

Analyse der physiologischen Effekte der Hitzebehandlung an Saatgut bei Getreide

I. DIETHART, C. WURZER, L. GIRSCH und W. HARTL

1. Einleitung

Samenbürtige Krankheiten stellen einen bedeutenden ökonomischen Faktor in der Landwirtschaft dar. Um das Saatgut vor Infektionen zu schützen, wird es häufig mit Pestiziden zur Bekämpfung der im und am Samen sowie im Boden befindlichen Schaderreger behandelt.

Die chemische Beizung ist zur Zeit das am häufigsten angewandte Verfahren zur Abtötung von Krankheitserregern. Sowohl ökonomische und rechtliche Einschränkungen als auch die Besorgnis über nachhaltige toxische Auswirkungen bei einer Langzeitanwendung haben zu Überlegungen geführt, die Pestizide durch alternative Saatgutbehandlungsmethoden zu ersetzen (CARLILE, 1995).

Im ökologischen Landbau ist die Verwendung chemischer Saatgutbehandlungsmittel grundsätzlich nicht erlaubt. Mit seiner zunehmenden Bedeutung in den letzten Jahren stieg auch die Nachfrage nach nicht-chemisch behandeltem Saatgut (WINTER et al., 1998).

1998 startete die Schwedische Universität für Landwirtschaft, SLU, in Kooperation mit ACANOVA AB, BBA3, LBG1, KVL4 und UNITO5 das DEST-Projekt (Demonstration of a biologically sustainable and environmentally friendly high precision thermal seed treatment method), mit dem vordergründigen Ziel, eine Alternative zur chemischen Saatgutbehandlung unter der Voraussetzung der praktischen und ökonomischen Umsetzbarkeit anzubieten.

In Anlehnung an die Warmwassermethode wurde ein hoch präzises thermisches Verfahren entwickelt, bei dem der Feuchtigkeitsgehalt des Saatgutes während der Behandlung nicht verändert wird (BERGMAN & FORSBERG, 2000). Wie schon bekannt, spielt der Kornfeuchtigkeitsgehalt während der Behand-

lung eine wesentliche Rolle für die Effizienz und Sicherheit des Verfahrens.

Voraussetzung für eine erfolgreiche thermische Sanierung von samenbürtigen Krankheiten ist, daß der Erreger eine geringere Hitzetoleranz als das Saatgut aufweist. Dazu muß insbesondere die unterschiedliche Hitzeempfindlichkeit von Saatgut und Erreger bekannt sein (GROTHAUS, 1998).

Zu Projektbeginn sollte daher im Rahmen der Untersuchungen, die von den österreichischen Projektpartnern durchgeführt wurden, ermittelt werden, inwieweit sich die Hitzebehandlung negativ auf gesundes, hochwertiges Getreidesaatgut auswirkt. Dabei galt es die kritische Temperatur der Qualitätsminderung zu ermitteln, um jene physikalischen bzw. physiologischen Grenzbedingungen aufzuzeigen, die den Übergangsbereich von vitalen und keimfähigen zu nicht-mehr vitalen sowie nicht-mehr keimfähigen Samen bedingen.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsmaterial

Es wurde gesundes Saatgut von Sommergerste (*Hordeum vulgare L.*), Winterroggen (*Secale cereale L.*) und Winterweizen (*Triticum aestivum L.*), das eine Ausgangskeimfähigkeit von mehr als 93 % aufwies, verwendet.

Die Hitzebehandlung wurde bei zwei Samenfeuchtigkeitsgehalten, 10 und 15 %, und bei jeweils vier Temperaturbehandlungsvarianten im Bereich von 68° und

95°C (in 3°- bzw. 4°-Intervallen) durchgeführt. Die Höhe der verwendeten Temperaturen wurde auf die Getreideart abgestimmt. Die Behandlungstemperaturen und die Feuchtigkeitsgehalte sind in *Tabelle 1* ersichtlich.

2.2 Untersuchungsmethoden

Die im Folgenden angeführten Keimfähigkeits- und Lebensfähigkeitsuntersuchungen wurden gemäß den Internationalen Vorschriften für die Prüfung von Saatgut (ANONYMUS, 1995) durchgeführt. Weiters wurden adaptierte streßinduzierte methodische Ansätze angewandt, um die in Österreich vorherrschenden Feldaufgangsbedingungen zu simulieren.

