbildung 8: Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Krankheitsbefall aller Versuchsglieder einer Ausgangsprobe - Probe SEPTORIA 05

Ergebnisse im Hinblick auf die Sanierung des Krankheitsbefalles unter Erhaltung des Saatgut-Gebrauchswertes

Neben einer möglichst vollständigen Sanierung des Befalles mit samenbürtigen Pathogenen sind die Auswirkungen auf das Keimverhalten des Saatgutes ein zentrales Kriterium der Beurteilung der Wärmebehandlung. Dies nicht nur unter Optimalbedingungen, sondern auch unter Praxisbedingungen, bei denen häufig Stressmomente auf den Keimling einwirken.

Zu diesem Zweck wurden die im Rahmen des Saatgutenerkennungsverfahrens obligatorischen Keimfähigkeitsprüfmethoden für nicht gebeiztes Saatgut in 20°C und 10°C den Ergebnissen der Feldaufgangszählung gegenübergestellt. Darüber hinaus wurde bei den Laboruntersuchungen im Zuge der Keimfähigkeitsuntersuchung eine Bewertung der triebkräftigen Keimlinge vorgenommen.

In den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 7 bis 12) sind daher zu den jeweiligen Ausgangsproben und Behandlungsvarianten (inklusive gebeizter Variante) neben den Werten aus den Gesundheitsprüfungen auch die entsprechenden Keimfähigkeits-, Triebkraft- und Feldaufgangswerte aufgetragen.

Zu diesem Themenkomplex können aus Platzgründen nicht die Ergebnisse bzw. Grafiken aller Ausgangsproben dargestellt werden. Es soll aber ein möglichst objektiver und repräsentativer Ausschnitt gegeben werden, der die Möglichkeiten und Schwierigkeiten bei dem von uns untersuchten Probenmaterial aufzeigt.

Abbildung 7 zeigt die Ergebnisgegenüberstellung zur Ausgangscharge Septoria 06, infiziert mit 23% *Septoria nodorum* und 9% *Fusarium nivale* und einem Befallsausmaß von Gewöhnlichem Steinbrand mit > 500 Sporen/Korn. Die Behandlungsvarianten zeigen durchaus

positiv die Möglichkeiten der Wärmebehandlung bei korrekt angelegten Behandlungstemperaturen auf. Im unbehandelten Zustand wird vor allem bei suboptimalen Bedingungen die Infektion mit Keimlingskrankheitserregern keimfähigkeitswirksam, wodurch die Keimfähigkeit/Triebkraft in 10°C, aber auch der Feldaufgang absinkt, währenddessen die Keimfähigkeit in 20°C stabil auf einem Niveau von ca. 95% bleibt.

Bei der Behandlungsmaßnahme mit der niedrigsten Behandlungstemperatur ist sowohl bei der Variante mit Wassergehalt 12%, als auch mit 14% bereits eine weitreichende Sanierung der evidenten Pathogene gegeben. Dies aber auch mit dem Effekt, dass bei der Keimfähigkeit/Triebkraft 10°C und dem Feldaufgang eine deutliche Verbesserung im Keimverhalten erreicht wird.

In diesem Fall, insbesondere beim höherem Wassergehalt (14%) kann die Wärmebehandlung mit 67,7°C annä-

