

Heißes Wasser hält Äpfel gesund

Die Heißwasserbehandlung: eine Methode zur Reduzierung der *Gloeosporium*-Fruchtfäule an ökologisch produzierten Äpfeln

Helmut Schirmer, Bernhard Trierweiler, Volker Gräf, Norbert Q. Hoffmann, Bernhard Tauscher, Heike P. Schuchmann (Karlsruhe)

Die Langzeitlagerung von Äpfeln aus Ökologischem Landbau ist oftmals problematisch, da sich Pilzkrankheiten wie die gefährliche *Gloeosporium*-Fäule im Lager unerkannt entwickeln können. Vor allem Früchte aus Anbaugebieten mit hohen Niederschlagsmengen während der Vegetationszeit sind anfällig für solche Lagerkrankheiten. Synthetische Fungizide, die im konventionellen Apfelanbau noch kurz vor der Ernte gespritzt werden, dürfen hier nicht angewendet werden. Bei der Suche nach alternativen Behandlungsmaßnahmen sind Wissenschaftler der Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE) auf das Verfahren der Heißwasserbehandlung gestoßen, dass schon vor 100 Jahren für den Pflanzenschutz genutzt wurde und fast in Vergessenheit geraten ist.

Schon ab Januar sind für Äpfel aus Ökologischem Anbau oft hohe Preise auf dem Markt zu zahlen. Eine Ursache dafür sind die Lagerausfälle durch die *Gloeosporium*-Fruchtfäule (Abb. 1), die schon nach wenigen Monaten im Kühllager auftreten kann, spätestens aber nach der Auslagerung und während der Vermark-

Abb. 1: *Gloeosporium*-Fäule an biologisch produzierten Äpfeln der Sorte 'Topaz'.



tung. Die Krankheit verursacht Lagerungsverluste von bis zu 50 %. Selbst bei der Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre mit reduziertem Sauerstoff- und erhöhtem Kohlendioxidgehalt (sog. CA-Lagerung, „Controlled Atmosphere“) zeigen sich Fäuleschäden, wenn auch mit Verzögerung. Überlegungen, mit welcher Methode sich die *Gloeosporium*-Fäule an Äpfeln aus Ökoanbau reduzieren lässt, führten zur Heißwasserbehandlung. Das Verfahren wurde schon Ende des 19. Jahrhunderts zur Pilzbekämpfung am Getreidesaatgut angewendet.

Die entscheidenden 2 Minuten

Seit 1999 befassen wir uns an der Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe mit der Heißwasserbehandlung von Bio-Äpfeln der Sorte 'Topaz'. Ab 2001 wurden darüber hinaus 16 weitere handelsübliche Lagersorten aus dem ökologischen Anbau mit heißem Wasser be-

handelt. Abbildung 2 zeigt die für die Versuche verwendete Anlage. In der Abbildung 3 sind die Ergebnisse für die Sorte 'Topaz' dargestellt. Die Wirkung gegen die *Gloeosporium*-Fäule war bei den anderen Sorten ähnlich gut.

Für die Versuche wurden die Äpfel in 20 kg Obstkisten in heißes Wasser getaucht. Als optimale Prozessbedingungen ermittelten wir eine Tauchzeit von 2 Minuten in 53 °C warmem Wasser. Nach der Behandlung im September erfolgte eine 5-monatige Lagerung der Äpfel zum einen nur im Kaltlager, und zum anderen unter

Abb. 2: Heißwassertauchanlage zur Behandlung von Äpfeln in 20 kg Obstkisten.



