

Hans-Peter Grothaus, Göttingen

# Thermische Empfindlichkeit von Saatgut

**Eine wirtschaftliche Trocknung von Körnerfrüchten sowie eine thermische Bekämpfung von samenbürtigen Schaderregern an Saatgut verlangt Kenntnisse über bestehende Temperatur / Feuchte / Zeit-Wechselwirkungen. Aus empirisch gewonnenen Erkenntnissen lassen sich Schlußfolgerungen über Möglichkeiten und Grenzen einer qualitätserhaltenden thermischen Behandlung von Körnern ableiten.**

Eine Erwärmung von Körnerfrüchten ist bei der Trocknung unumgänglich, um die Lagerfähigkeit von feucht geerntetem Material zu gewährleisten. Zum anderen kann auch auf diesem Wege eine Sanierung der Körner von samenbürtigen Schaderregern erfolgen. Eine übermäßige Erwärmung bei der Konservierung führt zwangsläufig zu einer Veränderung der Inhaltstoffe. Die insbesondere hierbei auftretende Keimschädigung ist bei einer weiteren Verwertung als Brot- und Futtergetreide sowie für die Produktion von Braugerste und Saatgut zu vermeiden. Untersuchungen über Temperatur / Feuchte / Zeit-Wechselwirkungen auf eine thermische Schädigung von Saatgut zeigen, daß erst die Kenntnis entsprechender Zusammenhänge eine rationelle Trocknung von Körnerfrüchten sowie eine keimlingsschonende Sanierung von Saatgut und Braugerste in Aussicht stellt.

## Saatguteigenschaften

Körnerfrüchte weisen eine große morphologische und physiologische Vielfalt und damit auch eine unterschiedliche thermische Empfindlichkeit auf. Gesunde und vitale Körnerfrüchte zeigen eine weitergehende Toleranz gegenüber einer Wärmebehandlung als vergleichbar schwaches Ausgangsmaterial. Aber auch der Reifegrad bei der Ernte, die Aufbereitung und die Lagerungsdauer sind von Bedeutung. Das Erntegut erweist sich in der Regel kurz nach der Ernte, während der Keimruhe, am unempfindlichsten gegenüber thermischen Einwirkungen [1].

Die unterschiedliche mengen- und qualitätsmäßige Ausstattung an wertbe-

stimmenden Inhaltstoffen wie Eiweißstoffen, Kohlehydraten, Fetten, Vitaminen, Fermenten und Wasser bedingen eine spezifische Wärmeempfindlichkeit einzelner Samenarten. Großsamige Leguminosen zeigen zum Beispiel eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Wärme in Verbindung mit Feuchtigkeit [2]. Auch die einzelnen Kornbestandteile reagieren unterschiedlich empfindlich auf eine Erwärmung. Weiterhin erhöhen mechanische Beschädigungen von Körnerfrüchten bei der Ernte die thermische Sensibilität.

## Trocknung von Körnerfrüchten

Zu hohe Temperaturen bei der Trocknung von Körnerfrüchten führen im Korninneren zu irreversiblen biochemischen Reaktionen und damit zu einer Schädigung thermisch empfindlicher Korninhaltsstoffe, wie etwa der essentiellen Aminosäure Lysin [3]. Werden bestimmte Grenzen bei der Erwärmung von Saatgetreide und Braugerste überschritten, führt dies zu einer Beeinträchtigung der Keimfähigkeit. Deshalb galt lange Zeit für eine schonende Trocknung von Getreidesaatgut eine Korntemperatur von 42 °C als Grenzwert. Bereits 1834 haben Edwards und Colin [4] die unterschiedliche Wirkung hoher Temperaturen in Abhängigkeit von der Umgebungsfeuchte auf das Keimverhalten von Getreidesaatgut beschrieben. Die Grenztemperaturen für eine thermische Behandlung werden maßgeblich von der Körnerfeuchte beeinflusst. In einer von Hutchinson [5] aufgestellten empirischen Beziehung wird diese für eine vorgegebene Lagerzeit eines Getreidesaatgutes mit einer bestimmten Feuchte angegeben:

$$\delta_g = 122 - 5 \cdot \log^{10} t - 44 \cdot \log^{10} U$$

wobei:

$$\delta_g = \text{Temperatur, ab der eine Schädigung auftritt} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

t = Behandlungszeit [min]

U = Feuchtegehalt des Saatgutes [%]

Pitzin [6] hat wenig später eine ähnliche Beziehung aufgestellt, in der auch die spezifische Wärme des Kornes Eingang findet:

$$\delta_g = 23,5 / c_k + (20 - 10 \cdot \log^{10} \cdot t)$$

wobei:

$$\delta_g = \text{Temperatur, ab der eine Schädigung auftritt} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

c<sub>k</sub> = spez. Wärme des Kornes

$$[\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}]$$

t = Behandlungszeit [min]

Der Einfluß der Behandlungsdauer auf die zulässige Temperatur weist Pitzin doppelt so hoch wie Hutchinson aus. Dies deckt sich weitgehend mit eigenen Untersuchungen, nach denen eine Verdoppelung der Behandlungsdauer, bei konstant gehaltener Feuchte, eine Verringerung der Grenztemperatur um 3 K bewirkt. Nach der Formel von Hutchinson ist hier nur eine Verringerung der maximal zulässigen Korntemperatur um 1,5 K zu erwarten.