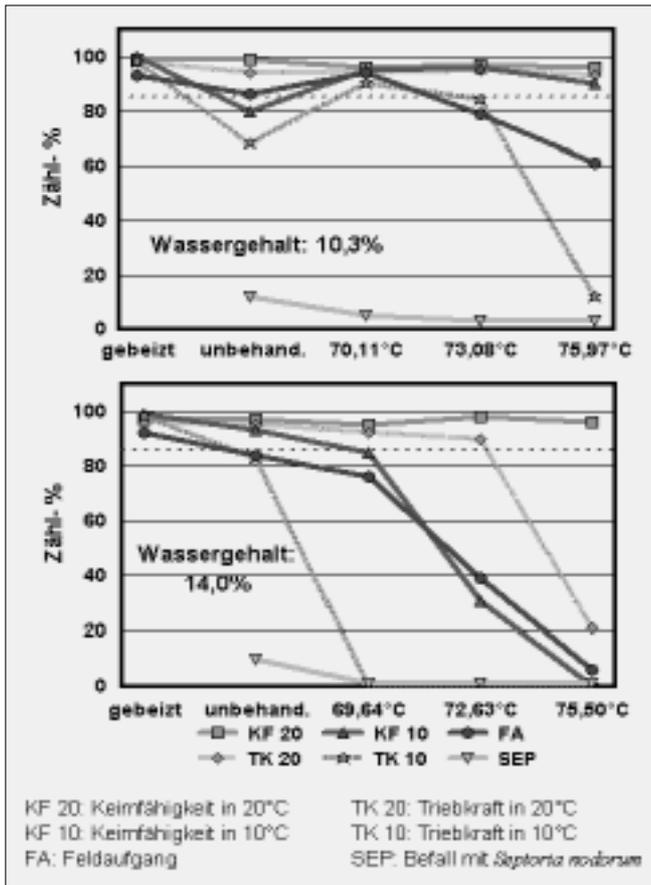


Abbildung 9: Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Krankheitsbefall aller Versuchsglieder einer Ausgangsprobe - Probe SEPTORIA 01

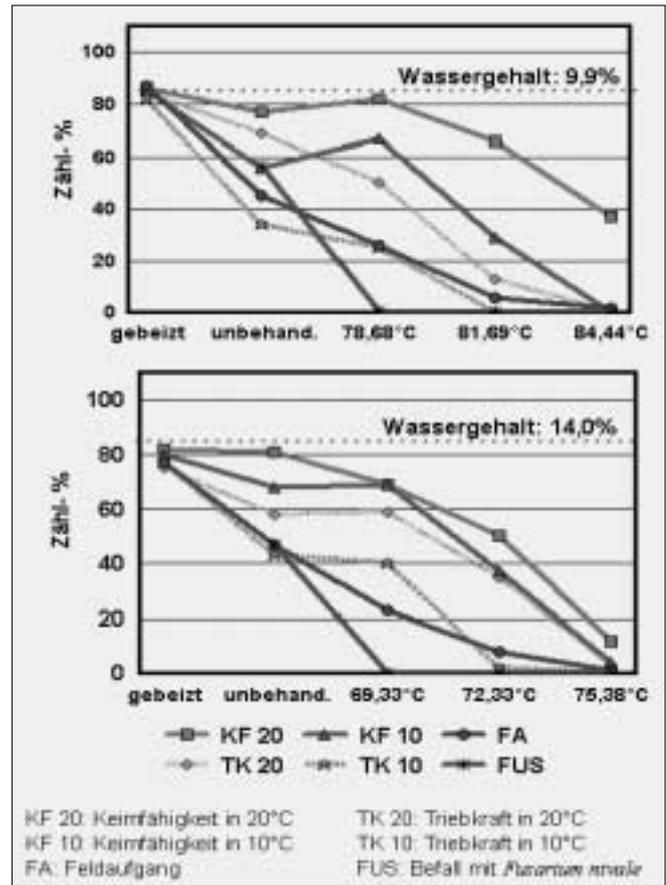


Abbildung 10: Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Krankheitsbefall aller Versuchsglieder einer Ausgangsprobe - Probe FUSARIUM NIVALE 02

hernd als die Optimaltemperatur erachtet werden. Der nächste Temperaturschritt induziert bei Wassergehalt 14% bereits physiologische Schädigung, Keimfähigkeit/Triebkraft in 10°C und Feldaufgang sind auf ein nicht mehr akzeptables Niveau abgesenkt. Bei Variante Wassergehalt 12% wurden mit der Temperatur von 71,7°C noch eher günstige Ergebnisse erreicht, auch die Infektion mit *Septoria nodorum* wurde nahezu saniert.

Erste Anzeichen einer beginnenden physiologischen Schädigung der Samen werden aber durch das Absinken des Feldaufganges gekennzeichnet. Diese setzen sich bei Variante 3 (74,7% bzw. 73,7°C) weiter fort. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich bei einer weiteren Ausgangssaatgutprobe - *Septoria 05* (Abbildung 8).