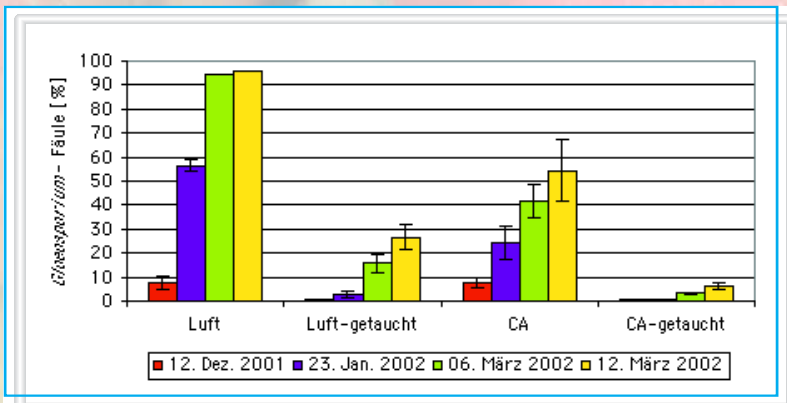


Abb. 3: *Gloeosporium*-Fäule an ökologisch produzierten Äpfeln der Sorte 'Topaz' nach Heißwasserbehandlung im September 2001, sofortiger Einlagerung und 5-monatiger Lagerung im Kaltlager mit Normalluft bzw. unter kontrollierter Atmosphäre. Die Bonitur am 12.03.02 erfolgte nach sechstägiger Nachlagerung bei Raumtemperatur.

kontrollierter Atmosphäre mit einem Sauerstoffgehalt von 1 % und einem Kohlendioxidgehalt von 3 %, jeweils bei 1 °C.

Bei einer ersten Bonitur (Untersuchung auf Faulstellen) im Dezember konnte im Normallager (Luft) an 7,8 % der ungetaucht gelagerten Äpfel die *Gloeosporium*-Fäule festgestellt werden. Bei den getauchten Äpfeln wiesen nur 0,4 % das typische *Gloeosporium*-Schadbild auf. Das gleiche Ergebnis wurde bei den ungetauchten und getauchten 'Topaz'-Äpfeln im CA-Lager beobachtet.

Nach der 5-monatigen Lagerung wurde die Wirkung der Heißwasserbehandlung noch deutlicher. Abbildung 3 zeigt, daß 94,4 % der im Kaltlager unter Luft aufbewahrten, unbehandelten 'Topaz'-Äpfel von dem Schadpilz befallen wurden. Dagegen betrug die *Gloeosporium*-Fäule an den getauchten Äpfeln im Kaltlager nur 16,9 % (Abb. 3). Noch deutlicher war der Zusammenhang zwischen Heißwasserbehandlung und Reduzierung der *Gloeosporium*-Fäule bei den 'Topaz'-Äpfeln, die kalt unter CA-Bedingungen gelagert wurden. 41,4 % der unbehandelten Früchte wiesen die *Gloeosporium*-Fäule auf, von den getauchten Äpfeln zeigten nur 3,2 % das typische Schadbild (Abb. 3). Dieses Ergebnis zeigt, dass mit der Heißwasserbehandlung und anschließender Lagerung bei kontrollierter Atmosphäre die *Gloeosporium*-Fäule an ökologisch produzierten Äpfeln der Sorte 'Topaz' deutlich reduziert werden kann.

Bezüglich des mikrobiologischen Status des Tauchwassers konnte während eines zweitägigen Einsatzes der Tauchanlage keine Vermehrung der Gesamtkeimzahl und der Hefen und Schimmelpilze festgestellt werden.

Wirkungsmechanismen

Um zu überprüfen, welche Wirkung die Temperatur auf den Pilz hat, inkubierten wir *Gloeosporium*-Sporen zwei Minuten lang in 53 °C heißem Wasser. Nach anschließendem Ausbringen der Lösung auf einem Spezialnährboden war kein Pilzwachstum mehr festzustellen. Die

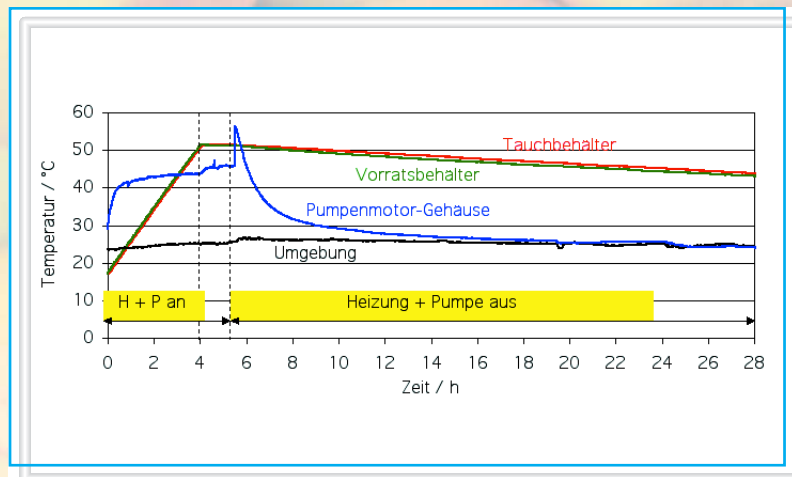
Empfindlichkeit des Pilzes gegenüber der Temperatur von 53 °C kann somit den Erfolg der Heißwasserbehandlung erklären.