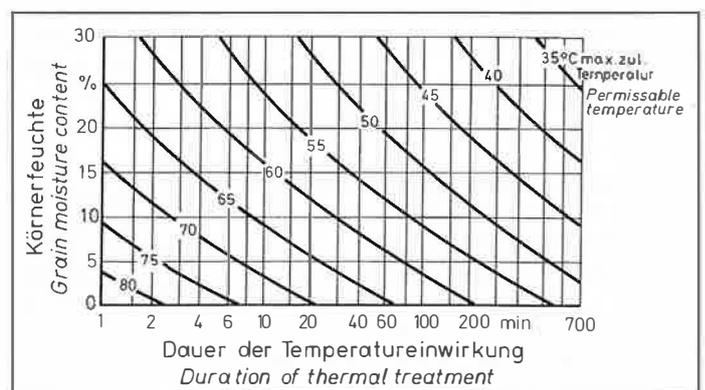
Mit zunehmender Körnerfeuchte steigt die Wärmeempfindlichkeit des Gutes (Bild 1), da die Feuchtigkeit zur Aktivierung von Enzymen beiträgt, die bei anschließender Hitzeeinwirkung geschädigt werden. Diese Zusammenhänge müssen besonders bei der Trocknung von Körnerfrüchten beachtet werden, damit es nicht zu einer Schädigung der Keimanlage durch Denaturierung der Kleberproteine und somit zu einer Beeinträchtigung der Backqualität kommt.

## Thermische Sanierung von Saatgut

Kommt die Wärmebehandlung nicht zu Trocknungszwecken, sondern zur Abtötung von pilzlichen Schaderregern an Saatgut zur Anwendung, muß insbesondere die unterschiedliche Hitzeempfind-

Bild 1: Zulässige Getreidekorntemperatur in Abhängigkeit von der Körnerfeuchte und Dauer der Temperatureinwirkung [6]

Fig. 1: Permissible grain temperature depending on grain moisture content and duration of temperature influence [6]



Dr. sc. agr. Hans-Peter Grothaus ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Georg-August-Universität Göttingen (Leitung: Prof. Dr. W. Lücke), Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen.

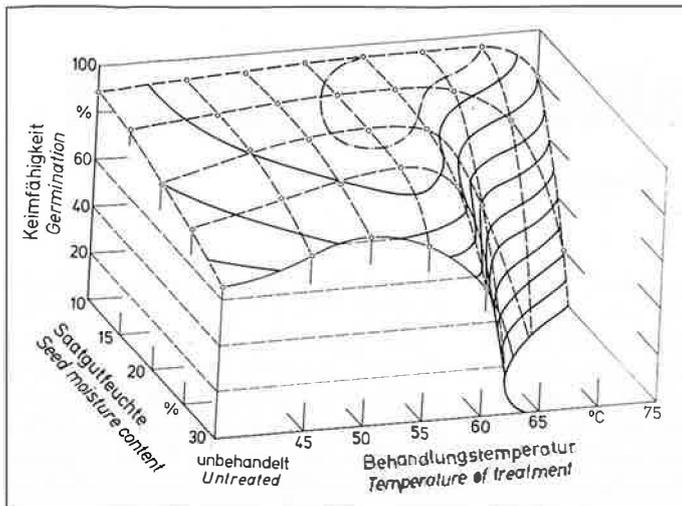


Bild 2: Keimfähigkeit von in Folienbeuteln luftdicht eingeschweißtem Zuckerrübensaatgut nach thermischer Behandlung für 900 s

Fig. 2: Germination rate of sugar beet seed after evacuation in foil bags and thermal treatment for 900 s

lichkeit von Wirt (Saatgut) und Erreger bekannt sein. Es ist vorteilhaft, die niedrigste Temperatur für eine sichere Abtötung samenbürtiger Schaderreger zu wählen, um eine weitgehende Schonung der Keimanlage zu gewährleisten.