Bestimmt wurden die

- Keimfähigkeit und Triebkraft im Faltenfilter bei 20°C (eine Prüfmethode, die dem Standardkeimfähigkeitstest - nach ISTA-Vorschriften und EU-Richtlinien - entspricht) (ANONYMUS, 1995)
- Keimfähigkeit und Triebkraft im Faltenfilter bei 10°C (es handelt sich hierbei um eine Gebrauchswertprüfung, die das Aufgangsverhalten von Saatgut unter praxisnahen Bedingungen wiedergibt (ANONYMUS, 1995)
- Keimfähigkeit und Triebkraft in Erde bei 20 °C (ist eine Alternativmethode zur Keimfähigkeitsprüfung) (ANONYMUS, 1995)
- Lebensfähigkeit anhand des Tetrazoliumtests (TTC, Schnittmethode) und die Färbung der Aleuronschicht bei

Tabelle 1: Vier Behandlungsvarianten (T1-4) in °C in Abhängigkeit von zwei Kornfeuchtigkeitsgehalten

Art	Kornfeuchte: ca 10 %				Kornfeuchte: 15 %			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Roggen	77	81	85	89	69	72	75	78
Weizen	86	89	92	95	71	74	77	80
Gerste	78	82	86	90	68	71	74	77

Autoren: Ivoneta DIETHART, Dr. Wilfried HARTL, Ludwig-Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau, Rinnbachstraße 15, A-1110 WIEN; Ing. Christian WURZER, HR Dipl.-Ing. Leopold GIRSCH, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN



den Saatgutproben von Roggen und Weizen (ANONYMUS, 1995)

- Leitfähigkeit mit einem Einzelkornleitfähigkeitsmeßgerät.

2.3 Statistische Parameter und Auswertung

Für die Überprüfung der oben genannten Parameter wurden von zwei Proben pro Kulturart jeweils 4x50 Körner getestet und statistisch gemeinsam verrechnet. Die statistische Verrechnung des Datenmaterials erfolgte unter Verwendung der Varianzanalyse und der Regressionsanalyse. Die Ergebnisse wurden auf signifikante Einflüsse der Samenfeuchte und der Behandlungstemperatur auf das Keimverhalten hin geprüft. Ein paarweiser Mittelwertvergleich nach Dunnett zeigte die signifikanten Abweichungen der einzelnen Behandlungsvarianten von der unbehandelten Kontrollvariante.

Die in den Abbildungen dargestellten Ergebnisse entsprechen Zählprozenten der Keimfähigkeit, der Triebkraft, der Lebensfähigkeit und der im Falle von Roggen und Weizen als ‚vollständig gefärbt‘ bewerteten Aleuronschicht.

Zusätzlich wurde zur Veranschaulichung der nach EU-Norm festgelegte Grenzwert von 85% Keimfähigkeit bei den betreffenden Getreidearten eingezeichnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Allgemeine Betrachtung

Der signifikante Einfluß des Kornfeuchtigkeitsgehaltes auf den Hitzeeffekt war bereits aus der Literatur (BAKER, 1962) bekannt, sodaß schon im Vorfeld der Hitzebehandlung versucht wurde, das passende Temperatur-Feuchte-Verhältnis zu finden. Die Behandlungstemperaturen jener Saatgutpartien, die auf einen höheren Feuchtigkeitsgehalt gebracht wurden, mußten dementsprechend niedriger ausfallen, da durch die Feuchte einerseits Enzyme aktiviert werden, die bei einer anschließenden Hitze einwirkung irreversibel beschädigt werden können, andererseits die Hitze schneller in das Korninnere geleitet wird.

Aufgrund der Anpassung des Temperatur-Feuchte-Verhältnisses konnte bei der statistischen Analyse kein signifikanter

Einfluß der Kornfeuchte auf die Ergebnisse festgestellt werden. Der Einfluß der Temperatur spielte eine vergleichsweise bedeutende Rolle. Bei einem Großteil der Behandlungsfälle wirkte sie sich negativ auf das Keimverhalten sowie auf die Lebensfähigkeit des Saatgutes aus. Die Leitfähigkeit der Saatgutproben zeigte indessen keinen eindeutig signifikanten Zusammenhang mit der Zunahme der Temperaturhöhe. Lediglich bei Winterroggen konnte eine Korrelation ($p < 0.01$) festgestellt werden, während das bei Sommergerste und Winterweizen nicht der Fall war. Als Ursache dafür dürften einige andere, hier nicht definierte Faktoren, wie zum Beispiel die Korngröße oder die mechanische Unversehrtheit, einen wesentlichen Einfluß auf die Leitfähigkeitsergebnisse haben (HERTER & BURRIS, 1989; LAMPETER,

1980). Der Leitfähigkeitstest konnte daher als eine verlässliche Methode zur Analyse des Hitzeeffekts nicht herangezogen werden.

3.2 Sommergerste (*Hordeum vulgare*) bei 10 und 15% Kornfeuchtigkeitsgehalt

In *Abbildung 1* und *2* sind die Ergebnisse von Sommergerste bei beiden Kornfeuchtigkeitsgehalten zu ersehen. In *Tabelle 2* sind die Ergebnisse des paarweisen Mittelwertvergleichs nach Dunnett zusammengefaßt. Sie verdeutlichen die Unterschiede der hitzebehandelten Varianten zur Kontrollvariante.