Bei den in Abbildung 7 und 8 dargestellten Versuchsserien zu *Septoria nodorum*, *Fusarium nivale* und *Tilletia caries/Tilletia foetida* handelte es sich um Behandlungen, die mit der zweiten Ausbaustufe der technischen Apparatur durchge-

führt wurden. Bei diesen Verfahren konnten von den schwedischen Kollegen, auch in Verbindung mit verbesserten Voruntersuchungen, die Behandlungstemperaturen zielgerechter justiert werden. Bei vorherigen Behandlungsmaßnahmen, wie in Abbildung 9 und 10 dargestellt, die noch mit der früheren Ausbaustufe der Anlage durchgeführt wurden, konnte zwar eine sehr gute Reduktion des Befalles mit *Septoria nodorum* und auch *Fusarium nivale* erzielt werden, die Behandlungstemperaturen waren allerdings derart hoch angelegt, so dass starke physiologische Schädigungen induziert wurden, die die Keimfähigkeit massiv oder zur Gänze verminderten. Derartig behandeltes Saatgut hatte somit trotz der Sanierung des Pathogenbefalles keinerlei Nutzen für den praktischen Anbau.

Bei Krankheitserregern, bei denen durch die Wärmebehandlung keine oder nur eine eingeschränkte Sanierung erreicht wurde (*Drechslera teres*, *Drechslera avenae*, v.a. *Ustilago nuda*), zeigt die Gegenüberstellung mit den jeweiligen

Keimfähigkeits-, Triebkraft- und Feldaufgangsergebnissen, dass gleichzeitig deutliche physiologische Schädigungen eintraten (Abbildung 11 und 12). Anhand der in den Versuchsreihen ermittelten Daten erscheint ein ausreichender Behandlungserfolg gegen bezeichnete Pathogene nicht gewährleistet, ohne das Saatgut gleichzeitig massiv zu schädigen.

Die Keimfähigkeitsbeurteilung in 10°C gewährleistet sehr zuverlässig die Simulation des Feldaufganges unter österreichischen Anbaubedingungen, die Keimfähigkeitsprüfung in 20°C ist hingegen nicht ausreichend sensibel, um physiologische Schädigungen durch die Temperaturbehandlung offen zu legen (Abbildung 9 bis 12).

Diskussion - Schlussfolgerungen

Im Hinblick auf Sanierungseffekte - Erhaltung des Gebrauchswertes von Saatgut

In der Gesamtbeurteilung der Wärmebehandlung als eine Maßnahme zur Ver-

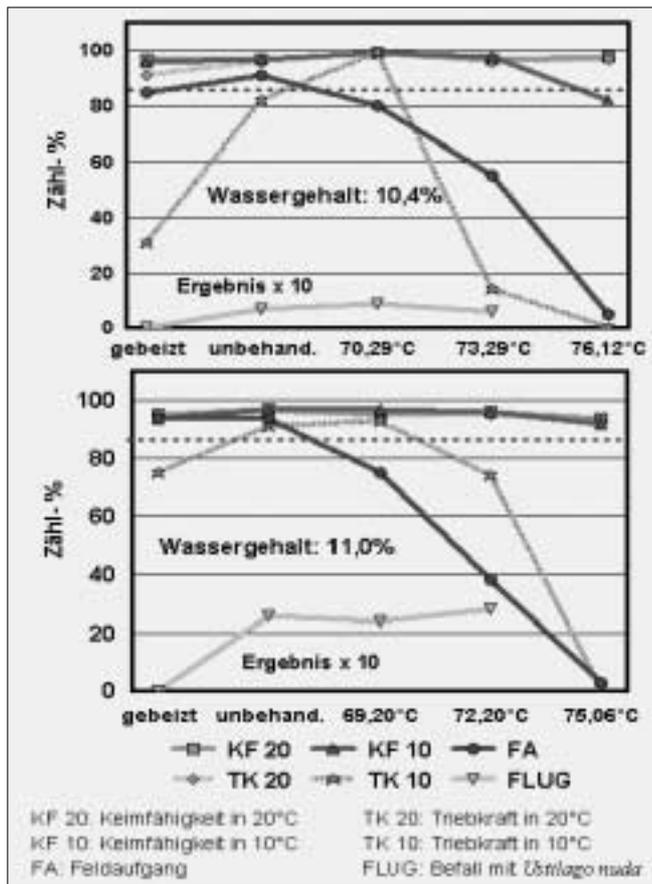


Abbildung 11: Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Krankheitsbefall aller Versuchsglieder einer Ausgangsprobe - Probe USTILAGO 1 und 3

