

Pilzanfälligkeit von Verpackungsholz

Schimmel auf Holzpaletten – das muss nicht sein

Gerda Lambertz und Johannes Welling (Hamburg)

Um Verpackungsholz für den weltweiten Warenaustausch „insektenfrei“ zu machen, ist gemäß internationaler Richtlinie eine Hitzebehandlung zwingend erforderlich. Dadurch wird jedoch ein anderes unerwünschtes Übel gefördert: Folgt nicht unmittelbar nach der Behandlung eine Trocknung, kann hitzebehandeltes Holz einen idealen Nährboden für holzverfärbende Pilze bilden. Damit dem Empfänger bzw. Verbraucher nicht schon beim Anblick des Verpackungsholzes die Lust am Auspacken der Ware vergeht, muss das Holz auf ökologisch und ökonomisch sinnvolle Weise pilzfrei gehalten werden.

Keine Freitickets für Schadinsekten

Verpackungen und Ladungsträger aus Holz dienen nicht nur dazu, verschiedenste Waren international zu verfrachten; auch Schadorganismen können auf diese Weise quasi „nebenbei“ über Länder- und Kontinentgrenzen hinweg verbreitet werden. Aus diesem Grund wurde im Jahre 2002 durch die Internationale Pflanzenschutz-Konvention (IPPC) zum weltweiten Schutz der einheimischen Wälder eine Richtlinie erlassen, die das Risiko einer Verschleppung der Schadorganismen minimieren soll (vgl. ForschungsReport 2/2003). Der so genannte ISPM Nr. 15, der internationale Standard für phytosanitäre (pflanzengesundheitliche) Maßnahmen, beschreibt dabei Verfahren zur Abtötung der schädlichen Organismen, die anzuwenden sind, bevor das Vollholzmaterial international auf die Reise geht (Abb. 1).

Im Wesentlichen werden in der Richtlinie zwei Behandlungsmethoden zur Vernichtung der Schadorganismen unterschieden: zum einen eine Begasung des Holzes mit Methylbromid, zum anderen eine Hitze- bzw. Wärmebehandlung des Holzes. In Deutschland sowie in zahlreichen anderen Ländern ist der Einsatz von Methylbro-

mid verboten, da es als hochgiftig für Mensch und Umwelt eingestuft wurde. Andere Begasungsalternativen sind derzeit zwar im Gespräch (z.B. Sulfuryldifluorid), jedoch sind diese noch nicht durch die Richtlinie als geeignete Schutzmaßnahme anerkannt. Nicht zu vernachlässigen sind dabei auch die Ergebnisse neuester Untersuchungen, die belegen, dass eine Begasung die Gefahr des Überganges der Begasungssubstanz auf das transportierte Gut mit sich bringt. In den meisten ISPM-15-Ländern ist daher nur noch eine Wärme-/Hitzebehandlung des Holzes als geeignete Behandlungs-

Abb. 1: Neu produzierte Holzpaletten. In den mittleren Klötzen sind die von der Internationalen Pflanzenschutz-Konvention (IPPC) geforderten Kennzeichnungen zur „Schädlingsfreiheit“ zu erkennen.



maßnahme zulässig. Dabei muss eine Mindesttemperatur von 56 °C über einen Zeitraum von mindestens 30 Minuten in der Mitte des größten Querschnittes des Holzes wirken, um sicherzustellen, dass die im Holz befindlichen Schadorganismen durch Denaturierung des Eiweißes abgetötet werden. Diese Bedingungen können einerseits im Zuge einer technischen Trocknung des saftfrischen Holzes erfüllt werden, andererseits durch eine reine Hitzebehandlung ohne weitere Trocknung des Holzes. Der Unterschied zwischen beiden Verfahren: Bei einer technischen Trocknung wird Schnittholz in gut isolierten Kammern, ähnlich wie in einem Heißluftherd, mit warmer Luft auf eine bestimmte niedrige Holzfeuchte heruntergetrocknet. Dieser Prozess dauert je nach Dimension des Holzes mehrere Tage. Bei einer Hitzebehandlung ohne weitere Trocknung wird das Material nur kurzzeitig in einer sehr feuchten Atmosphäre auf die gewünschte Temperatur gebracht, vergleichbar mit dem Garen in Heißdampf.