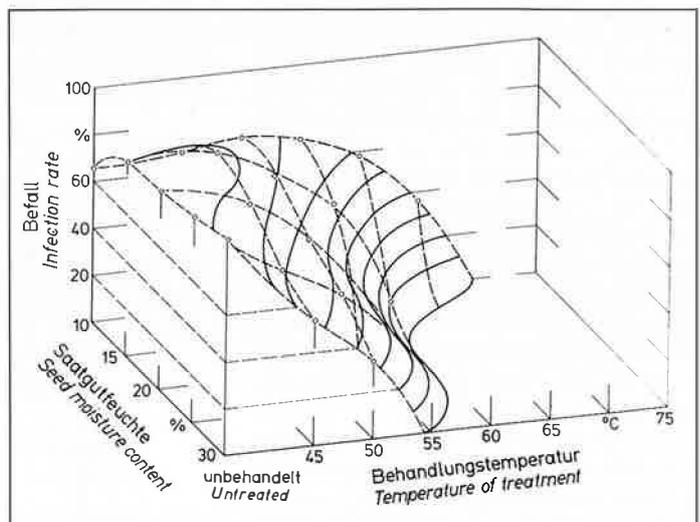
Zur Untersuchung von thermischen Grenzbedingungen der Saatgutschädigung bei definierter Feuchte muß somit ein Feuchtigkeitsverlust während der Behandlung unterbunden werden. Dies wurde exemplarisch an dem thermisch sehr empfindlichen Zuckerrübensaatgut durchgeführt. Das Versuchssaatgut wurde durch gezieltes Befeuchten konditioniert und einlagig luftdicht in Folienbeutel verschweißt. Unabhängig vom Feuchtegehalt des Saatgutes ist zunächst aufgrund der Erwärmung eine Keimstimulierung zu erkennen (Bild 2). Diese erreicht bei einem Saatgutfeuchtegehalt von 10 % und Temperaturen zwischen 60 und 70 °C mit 95 % Keimfähigkeit ihr Maximum (strichpunktierte Linie). Höhere Temperaturen führen zu einer thermischen Schädigung und somit zu reduzierter Keimfähigkeit. Mit zunehmenden Feuchtegehalten des Saatgut verschiebt sich das jeweils optimale Keimfähigkeitsergebnis in Richtung niedrigerer Temperaturen.

Man findet die am Beispiel der Keimfähigkeit von Zuckerrübensaatgut dargestellten Wechselwirkungen in ähnlicher Form auch für den pilzlichen Wurzelbranderreger *Phoma betae* (Bild 3). Behandlungstemperaturen, die über den wachstumsoptimalen Temperaturen für diesen Schaderreger von 20 °C bis 30 °C liegen, führen zu einem raschen Absterben desselben. Ein Vergleich der Bilder 2 und 3 verdeutlicht, daß eine vollständige Abtötung des Krankheitserregers bei unverminderter Keimfähigkeit nur mit wenigen Temperatur / Feuchte-Kombinationen wie etwa 10 % Saatgutfeuchte und 70 °C Behandlungstemperatur bei einer Behandlungsdauer von 15 Minuten zu realisieren ist.

Hält man Temperatur und Saatgutfeuchte bei einer thermischen Behandlung konstant, wie dies nur bei der beschriebenen Versuchsanstellung möglich ist, ergeben sich interessante Parallelen zwischen Letalitätstemperaturen von Weizen und Zuckerrübensaatgut. Es ließ sich eine Übereinstimmung der Grenztemperaturen feststellen, ab denen ein Rückgang der Anfangskeimfähigkeit zu verzeichnen ist. Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß unter Berücksichtigung der oben erwähnten saatgutspezifischen Eigenschaften und der Saatgutfeuchte eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auch auf andere Saatgutarten möglich ist.

Bild 3: Befall mit *Phoma betae* von in Folienbeuteln luftdicht eingeschweißtem Zuckerrübensaatgut nach thermischer Behandlung für 900 s

Fig. 3: Infection rate of sugar beet seed with *Phoma betae* after evacuation in foil bags and thermal treatment for 900 s



Um mögliche Einsatzfelder einer thermischen Saatgutdesinfektion zu ermitteln, muß eine Bestimmung von Temperatur / Feuchte-Wechselwirkungen für verschiedene Saatgutarten und Schaderreger erfolgen. Dann können auch größere Mengen an Saatgut oder Braugerste thermisch von Schaderregern befreit werden. Allerdings stellt dies hohe Ansprüche an die Prozeßführung.

## Zusammenfassung

Sowohl bei der Trocknung als auch bei der thermischen Sanierung von pilzbefallenem Saatgut spielen Temperatur / Feuchte / Zeit-Wechselwirkungen eine entscheidende Rolle. Diese aus der Literatur bekannten Zusammenhänge wurden an dem thermisch sehr empfindlichen Zuckerrübensaatgut überprüft und erweitert. Eine gezielte thermische Behandlung von Körnerfrüchten, sei es zur Trocknung oder zur Abtötung von Schadern, setzt die Bestimmung des Feuchtegehaltes voraus. Nur so lassen sich notwendige Temperaturen und -zeiten, welche einen sicheren Behandlungserfolg gewährleisten und zudem eine thermische Schädigung des Materials ausschließen, ermitteln. Bei der Trocknung gilt es, wertbestimmende Inhaltsstoffe und die Verwertungseigenschaften zu erhalten. Bei der Erwärmung von Saatgut und Braugerste sind der Erhalt der Keimfähigkeit und die Abtötung samenbürtiger Schaderreger die vordringlichen Zielsetzungen. Engere Temperaturkorridore verlangen hier ein sicheres Verfahrensmanagement.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98 119 erhältlich.

## Schlüsselwörter

Trocknung, Thermotherapie, Temperatur / Feuchte / Zeit-Wechselwirkungen

## Keywords

Drying, thermotherapy, temperature / moisture / time-interactions