Ein mögliche weitere Erklärung für die Wirkung der Heißwasserbehandlung könnte darin bestehen, dass durch die Temperatur von 53 °C die Wachsschicht auf der Apfeloberfläche zerfließt und auf diese Weise die Lentizellen, in denen sich das Promycel des Pilzes bildet, verschleißt. Die *Gloeosporium*-Sporen können nicht mehr auskeimen, beziehungsweise gekeimte Sporen können innerhalb der Lentizelle nicht mehr wachsen. Aus der Fachliteratur ist bekannt, dass ein Verschließen von Lentizellen bei Zitrusfrüchten nach Heißwasserbehandlung möglich ist.

Transfer in die Praxis

Ein großer Teil der hier beschriebenen Tauchversuche wurde auf einem Naturland-Obstbaubetrieb in der Bodensee-Region durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, daß das Aufheizen der Apfeltauchanlage momentan für einen kommerziell durchzuführenden Prozess zu lange dauert. Messungen der Aufheiz- und Abkühlverläufe (Abb. 4) lassen erkennen, daß es bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C etwa vier Stunden dauert, um die insgesamt ca. 900 Liter Wasser im Vorrats- und Tauchbehälter auf 52,5 °C zu erwärmen. Infrarot-Aufnahmen der Heißwassertauchanlage zeigen, dass die Ver-

Abb. 4: Aufheiz- und Abkühlverlauf der Heißwassertauchanlage.



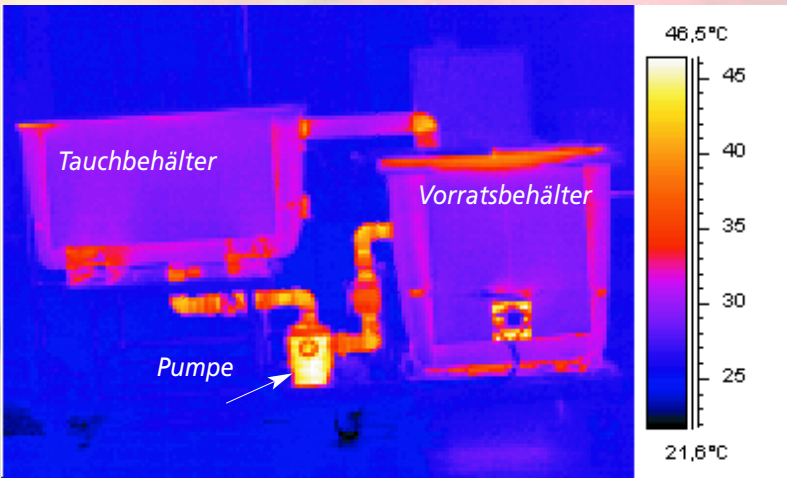


Abb. 5: Infrarotaufnahme der Heißwassertauchanlage.

bindungsrohre zwischen dem Tauch- und Vorratsbehälter hohe Wärmeverluste aufweisen (Abb. 5). Eine Erhöhung der Heizleistung sowie eine verbesserte Isolierung können hier Abhilfe schaffen.