Um im Zuge der ISPM-15-Behandlung die Substratfeuchte so schnell wie möglich auf ein für Pilze unattraktives Niveau zu senken, wird in größeren Betrieben der Holzpackmittelbranche immer häufiger – trotz Mehrkosten – eine technische Trocknung des Holzes durchgeführt. Klein- und mittelständische Betriebe sind jedoch oft nicht in der Lage, diese zeit- und kostenintensive Maßnahme umzusetzen und wenden daher eine reine Hitzebehandlung an, um die Regularien zu erfüllen.

Probleme durch Hitzebehandlung

Berichte aus der Praxis und Ergebnisse aus Forschungsuntersuchungen zeigen, dass frisches Schnittholz, welches einer reinen Hitzebehandlung ohne weitere Trocknung unterzogen wurde, eine extreme Affinität gegenüber Schimmel- und Bläuebefall aufweist (Bläue = Holzverfärbende Pilze). Diese Anfälligkeit ist weitaus größer als bei vergleichbarem frischem Holz, das nicht hitzebehandelt wurde. Der Befall erfolgt in wesentlich kürzerer Zeit und ist merklich ausgeprägter (Abb. 2).

Bei den von der deutschen Verpackungsindustrie verwendeten Holzarten neigt vor allem Kiefernspiltholz zu starkem Schimmelbefall und Verblauen. Obwohl durch einen derartigen Befall die Festigkeitseigenschaften des Holzes nicht beeinträchtigt werden, stellt der Befall doch eine starke Wertminderung aus optischer Sicht dar und gilt daher sowohl bei den Herstellern als auch bei den Verwendern in hohem Maße als unerwünscht. Auch die gesundheitlichen Risiken für den Menschen, die durch Schimmelsporen verursacht werden können, zum Beispiel Allergien und Asthma, stellen einen

wesentlichen Mangel des befallenen Holzes dar. Es ist daher ersichtlich, dass mit Schimmel besetztes Verpackungsmaterial nicht in Kontakt mit Lebensmitteln gebracht werden darf.

Da es sich bei dem verwendeten Holzverpackungsmaterial in der Praxis meist um saftfrisch verarbeitete Hölzer handelt, gilt es, den etwa zwei bis vier Wochen umfassenden kritischen Zeitraum zwischen dem feuchten, pilzanfälligen Zustand des Holzes nach dem Einschnitt bis zu einem Abtrocknen (durch Umgebungsluft) auf eine für pilzliche Organismen unattraktive Feuchte zu überbrücken. Nach der Trocknung besteht aufgrund der niedriger Holzfeuchte die Gefahr mikrobieller Verfärbungen nicht mehr. Gesucht wurde nach Alternativen zu ökologisch bedenklichen Methoden und Mitteln, die auch für einen Einsatz in gesundheitlich sensiblen Bereichen, wie beim Transport von Lebensmitteln, geeignet sind. Diese Alternativen sollten neben guter Wirksamkeit auch für den Anwender praktisch umsetzbar und ökonomisch tragbar sein.

Die Untersuchungen konzentrierten sich zunächst auf die Frage, warum hitzebehandeltes Holz so anfällig für Pilzbefall ist. Darauf aufbauend wurde erforscht, wie sich die Bildung von Schimmel und Bläue auf derartig behandelten Hölzern zumindest temporär einschränken oder vermeiden lässt, ohne dabei auf konventionelle chemische Holzschutzmittel zurückzugreifen.

Erforschung der Ursachen

Als potenzielle Gründe für einen gesteigerten Pilzbefall nach einer Hitzebehandlung wurden zunächst von Praktikern wie auch von Forschern zwei denkbare Ansätze angenommen: Zum einen könnten durch die Behandlung wichtige Nährstoffe, wie Zucker-, Fett- oder Stärkemoleküle, aufgrund von Verlagerungsprozessen oder chemischen Veränderungen verstärkt an der Holzoberfläche zur Verfügung stehen. Eine andere Möglichkeit wurde in einer Erhöhung der Holzfeuchte an der Oberfläche gesehen.

Letztere Annahme konnte schnell durch entsprechende Untersuchungen widerlegt werden: Die Feuchte nach einer Hitzebehandlung entspricht annähernd der Feuchte vor der Behandlung. Eine



Abb. 2: Struktur des Pilzbefalles auf hitzebehandeltem (links) und nicht-hitzebehandeltem (rechts) Kiefernspiltholz nach zweiwöchiger Lagerung unter Folie in sehr feuchtem Klima.