Nach der ersten Hitzebehandlung ließen die Werte der einzelnen Parameter noch keine signifikanten Abweichungen von der Kontrollvariante erkennen, einzig die Triebkraft bei 10°C war vermindert. Be-

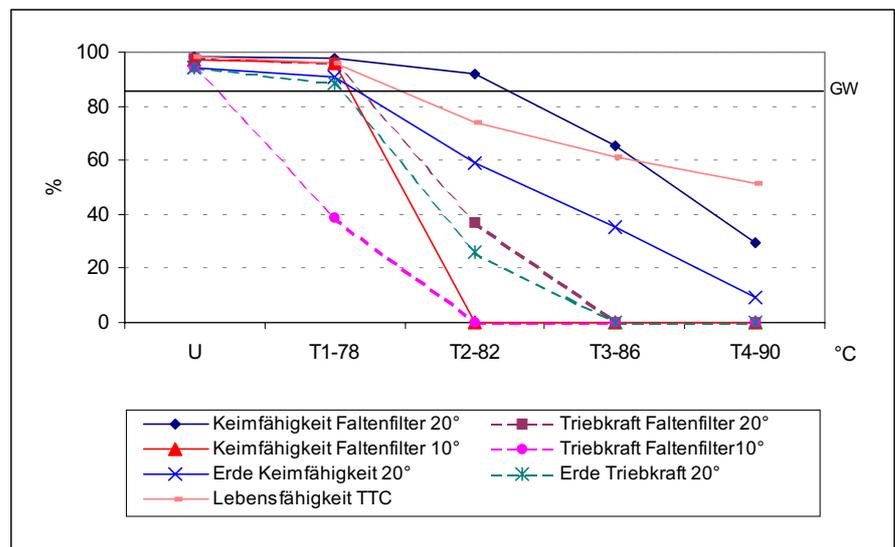


Abbildung 1: Darstellung der physiologischen Effekte nach der Hitzebehandlung bei Sommergerste (*Hordeum vulgare*) (10 % Kornfeuchtigkeitsgehalt) anhand der Parameter Keimfähigkeit, Triebkraft und Lebensfähigkeit. GW: Grenzwert bei 85% Keimfähigkeit; U: unbehandelte Variante.

Tabelle 2: Vergleich der unbehandelten Kontrollvariante mit den behandelten Varianten bei Gerste hinsichtlich der Keimfähigkeit, Triebkraft und Lebensfähigkeit

T	FG	KF ₂₀	TK ₂₀	KF ₁₀	TK ₁₀	KF _E	TK _E	LF
1	10	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
2	10	ns	*	*	*	*	*	*
3	10	*	*	*	*	*	*	*
4	10	*	*	*	*	*	*	*
1	15	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
2	15	*	*	*	*	*	*	*
3	15	*	*	*	*	*	*	*
4	15	*	*	*	*	*	*	*

T: Temperaturbehandlungsvariante; FG: Kornfeuchtigkeitsgehalt (%); KF: Keimfähigkeit ; TK: Triebkraft; 20: Faltenfilter bei 20°C; 10: Faltenfilter bei 10°C; E: Substrat Erde bei 20°C; LF: Lebensfähigkeit (TTC); ns: nicht signifikant; *: $p < 0,05$

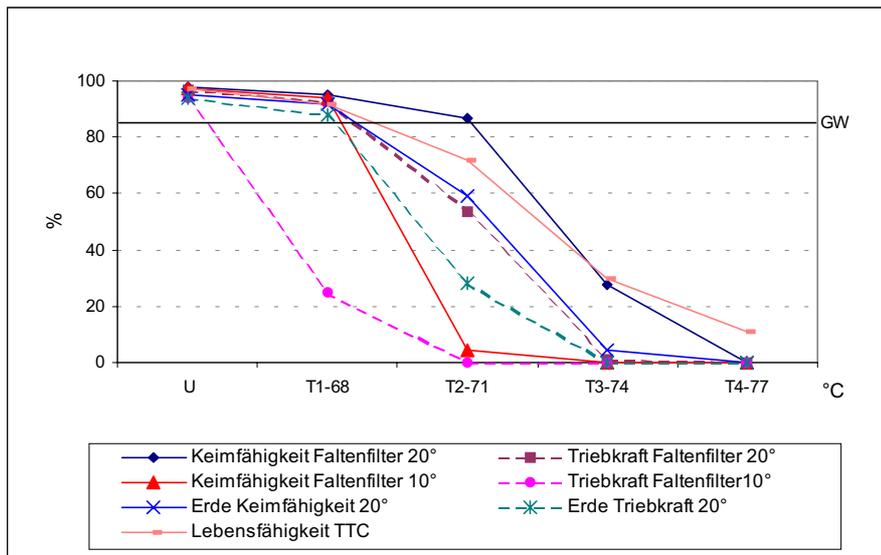


Abbildung 2: Darstellung der physiologischen Effekte nach der Hitzebehandlung (°C) bei Sommergerste (*Hordeum vulgare*) (15 % Kornfeuchtigkeitsgehalt) anhand der Parameter Keimfähigkeit, Triebkraft und Lebensfähigkeit. GW: Grenzwert bei 85% Keimfähigkeit; U: unbehandelte Variante