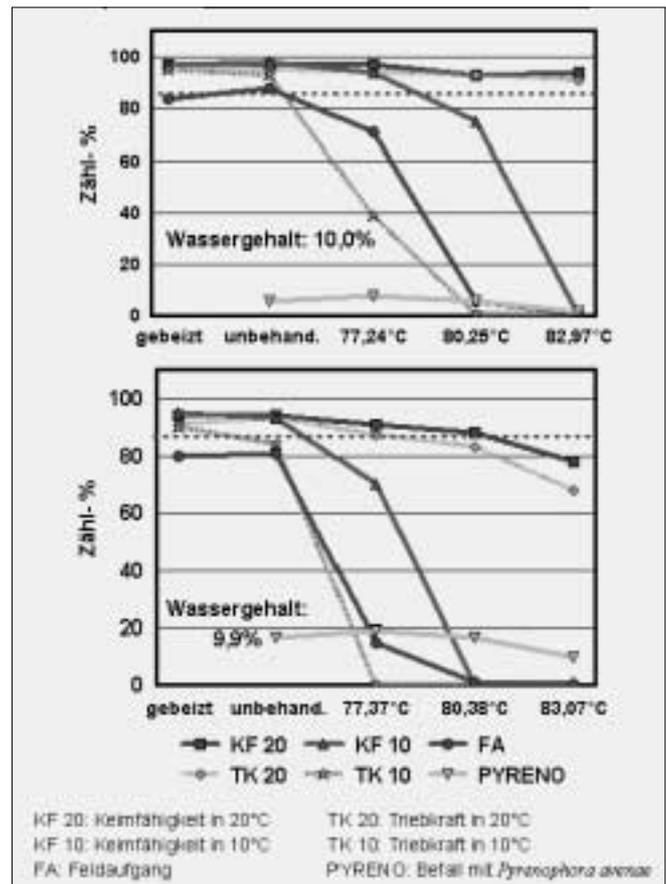


Abbildung 12: Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Krankheitsbefall aller Versuchsglieder einer Ausgangsprobe - Hafer - Probe PYRENO 01 und 02

besserung der Saatgutqualität, insbesondere der Sanierung von Saatgut mit samenbürtigen Pathogenen unter Beibehaltung bzw. Verbesserung der Keimfähigkeit sind pathogenspezifisch unterschiedliche Ergebnisse erzielt worden. Anhand der aus Österreich stammenden und vom österreichischen Projektpartner analysierten Proben von Getreide kann entsprechend der Resultate die Wirkung gegenüber den jeweiligen Pathogenen in 3 Gruppen zusammengefasst werden:

Guter Sanierungseffekt

Septoria-Saatgutverseuchung (*Septoria nodorum*) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*)

Generell zeigte sich, dass gegenüber dem Erreger *Septoria nodorum* durch die Anwendung von Warmluft die Möglichkeit einer Abtötung (Sanierung) besteht. Auch hohe Befallsgrade konnten durch die Wärmebehandlung maßgeblich reduziert werden. Versuchsserien v.a. mit bereits modifizierter technischer Aus-

stattung bestätigten, dass ein hoher Sanierungsgrad auch unter Beibehaltung bzw. Verbesserung des Keimfähigkeitspotentials gegenüber der unbehandelten Variante erreicht werden kann.

Samenbürtiger Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*) und Winterroggen (*Secale cereale*)

Die Wärmebehandlungsvarianten zeigten durchwegs hohe Sanierung des Befalles mit samenbürtigem Schneeschimmel. Bei einigen Versuchsserien war jedoch die Behandlungstemperatur derart hoch, so dass physiologische Schädigungen induziert wurden.