Die Temperaturverläufe im Tauchwasser spiegeln nicht unbedingt die Bedingungen wieder, die während des Tauchvorgangs an der Oberfläche der Äpfel herrschen. Darum wurden mit Hilfe von Thermofühlern die Temperaturen während des Tauchens im Inneren der Kiste gemessen. Dazu wurden Fühler unten, oben und in der Mitte einer 20 kg Kiste angebracht. Die Messungen in 52,5 °C warmem Wasser zeigten, dass im Innern der Kiste 50 °C rasch erreicht und über die gesamte Eintauchzeit gleichmäßig gehalten werden (Abb. 6). Außerdem fällt

die Wassertemperatur im Tauchbehälter durch das Einbringen der etwa 12 °C kalten Äpfel kaum ab.

getaucht wurden. Direkt nach der Behandlung wurden die Äpfel halbiert und sofort mit einer Infrarotkamera fotografiert. Dabei wurde deutlich, dass sich die Äpfel nur im Randbereich erwärmen. Der 3 Minuten getauchte Apfel erwärmt sich bis in eine Tiefe von ca. 5 mm auf etwa 40 °C; die nur 2 Minuten getauchte Frucht bleibt deutlich kälter, auch ist die Tiefenwirkung geringer. Um Wärmeschäden an der Apfelschale vorzubeugen, sollte nicht länger als 2 Minuten getaucht werden. Tauchzeiten über 2 Minuten scheinen auch keine bessere Wirkung gegen den Schadpilz zu haben.

Mit unseren Untersuchungen konnten wir zeigen, dass in einer 20 kg Kiste an der Apfeloberfläche die notwendigen Prozessbedingungen realisiert werden können. Außerdem lässt sich mit diesen Prozessbedingungen die *Gloeosporium*-Fäule deutlich verringern, ohne die Äpfel

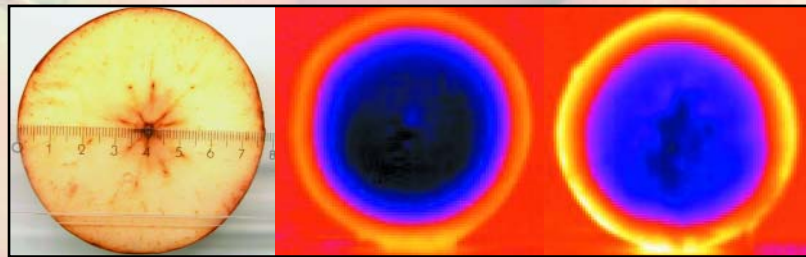
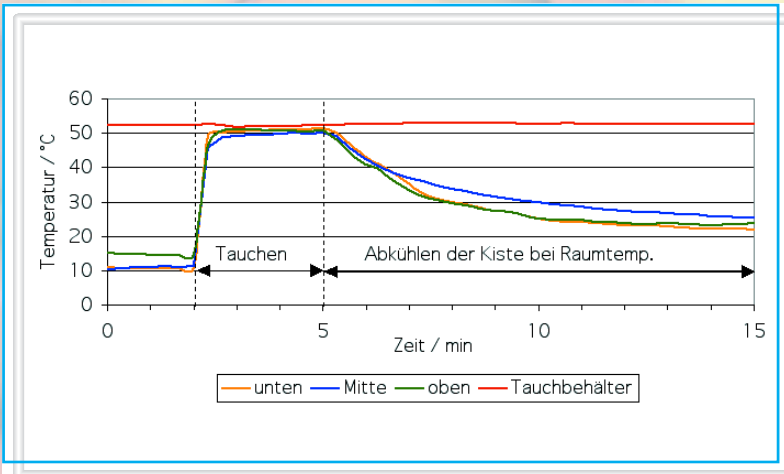


Abb. 7: Temperaturprofil innerhalb eines Apfels aus dem Kühlraum (3 °C) nach 2 Minuten (mitte) bzw. 3 Minuten (rechts) Heißwasserbehandlung bei 53 °C; Umgebungstemperatur 23,5 °C.

Abbildung 7 zeigt Äpfel, die für 2 bzw. 3 Minuten in 52,5 °C warmem Wasser

qualitativ zu schädigen. Um dieses Verfahren für Bio-Bauern kommerziell nutzbar zu machen, führen wir weitere Untersuchungen an handelsüblichen 300 kg Apfelkisten durch.

Abb. 6: Temperaturverlauf in einer 20 kg Apfelkiste während des Tauchens.



Helmut Schirmer, Dr. Bernhard Trierweiler, Prof. Dr. Bernhard Tauscher, Institut für Chemie und Biologie; Volker Gräf, Norbert Q. Hoffmann, Dr.-Ing. Heike P. Schuchmann, Institut für Verfahrenstechnik; Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe, E-mail: helmut.schirmer@bfe.uni-karlsruhe.de