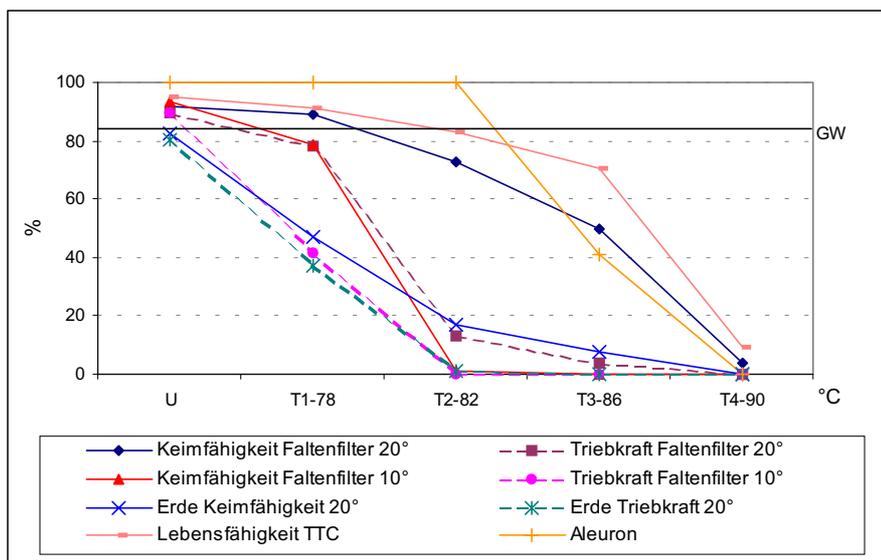


Abbildung 3: Darstellung der physiologischen Effekte nach der Hitzebehandlung (°C) bei Winterroggen (*Secale cereale*) (10 % Kornfeuchtigkeitsgehalt) anhand der Parameter Keimfähigkeit, Triebkraft, Lebensfähigkeit und Färbung der Aleuronschicht. GW: Grenzwert bei 85% Keimfähigkeit; U: unbehandelte Variante.

reits nach der zweiten Behandlungsvariante stellte sich ein ganz anderes Bild dar. Die Werte differierten stark, besonders auffallend hierbei die nicht mehr vorhandene Keimfähigkeit und Triebkraft im Faltenfilter bei 10°C. Allein der Standardkeimfähigkeitstest bei 20°C, sowohl bei 10 als auch bei 15% Kornfeuchtigkeitsgehalt, wies mit Werten von 92 und 87% Keimfähigkeit auf ein noch akzeptables Keimvermögen hin. Allerdings verzeichneten die Keimlinge eine deutliche Einbuße an Vitalität bzw. an

Triebkraft. Der negative Effekt der Hitzebehandlung konnte in Anbetracht der Keimfähigkeits- und Triebkraftwerte bei 10°C noch besser beobachtet werden, da keine bzw. nur eine sehr reduzierte Keimung stattfand.

Der geforderte Grenzwert von 85% Keimfähigkeit konnte demnach nur beim standardisierten Keimtest in 20°C eingehalten werden.

Der Kurvenverlauf der Lebensfähigkeit ist ähnlich dem der Keimfähigkeit bei 20°, dennoch lagen auch hier die Werte

nach der zweiten Behandlung unter dem Grenzwert. Damit wird die irreversible physiologische Schädigung der Embryonalzellen sehr deutlich demonstriert.

Im Substrat Erde, welches ja einen mechanischen und phytopathogenen Streß für den Keimling bedeutet, waren Keimfähigkeit und Triebkraft nach der ersten Behandlung nicht entscheidend vermindert, jedoch konnte ein weniger homogenes Wachstum im Vergleich zu den unbehandelten Keimlingen beobachtet werden. Im weiteren Verlauf nahm die Keimfähigkeit stetig ab. Nach der dritten Behandlungsvariante zeigten auch die Keimfähigkeitswerte bei 20°C und die nicht mehr vorhandene Triebkraft die auftretende Schädigung und Verschlechterung der Saatgutqualität an.

3.3 Winterroggen (*Secale cereale*) bei 10 und 15% Kornfeuchtigkeitsgehalt

In Abbildung 3 und 4 sind die Ergebnisse der Winterroggenproben bei 10 und 15% Kornfeuchte dargestellt. In Tabelle 3 sind die signifikanten Abweichungen der behandelten von den unbehandelten Varianten ersichtlich.

Im Vergleich zur Kontrollvariante ergaben sich nach der ersten Behandlung bei Winterroggen im Faltenfilter bei 10°C und bei 20°C etwas geringere Keim- bzw. Triebkraftwerte. Bemerkenswert niedrig waren die Keim- und Triebkrafteergebnisse im Erdesubstrat und die Triebkraft im Faltenfilter bei 10°C, die eine Verminderung des Ausgangswertes von rund 50% aufwies.

