

Pilze auf hitzebehandeltem Verpackungsholz

Neue Erkenntnisse aus der Forschung klären die Ursachen und helfen bei einer Befallsvermeidung

Von Gerda Lambertz*, Hamburg

Verpackungsholz, welches nach ISPM-15-Standard hitzebehandelt und nicht weiter getrocknet wird, zeigt eine extreme Anfälligkeit gegenüber Schimmel- und Bläuepilzen. Dieser Umstand ist in der Branche hinlänglich bekannt und führt zu Unmut und Unsicherheit im Umgang mit befallenen Material. Forschungsarbeiten am Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut in Hamburg (vTI, vormals Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft) beschäftigen sich seit längerer Zeit erfolgreich mit der Untersuchung und der Vermeidung dieses Problems. Der folgende Artikel soll einen Gesamtüberblick über den bisherigen Stand des Wissens liefern und Unklarheiten sowie Missverständnisse, welche z. T. aus anderweitigen Veröffentlichungen resultieren, aus dem Weg räumen.

Gemäß internationaler Richtlinie ISPM Nr. 15 muss Verpackungsmaterial aus Vollholz vor einer internationalen Versendung phytosanitär behandelt werden, um eventuell vorhandene Schadorganismen abzutöten und deren Ausbreitung in den Wäldern des Empfängerlandes zu vermeiden. 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.

In Deutschland sowie in zahlreichen anderen Ländern ist der Einsatz von Methylbromid verboten, da es als hochgiftig für Mensch und Umwelt eingestuft wurde. Andere Behandlungs- und 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 Begasungsstanz auf das transportierte Gut mit sich bringt (Knol de Vos, 2002). In den meisten ISPM-15-Ländern ist daher nur noch eine Wärme-/Hitzebehandlung des Holzes als geeignete Behandlungsmaßnahme zulässig. Dabei muss eine Mindesttemperatur von 56 °C über einen Zeitraum von mindestens 30 min in der Mitte des größten Querschnittes des Holzes einwirken, um so sicherzustellen, dass das Eiweiß sämtlicher im Holz befindlicher Schadorganismen denaturiert und diese

Tabelle 1 Ø-Preise für EUR-Paletten aus mitteleurop. Produktion*

Neuware, frisch	9,10 Euro
Neuware, KD-Qualität	9,50 Euro

Quelle: Anonymus, 2007. * ladungsweiser Bezug

dadurch abgetötet werden. Die geforderten Behandlungsparameter können einerseits mit einer technischen Trocknung des saftfrischen Holzes erfüllt werden, andererseits durch eine reine Hitzebehandlung ohne eine weitere technische Trocknung (ISPM Nr. 15, 2002).

Diese Arten der phytosanitären Behandlung dienen ausschließlich dem Abtöten von tierischen Schadorganismen, welche sich zum Zeitpunkt der Behandlung in dem Holz befinden. Ein lang anhaltender Schutz vor einem neuartigen Insektenbefall oder gar vor einem Pilzbefall ist durch eine solche Behandlung nicht gewährleistet. Behauptungen, die Holzoberfläche würde durch die Hitzebehandlung „sterilisiert“ (Krämer et al., 2008), können aus wissenschaftlicher Sicht seitens des vTI keinesfalls bestätigt werden.

Um jedoch längerfristig einen Pilzbefall des Holzes zu vermeiden, wird in größeren Betrieben der Holzpackmit-

* Die Autorin ist Diplom-Holzwirtin und arbeitet als wissenschaftliche Angestellte am vTI im Bereich Holztechnologie.

telbranche immer häufiger – trotz entstehender Mehrkosten (Tabelle 1) – eine technische Trocknung des Holzes durchgeführt. Dadurch kann im Zuge der ISPM-15-Behandlung die Substratfeuchte so schnell wie möglich auf ein für Pilze unattraktives Niveau gesenkt werden. Klein- und mittelständische Betriebe sind jedoch oft nicht in der Lage, diese zeit- und kostenintensive Maßnahme umzusetzen und wenden daher eine reine Hitzebehandlung zur Erfüllung der Regularien des ISPM 15 an.

Folgen der Hitzebehandlung

Der Feuchtegehalt des frischen Holzes nach einer reinen Hitzebehandlung ist nahezu gleich dem Feuchtegehalt vor der Behandlung, daher finden Pilze sowohl vor wie auch nach einer Behandlung ideale Substratfeuchten im Holz vor. Bei entsprechenden Klimaverhältnissen ist ein Pilzbefall ohne weitere Schutzmaßnahmen folglich unvermeidbar. 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 Bläuepilz aufweist. Diese Anfälligkeit ist weitaus größer als bei vergleichbarem frischem und nicht hitzebehandeltem Holz. Der Befall erfolgt in wesentlich kürzerer Zeit und ist merklich ausgeprägter (Abbildung 1).