Bei Proben, bei denen auch Keimfähigkeit/Feldaufgang erhalten bzw. verbessert wurde, zeigte sich, dass ein sogenanntes „Behandlungsfenster“ (Spielraum für Behandlungstemperaturen) zur Krankheitsanierung einerseits und Erhaltung des Gebrauchswertes andererseits vorhanden ist.

Gewöhnlicher Steinbrand (*Tilletia caries/Tilletia foetida*) bei Weizen (*Triticum aestivum*)

Bei der im Rahmen des Feldversuches aufgetretenen Steinbrandinfektion (Befallsausmaß bei den unbehandelten Varianten max. 5% erkrankte Pflanzen) konnte ein hoher Sanierungsgrad der Wärmebehandlungen, unter den für Gewöhnlichem Steinbrand allerdings eher ungünstigen Infektionsbedingungen am Versuchsstandort festgestellt werden.

Nur bedingter Sanierungseffekt

Bei den in dieser Kategorie zusammengefassten Pathogenen konnte am österreichischen Probenmaterial und bei den österreichischen Versuchsserien zwar eine Reduktion aber keine vollständige und hohe Saatgutqualität sichernde Sanierung festgestellt werden. Dies war auch bei jenen Behandlungstemperaturen nicht der Fall, bei denen die Keimfähigkeit bzw. der Feldaufgang bereits massiv vermindert war. Dieser Gruppe sind zuzuordnen:

- Streifenkrankheit (*Pyrenophora graminea*) bei Gerste (*Hordeum vulgare*)
- Netzfleckenkrankheit (*Drechslera teres*) bei Gerste (*Hordeum vulgare*)
- Streifenkrankheit (*Pyrenophora avenae*) bei Hafer (*Avena sativa*)

Kein gesicherter Sanierungseffekt nachweisbar

Bei Flugbrand (*Ustilago nuda*) bei Gerste (*Hordeum vulgare*) konnte keine gesicherte Reduktion des Befallsausmaßes durch die einzelnen Wärmebehandlungsvarianten festgestellt werden.

Im Hinblick auf die Evaluierung der Untersuchungsmethodik

Keimfähigkeitsprüfung in 20°C

Die EU-konforme Keimfähigkeitsprüfungsmethode zur Beurteilung der Keimfähig-

keit ist verbindlich im Rahmen des Zertifizierungsverfahrens bei Getreide einzusetzen. Im Zuge der Untersuchungen zeigte sich allerdings, dass diese Methode nur wenig sensibel feldaufgangsbeeinflussende Pathogene und physiologische Schädigungen, insbesondere durch die Wärmebehandlung, aufzeigt. Nur bedingt besser dem tatsächlichen Gebrauchswert entspricht eine Bewertung der triebkräftigen Keimlinge im Zuge der Untersuchungsmethode in 20°C.

Keimfähigkeitsprüfung in 10°C

Diese in Österreich für unbehandeltes Getreidesaatgut obligat durchzuführende Keimfähigkeitsprüfungsmethode zeigte auch im Rahmen dieser Versuchsanstellung eine sehr enge Korrelation mit dem tatsächlichen Feldaufgang. Diese Methode ist geeignet den Gebrauchswert des

Saatgutes nach einer Wärmebehandlung zu bestimmen.

Herrn Dr. K. MODER von der Universität für Bodenkultur, Institut für Mathematik und Angewandte Statistik, Wien sei für die Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung der Daten herzlichst gedankt.

Literatur

ANONYMUS 1, 1999: ISTA, Seed Science and Technology, International Rules for Seed Testing, Volume 27

ANONYMUS 2: Anforderungen an die Beschaffenheit und Methoden zur Bestimmung der Beschaffenheit von Saatgut. Methoden für Saatgut und Sorten gemäß § 5 Österreichisches Saatgutgesetz 1997, BGBl. I Nr. 72/1997, Sorten- und Saatgutblatt 2000, 8. Jahrgang, Sondernummer 10

ANONYMUS 3: ISTA Handbook on Seed Health Testing, Section 2: Working Sheets, 2nd edition