Bei einem Kornfeuchtigkeitsgehalt von 10% wurde der Grenzwert nur beim Standardkeimfähigkeitstest und TTC-Test nicht unterschritten.

Ab der zweiten Behandlungsvariante wichen die Werte signifikant von den Kontrollvarianten ab. Besonders auffallend gering waren wieder die Keimwerte bei 10°C und die Triebkraftwerte bei 20°C.

Die Ergebnisse der Keimfähigkeit bei 20°C und der Lebensfähigkeit waren ähnlich, wobei die Werte beim Tetrazolumtest etwas höher ausfielen.

Zusätzlich zum Färbbild des Embryos wurde auch die Aleuronschicht bewertet. Hier wurde nur jener Prozentsatz an Körnern dargestellt, deren Aleuron-

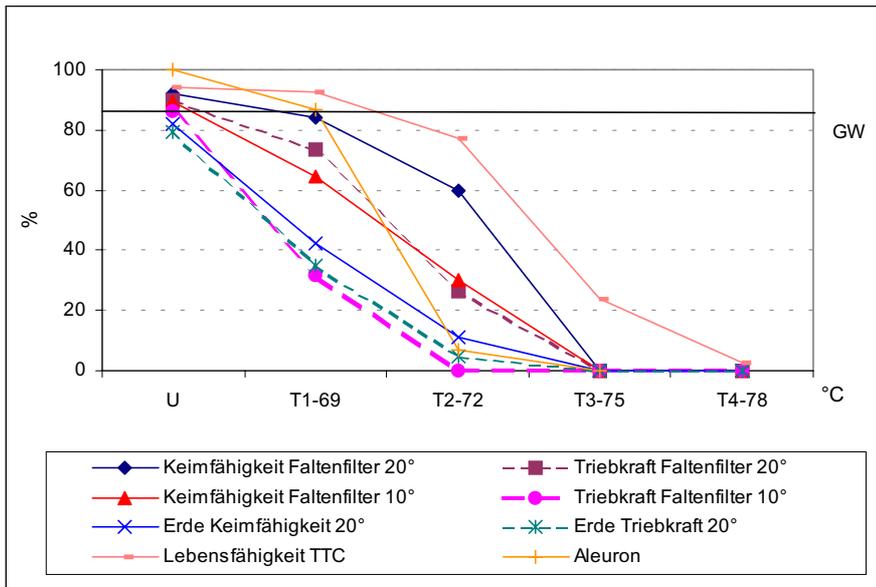


Abbildung 4: Darstellung der physiologischen Effekte nach der Hitzebehandlung (°C) bei Winterroggen (*Secale cereale*) (15 % Kornfeuchtigkeitsgehalt) anhand der Parameter Keimfähigkeit, Triebkraft, Lebensfähigkeit und Färbung der Aleuronschicht. GW: Grenzwert bei 85% Keimfähigkeit; U: unbehandelte Variante.

Tabelle 3: Vergleich der unbehandelten Kontrollvariante mit den behandelten Varianten bei Roggen, hinsichtlich der Keimfähigkeit, Triebkraft und Lebensfähigkeit

T	FG	KF ₂₀	TK ₂₀	KF ₁₀	TK ₁₀	KF _E	TK _E	LF
1	10	ns	*	*	*	*	*	ns
2	10	*	*	*	*	*	*	*
3	10	*	*	*	*	*	*	*
4	10	*	*	*	*	*	*	*
1	15	*	*	*	*	*	*	ns
2	15	*	*	*	*	*	*	*
3	15	*	*	*	*	*	*	*
4	15	*	*	*	*	*	*	*

T: Temperaturbehandlungsvariante; FG: Kornfeuchtigkeitsgehalt (%); KF: Keimfähigkeit; TK: Triebkraft; 20: Faltenfilter bei 20°C; 10: Faltenfilter bei 10°C; E: Substrat Erde bei 20°C; LF: Lebensfähigkeit (TTC); ns: nicht signifikant; * p<0,05

schicht vollständig gefärbt war. Ein starker Abfall der Kurve war bei einem Kornfeuchtigkeitsgehalt von 10% nach der dritten und bei einem Kornfeuchtigkeitsgehalt von 15% nach der zweiten Behandlungsvariante zu beobachten.

3.4 Winterweizen (*Triticum aestivum*) bei 10 und 15% Kornfeuchtigkeitsgehalt

In Abbildung 5 und 6 sind die Ergebnisse von Winterweizen bei beiden Kornfeuchtigkeitsgehalten dargestellt. Die Ergebnisse des paarweisen Mittelwertvergleichs nach Dunnett sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Ähnlich wie bei Roggen war auch bei Weizen bereits nach der ersten Hitzebe-

handlung ein verstärkt negativer Effekt zu erkennen. Die Temperatur der ersten Behandlungsvariante im Bereich von 86 °C war für die Parameter Keimfähigkeit und Triebkraft bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 10% eindeutig zu hoch.