Von den in der deutschen Verpackungsindustrie zum Einsatz kommenden Holzarten neigt vor allem Kiefernspinttholz 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 optischen Gründen 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, z. B. 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 sollte.

Forschungsziele

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, äußerst 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 auf Grund von niedriger Holzfeuchte die Gefahr mikrobieller Verfärbungen nicht mehr. Ein nachhaltiger Schutz ist deshalb nicht erforderlich. Doch auch jenes Holz, welches ungetrocknet z. B. bei einem Überseetransport über längere Zeit (bis zu vier Wochen) in Containern gelagert wird, gilt es zu schützen. Die klimatischen Bedingungen, die oft bei einem solchen



Abbildung 1 Struktur des Pilzbefalls auf hitzebehandeltem (links) und nicht hitzebehandeltem (rechts) Kiefernspinttholz nach zweiwöchiger Lagerung unter Folie in sehr feuchtem Klima. Fotos: vTI

Transport im Inneren der Container vorherrschen, bieten in Interaktion mit dem feuchten Holz optimale Bedingungen für einen Befall des Materials durch Pilze. Hier gilt es, dass Holz zumindest für die Zeit des Transportes pilzfrei zu halten.

Forschungsziel der Untersuchungen am vTI war daher die Schaffung von 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. Auch soll eine Behandlung der späteren Verwertung des Materials gemäß Altholzverordnung positiv gegenüber stehen, d. h. das Material soll praktisch als „frei von Holzschutzmitteln“ sowie „halogenfrei“ deklariert werden können. Dadurch soll eine fortlaufende stoffliche Verwertung des Materials gewährleistet werden.

Die durchgeführten Untersuchungen konzentrierten sich zunächst auf die Erforschung der Ursachen für einen gesteigerten Pilzbefall hitzebehandeltes Holz. Durch die gewonnenen Erkenntnisse sollte geklärt werden, wie sich die Bildung von Schimmel und Bläue auf derartiger behandelten Hölzern zumindest temporär einschränken oder vermeiden lässt, ohne dabei auf konventionelle chemische Holzschutzmittel zurückzugreifen. Untersucht wurden Proben aus saftfrischem Kiefernspinttholz in für die Palettenproduktion üblichen Dimensionen.

Ursachenerforschung

Als potenzielle Gründe für einen gesteigerten Pilzbefall nach einer Hitzebehandlung wurden zunächst von Praktikern als auch von Forschern zwei denkbare Ansätze angenommen: zum Einen könnte die Verfügbarkeit der für das Wachstum der Pilze bedeutsamen Nährstoffe, wie z. B. Zucker-, Fett- oder Stärkemoleküle, an der Holzoberfläche auf Grund von Verlagerungsprozessen oder chemischen Veränderungen durch die Behandlung zugenommen haben. Eine andere Erklärungsmöglichkeit 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 dem Wert vor der Behandlung. Eine Erhöhung des Feuchtegehaltes an der Holzoberfläche durch Wassertransportvorgänge oder durch Ansammlung von Kondenswasser spielt bei Holzfeuchten von ohnehin über 90 % für das Wachstum der Pilze keine entscheidende Rolle. Ihr Wachstumsoptimum liegt in der Regel bei 30 bis 70 % Holzfeuchte (Schmidt, 1994).

Eine Veränderung oder Verlagerung des Stärkegehaltes, des Gehaltes an freien Zuckern und des pH-Wertes durch die Hitzebehandlung konnte analytisch nicht nachgewiesen werden. Durch entsprechende Untersuchungen wird allerdings belegt, dass es im Zuge der Hitzebehandlung zu einer Zunahme der herauslösbaren Lipiden (wasserunlöslichen) Extraktstoffe in den behandelten Hölzern kam. Durch eine stufenweise Extraktion mit drei verschiedenen Mit-



teinen wurden dabei diverse Substanzen aus dem Holz herausgelöst, die vorwiegend zur Klasse der Fett- und Harzsäuren bzw. Triglyceride gehören. In zwei voneinander unabhängigen Versuchsreihen war die Ausbeute an Extrakt jeweils bei dem hitzebehandeltem Kollektiv gegenüber dem entsprechenden nicht hitzebehandeltem Kontrollkollektiv um etwa 40 bis 70 % gesteigert (Tabelle 2). Eine „Verlagerung“ der Extraktstoffe in oberflächennahe Schichten konnte bisher nicht nachgewiesen werden, vielmehr wurde eine gleichmäßige Verteilung des Extraktstoffgehaltes über den gesamten Querschnitt der Proben festgestellt. Aus diesem Grunde ist von einer „Freisetzung“ der Extraktstoffe in den Holzzellen durch die Hitzebehandlung auszugehen.