Erhöhung des Feuchtegehaltes an der Holzoberfläche spielt bei Holzfeuchten von über 90 % für das Wachstum der Pilze, deren Wachstumsoptimum zwischen 30 und 70 % liegt, keine entscheidende Rolle.

Eine Veränderung des Stärkegehaltes, des Gehaltes an freien Zuckern und des pH-Wertes durch die Hitzebehandlung konnte analytisch ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Hingegen nahmen im Zuge der Hitzebehandlung die eluierbaren lipiden Extraktstoffe in den behandelten Hölzern zu. Durch eine schrittweise Extraktion mit drei verschiedenen Extraktionsmitteln konnten diverse Substanzen aus dem Holz herausgelöst werden, die vorwiegend zur Klasse der Fett- und Harzsäuren gehören. In zwei voneinander unabhängigen Versuchsreihen war die Ausbeute an Extrakt jeweils bei der hitzebehandelten Variante gegenüber der entsprechenden nicht-behandelten Kontrollvariante um ca. 40–70 % erhöht (Tab. 1).

Alkalische Lösungen legen Pilze lahm

Diese Beobachtung führte zu der Hypothese, dass die erhöhte Verfügbarkeit von Fett- und Harzsäuren die Ursache für einen gesteigerten Pilzbefall des hitzebehandelten Holzes darstellen könnten, da diese den pilzlichen Organismen als eine erweiterte Nahrungsquelle dienen. Folglich dürfte es nicht mehr zu einer verstärkten Pilzbesiedlung kommen, wenn diese Substanzen chemisch gebunden und/oder aus dem Holz herausgelöst würden.

Auf den Erkenntnissen der chemischen Analyse aufbauend ist es in weiterführenden Versuchen gelungen, für toxikologisch unbedenkliche und in der Anwendung kostengünstige Chemikalien eine temporär fungistatische Wirksamkeit nachzuweisen (Abb. 3). Als gut wirksam erwiesen sich vor allem kaliumcarbonat- bzw. natriumcarbonathaltige Lösungen. Diese Substanzen wirken alkalisch bis stark alkalisch und begründen demnach zwei mögliche Reaktionsmechanismen, durch die das pilzliche Wachstum gehemmt werden kann:

1. Eine Behandlung des Holzes mit diesen Substanzen erhöht den pH-Wert in den oberflächennahen Holzschichten. Der pH-Wert an der Holzoberfläche liegt nach der Substanzbehandlung oberhalb des von pilzlichen Organismen tolerierten Wertes von pH 10,5.



Abb. 3: Schadbilder hitzebehandelter Proben nach zweiwöchiger Lagerung unter Folie. Obere beiden Reihen ohne zusätzliche Behandlung; darunter liegende Reihen mit verschiedenen Substanzen behandelt.

2. Die im Holz vorhandenen freien Fettsäuren werden durch die Zugabe von Laugen neutralisiert bzw. verseift und stehen den pilzlichen Organismen demzufolge nicht mehr als Nahrungsquelle zur Verfügung.

Praxistauglichkeit

An der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft werden zurzeit in einem von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) geförderten Projekt weiterführende Versuche zum genauen Wirkmechanismus, zum Auswaschverhalten, zum Korrosionsverhalten und zum Einfluss der Substanzen auf die technologischen Eigenschaften des Holzes durchgeführt. Im Zuge dessen wird in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenchemie-Hersteller LIVOS und der Firma Zuelch Industrial Coatings nach einer optimalen Lösungszusammensetzung gesucht. Dank der Beteiligung der Firmen HMS Holz Hagenow und Paletten Service Hamburg ist dabei ein Test der Substanzen im praktischen Pilotmaßstab gewährleistet. ■

Tab. 1: Mittelwerte der Ergebnisse der sukzessiven Extraktion von Kiefernspilnholz (bezogen auf absolut trockenes Holz)

Extraktionsmittel	Versuchsreihe	Ausbeute [%]		Verhältnis Ausbeute Hitze/Kontrolle
		Hitzevariante	Kontrollvariante	
Petrolether	1	3,29	1,91	1,72
	2	3,54	2,19	1,62
Ether	1	0,56	0,4	1,40
	2	0,17	0,12	1,42
Aceton/Wasser	1	1,42	1,03	1,38
	2	0,92	0,65	1,42



Gerda Lambertz und Dr. Johannes Welling,
 Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg.
 E-Mail: g.lambertz@holz.uni-hamburg.de