Nach der zweiten Behandlung, besonders bei einem Kornfeuchtigkeitsgehalt von 15%, war der Einfluß der Temperatur auch am signifikanten Rückgang der Keimfähigkeit bei 20°C, der Lebensfähigkeit und an der unvollständigen Färbung der Aleuronschicht auszumachen.

Im Hinblick auf das Keimverhalten bei den durchgeführten Versuchen konnte beobachtet werden, daß die Keimfähigkeit in Erde geringer ausfiel als im Faltenfilter bei 20°C. Die deutliche Reduk-

tion konnte auf die Streßkomponente durch das Medium Erde zurückgeführt werden. Der Keimfähigkeitstest bei 20 °C gab das Keimverhalten unter optimalen Bedingungen wider, der Keimfähigkeitstest bei 10°C unter Bedingungen, die einen Kältestreß für das Saatgut bedeuteten. Bei behandeltem Saatgut konnte eine Keimverzögerung, eine deutlich geringere Keimfähigkeit sowie eine sichtbar verminderte Vitalität festgestellt werden. Neben der reduzierten Keimfähigkeitsrate wurde auch eine stark verminderte Triebkraft ermittelt. Dies manifestierte sich in einer verlangsamten Wachstumsgeschwindigkeit und einer verringerten Massebildung an Sproß- und Wurzelorganen.

Bei allen durchgeführten Versuchen konnte der signifikante Einfluß der Temperatur auf die jeweiligen Parameter beobachtet werden. Die Abnahme der Keimfähigkeit korrelierte mit der Erhöhung der Behandlungstemperatur. Geeignete Behandlungstemperaturen, bei denen eine Keimfähigkeit von mindestens 85% auftrat, konnten bei den Keimtests in 10°C und im Erds substrat nur bei der ersten Variante (T1) des Versuchs an Gerstesaatgut festgestellt werden. Bei höheren Behandlungsvarianten (T2-T4) kam es bei den genannten Prüfansätzen zu einer deutlichen Senkung von Keimfähigkeit und Triebkraft. Die Behandlungstemperaturen erscheinen generell als zu hoch angesetzt. Es konnte dadurch auch aufgezeigt werden, daß die alleinige Verwendung des Standard-Keimfähigkeitstests für die Bewertung von hitzebehandeltem Saatgut wichtige Aspekte, betreffend Aufgang unter Feldbedingungen, nicht beleuchtet und daher unzureichend ist. Es ist davon auszugehen, daß insbesondere die behandelten Partien von Winterroggen und Winterweizen unter Feldbedingungen nur sehr schlecht oder gar nicht aufgelaufen wären. Wichtig für einen erfolgreichen Aufgang am Feld sind die Geschwindigkeit und die Einheitlichkeit der Keimung und des Keimlingswachstums (PERRY, 1981). In Abhängigkeit von der Bodenart, der Bodenstruktur und der Bodenfeuchte müssen Keimlinge im Feld einen geringeren oder stärkeren mechanischen Widerstand überwinden um aufzulaufen. Bei Keimlingen mit geringer Triebkraft und verkürztem Sproß muß

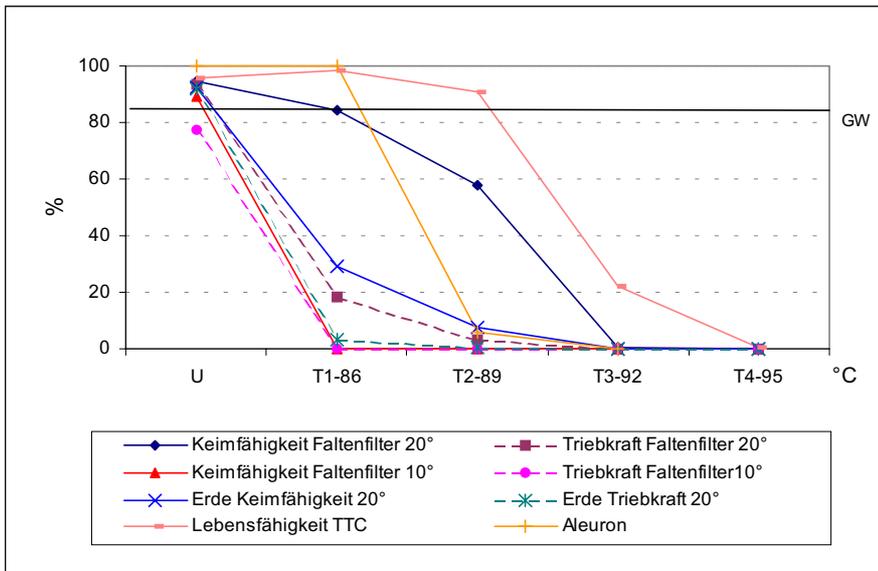


Abbildung 5: Darstellung der physiologischen Effekte nach der Hitzebehandlung (°C) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*) (10 % Kornfeuchtigkeitsgehalt) anhand der Parameter Keimfähigkeit, Triebkraft, Lebensfähigkeit und Färbung der Aleuronschicht. GW: Grenzwert bei 85% Keimfähigkeit; U: unbehandelte Variante.