Problembehandlung

Die Zunahme der herauslösbaren, lipiden Extraktstoffe ließ die Annahme zu, dass diese für einen gesteigerten Pilzbefall nach der Hitzebehandlung verantwortlich sind, da sie den Pilzen als erweiterte leicht zugängliche Nahrungsquelle dienen. Daraus folgte die Überlegung, die Extrakte mittels verschiedener Substanzen chemisch zu binden und/oder aus dem Holz herauszulösen. Die Extrakte sollten den Pilzen dadurch als Nahrungsquelle entzogen werden.

Auf den Erkenntnissen der chemischen Analyse aufbauend ist es in weiterführenden Versuchen gelungen, für



Abbildung 2 Schadbilder hitzebehandelter Proben nach zweiwöchiger Lagerung unter Folie. Die obere Reihe zeigt Proben ohne zusätzliche Behandlung; die darunter liegenden Reihen wurden mit verschiedenen Substanzen behandelt.

Praxistauglichkeit

In einem von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) geförderten Projekt finden zurzeit weiterführende Versuche zum genauen Wirkmechanismus, zum Auswaschverhalten, zum Korrosionsverhalten und zum Einfluss der Substanzen auf die technologischen Eigenschaften des Holzes statt. Im Zuge dessen wird in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenchemie-Hersteller Livos und 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.

Abschließend gilt es in Absprache mit dem UBA (Umweltbundesamt) und der BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) eine Zulassung der Substanzen als „Reinigungs-/Entfettungsmittel für Holz“ zu erwirken. Es soll eine deutliche Abgrenzung der

Tabelle 2 Mittelwerte der Ergebnisse der sukzessiven Extraktion von Kiefernspinttholz (atro)

Extraktionsmittel	Versuchsreihe	Ausbeute [%]		Verhältnis Ausbeute Hitze-/Kontrollkollektiv
		Hitze-kollektiv	Kontroll-kollektiv	
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

toxikologischen unbedenkliche und in der Anwendung kostengünstige Substanzen eine temporär fungistatische Wirksamkeit nachzuweisen (Abbildung 2).

Bei den Substanzen mit guter Wirkung handelt es sich zum Großteil um kaliumcarbonat- bzw. natriumcarbonathaltige Lösungen. Diese Substanzen wirken alkalisch bis stark alkalisch und begründen demnach zwei mögliche Reaktionsmechanismen, durch die eine Hemmung des pilzlichen Wachstums erreicht werden kann:

1. Eine Behandlung des Holzes mit diesen Substanzen führt zu einer Erhöhung des pH-Wertes des Holzes in oberflächennahen Schichten. Der pH-Wert an der Holzoberfläche liegt nach der Substanzbehandlung für einen begrenzten Zeitraum oberhalb des von pilzlichen Organismen tolerierten pH-Wertes von 10,5.

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

Substanzen zu konventionellen Mitteln und Bioziden erfolgen, da es sich bei den Substanzen nicht um ein Holzschutzmittel oder Vernichtungsmittel im eigentlichen Sinne handelt, sondern vielmehr um eine Substanz, die der Reinigung und Entfettung der Holzoberfläche dient. Eine entsprechende Deklarierung wird angestrebt.

Literatur

- Anonymus (2007): Palettenanfrage hält sich zu Beginn des Herbstgeschäftes auf hohem Niveau. Euwid Holz, 2007, Nr. 39, Seite 7.
- ISPM Pub. Nr. 15 (2002): Richtlinien zur Regelung von Holzverpackungsmaterial im internationalen Handel. Internet: <http://www.bba.de/ag/gesund/intermat/ippc/texte/isp15.pdf> - Abruf am: 22. 10. 2005.
- Krämer, G., Hasdentel, J., Dippel, J.-W. (2008): Vermeidung von Schimmelpilzen an Verpackungsholz. Holz-Zentralblatt 2008, Nr. 3, Seite 80.
- Schmidt, O. (1994): Holz- und Baumpilze. Springer Verlag.
- Veldman, W., Knol de Vos, T. (2004): Erste Ergebnisse einer Untersuchung der Emission von begastem Wägen. Internet: www.uke.uni-hamburg.de/institute/arbeitsmedizin/downloads/universitaetsprofessur-arbeitsmedizin/Veldman_Knol_emission_studies.pdf - Abruf am 3. 5. 2007.