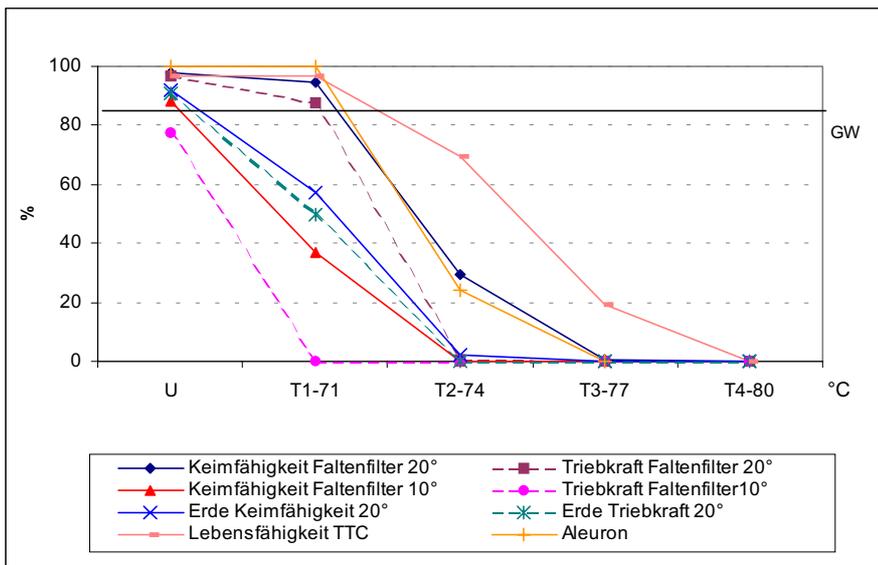


Abbildung 6: Darstellung der physiologischen Effekte vor und nach der Hitzebehandlung (°C) bei Winterweizen (*Triticum aestivum*) (15 % Kornfeuchtigkeitsgehalt) anhand der Parameter Keimfähigkeit, Triebkraft, Lebensfähigkeit und Färbung der Aleuronschicht. GW: Grenzwert bei 85% Keimfähigkeit; U: unbehandelte Variante.

daher mit einem verzögerten Feldaufgang gerechnet werden (HÄGE, 1994). Neben den Keimtests wurde auch ein biochemischer Test, der Tetrazoliumtest, zur Bestimmung der Lebensfähigkeit des behandelten Saatgutes verwendet. Gleichzeitig wurde auch die Färbung der Aleuronschicht bewertet, deren Abnahme mit zunehmender Temperatur ein untrügliches Zeichen physiologischer Schädigung der Proteinzellschicht darstellt.

Die Lebensfähigkeit des hitzebehandelten Saatgutes war signifikant höher als die Keimfähigkeit. Beim Tetrazoliumtest wiesen die behandelten Saatgutproben weniger Körner mit vollständig gefärbtem Embryo als das Kontrollsaatgut auf. Besonders exponierte Teile, wie die Wurzel und die Aleuronschicht werden durch eine Hitzebehandlung in Mitleidenschaft gezogen. Sehr häufig vorkommende Merkmale von Gewebeschäden,

die sich vom Kontrollsaatgut unterscheiden, waren

- eine nur dunkel-matte oder weißlich-matte Färbung des gesamten Embryos,
- eine ungefärbte Radicula oder Radiculaspitze,
- ein unzureichend oder nicht gefärbtes Scutellum,
- eine Kombination aus ungefärbten Radicula-Scutellum- und Koleoptileabschnitten - meist bei den höheren Behandlungstemperaturen.

Vollständig ungefärbte und fast ungefärbte Samen nahmen ab der dritten bzw. vierten Behandlungsvariante sprunghaft zu. Betroffene Gewebe, wie zum Beispiel das Scutellum und die Aleuronschicht, nehmen eine wichtige Funktion in der ersten Phase der Keimung ein. Verletzungen, die in diesen Gewebeabschnitten erfolgen, führen im weiteren zu einer Reduktion der α -Amylaseaktivität und zu einer Beeinträchtigung des Peptidtransports. Die Speicherstoffmobilisierung im Endosperm kann dann nicht oder nur mehr beschränkt ablaufen (BRAY, 1997). Die daraus resultierende verminderte Vitalität in der autotrophen Keimphase führt zu den ermittelten signifikanten Reduktionen von Keimfähigkeit und Triebkraft unter Streßbedingungen.

4. Schlußfolgerung

Die in diesem Projekt vorgenommenen Untersuchungen zeigten, daß durch die Hitzebehandlung ein Verlust von Keimfähigkeit, Triebkraft und Lebensfähigkeit von Embryo- und Aleuronschicht eintreten kann. Für eine gezielt thermische Behandlung von Saatgut müssen die Temperatur-Feuchte-Wechselwirkungen bekannt sein, um ein Verfahren zu ermöglichen, ohne das Saatgut maßgeblich und signifikant zu schädigen. Es stellte sich heraus, daß die alleinige Anwendung des Standardkeimfähigkeitstests, wie er nach ISTA und EU-Norm vorgeschrieben wird, für die Analyse des Hitzeeffekts auf Getreidesaatgut nicht ausreicht. Die Schädigungen durch die Hitzebehandlung werden in optimalen Umweltbedingungen und mit den Bewertungskriterien der Keimfähigkeitsprüfung nicht evident. Die verminderte Vitalität, infolge der Zellschädigung durch

Tabelle 4: Vergleich der unbehandelten Kontrollvariante mit den behandelten Varianten bei Weizen, hinsichtlich der Keimfähigkeit, Triebkraft und Lebensfähigkeit

T	FG	KF ₂₀	TK ₂₀	KF ₁₀	TK ₁₀	KF _E	TK _E	LF
1	10	ns	*	*	*	*	*	ns
2	10	*	*	*	*	*	*	ns
3	10	*	*	*	*	*	*	*
4	10	*	*	*	*	*	*	*
1	15	ns	ns	*	*	*	*	ns
2	15	*	*	*	*	*	*	*
3	15	*	*	*	*	*	*	*
4	15	*	*	*	*	*	*	*

T: Temperaturbehandlungsvariante; FG: Kornfeuchtigkeitsgehalt (%); KF: Keimfähigkeit ; TK: Triebkraft; 20: Faltenfilter bei 20°C; 10: Faltenfilter bei 10°C; E: Substrat Erde bei 20°C; LF: Lebensfähigkeit (TTC); ns: nicht signifikant; *: p<0,05

Hitzebehandlung, kam allerdings unter Streßbedingungen, z.B. 10°C anstatt 20°C bei der Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung, signifikant zum Ausdruck. Bereits die Triebkraftbewertung unter optimalen Bedingungen, d.h. die Anwendung des Keimlingsbewertungstests führte bei Hitzeschädigung zu verminderten Untersuchungsergebnissen. Im weiteren konnte die Einzelkornleitfähigkeitsmessung als Methode zur Analyse von Hitzeschäden ausgeschlossen werden. Die Parameter, die am empfindlichsten auf die Hitzeeinwirkung reagierten,

waren die Keimfähigkeit und Triebkraft im Faltenfilter bei 10°C. Die 10°C-Methode wird in Österreich zur Prüfung des Gebrauchswerts von unbehandeltem Saatgut angewendet. Die deutliche Schwächung des thermisch behandelten Saatgutes trat signifikant in Keimtests bei 10°C und in Erde sowie in geringem Maße bei der Triebkraftbewertung in 20°C zutage.

Literatur

ANONYMUS, 1999: International Seed Testing Association; Seed Science and Technology, Volume 27.

ANONYMUS, 1995: Handbook of Vigour Test Methods. 2nd Edition., The International Seed Testing Association, Zürich.

BAKER, K.F., 1962: Thermotherapy of Planting Material. Phytopathology 52, 1244-1920.

BERGMAN, S. und G. FORSBERG, 2000: Värmebehandling av utsäde - en ny effektiv, billig och miljövänlig metod, Fakta jordbruk. Sammanfattar aktuell forskning Nr 7 2000.

BRAY, C. M., 1997: Stress, Protein Biosynthesis and Loss of Vigour and Viability in Cereal Seed In: Ellis, R.H. 1997: Basic and Applied Aspects of Seed Biology, 437-449.

CARLILE, W.R., 1995: Control of Crop Diseases. 2nd Edition.

GROTHAUS, H.P., 1998: Thermische Empfindlichkeit von Saatgut. Landtechnik 1,26-27.

HÄGE, W., 1994: Einfluß der Saatgutbehandlung mit Fungiziden und Insektiziden auf Keimung, Lagerfähigkeit, Feldaufgang und Ertrag bei Getreide. Dissertation, 1-13. Universität Hohenheim.

HERTER, U. und J.S. BURRIS, 1989: Evaluating Drying Injury on Corn Seed with a Conductivity Test. Seed Science & Technology 17, 625-638.

LAMPETER, W., 1980: Der Alterungstest und der Leitfähigkeitstest als Methoden zur Bestimmung der Saatgutqualität, 129-139. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Halle-Wittenberg.

PERRY, D.A., 1981: In: Handbuch der Methoden zur Prüfung der Triebkraft, International Seed Testing Association, Zürich, 3-6.

WINTER, W., I. BÄNZIGER, A. RÜEGGER und H. KREBS, 1998: Weizensaatgut: Praxiserfahrung mit Warmwasserbehandlung. Agrarforschung 5(3), 125-128.