

Begasungsverfahren für Eichenstammholz mit Methylbromid gegen die amerikanische Eichenwelke

Von M. Rütze und W. Liese, Hamburg

(Institut für Holzbiologie und Holzschutz der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft und Ordinariat für Holzbiologie, Universität Hamburg)

Seit über einem Jahrzehnt ist Eiche die dominierende Holzart für Möbel und Paneele. Von entscheidender Bedeutung für die Rohstoffversorgung der Bundesrepublik sind die Rundholz- und Furnierimporte aus Nordamerika, ohne die die Nachfrage nicht befriedigt werden könnte (Ollmann 1983). Eine grundlegende Verschlechterung der Verfügbarkeit von Eichenholz war vor einigen Jahren aufgrund einheitlicher Importvorschriften der Europäischen Gemeinschaft (Pflanzenschutzrichtlinie 77/93 EWG) zu befürchten, die 1976 erarbeitet und inzwischen in nationales Recht umgesetzt worden sind (Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 12 von 20. 3. 1982, Seite 329). Diese in ihren Konsequenzen nicht durchdachte Richtlinie schreibt zum Schutz der europäischen Eichenwälder gegen die Einschleppung der in den USA verbreiteten Eichenwelkekrankheit verschiedene Maßnahmen für das Rundholz vor, die jedoch für die Furnierindustrie aus technologischen Gründen nicht praktikabel sind. So darf Eichenholz grundsätzlich nur entrindet eingeführt werden, zudem darf das Holz keine natürlichen Rundungen mehr aufweisen, oder es muß vor der Verschiffung auf maximal 20% getrocknet oder einer thermischen Behandlung unterzogen worden sein.

Diese Auflagen der EG würden – konsequent angewendet – den weiteren Import von amerikanischem Eichenrundholz praktisch ausschließen, da eine Verarbeitung derart behandelten Holzes zu Furnieren aufgrund von beträchtlichen Qualitätsverlusten nicht mehr wirtschaftlich wäre. Daher wurde zunächst als zeitlich befristete Ausnahmeregelung die weitere Einfuhr von Eiche nach einem von der Bundesrepublik seit den 50iger Jahren praktiziertem Verfahren gestattet.

Hiernach kann berindetes Eichenstammholz eingeführt werden, wenn es gemäß offiziellem Zertifikat aus einem Gebiet stammt, das bislang keine Eichenwelke aufweist (White County). Ein solches System beinhaltet jedoch zahlreiche Risiken, insbesondere hinsichtlich der Identifizierung, Überwachung und Abgrenzung infizierter Areale und ist daher als Dauerregelung für die Länder der EG nicht akzeptabel, zumal die routinemäßigen, großflächigen Beobachtungen erhebliche Kosten verursachen. Ferner umfassen die Befallsgebiete in bislang 21 Staaten der USA etwa 75% der hochwertigen Bestände, besonders in Pennsylvania, Ohio, Indiana und Iowa. Bei einer Freigabe dieser für den Rundholzexport gesperrten Wälder würde das Rohstoffpotential erheblich erweitert.

Um eine derartige Regelung zu erreichen, wurden von dem Ordinariat für Holzbiologie der Universität Hamburg verbunden mit der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Zusammenarbeit mit den Universitäten Minnesota (D. W. French, E. L. Schmidt) und West Virginia (W. L. MacDonald) sowie dem Methods

Development Center, Hoboken/New Jersey, des US-Landwirtschaftsministeriums (N. Klag) zunächst die Grundlagen für ein Desinfektionsverfahren entwickelt und sodann durch praxisnahe Großversuche in den USA wissenschaftlich abgesichert sowie verfahrenstechnisch überprüft. Die Experimente mit dem Eichenwelkepilz erfolgten aus Sicherheitsgründen ausschließlich in den USA. Das Projekt wurde durch die EG-Kommission, holzwirtschaftliche Verbände, den US-Forest Service sowie von deutschen und US-Unternehmen unterstützt. Neben dieser Aufgabenstellung für die holzwirtschaftliche Praxis wurden zur besseren Einschätzung des Verschleppungsrisikos und der potentiellen Gefährdung hiesiger Eichenbestände auch verschiedene

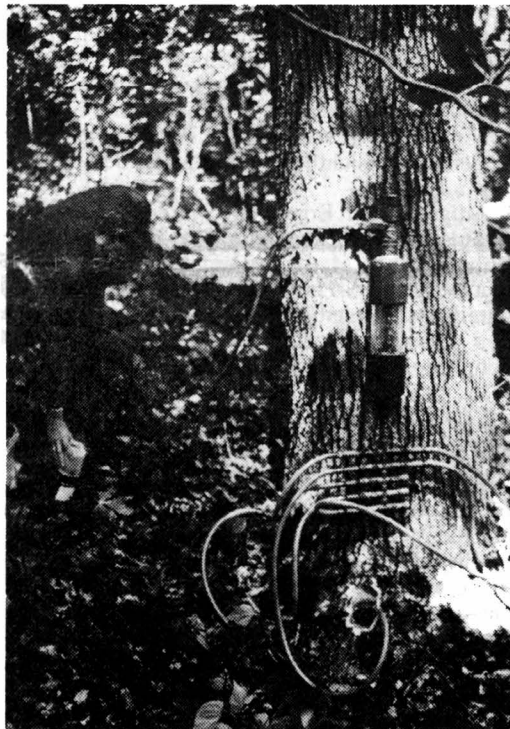


Abbildung 1 Inokulation einer Weißeiche (*Quercus alba*) mittels eines Druckinjektors

Einzelfragen der Befalls- und Übertragungsbiologie der Eichenwelke untersucht (Knigge 1981, Rütze 1983).

Biologie der Eichenwelke

Die Eichenwelke wird durch den Pilz *Ceratocystis fagacearum* (Bretz) Hunt verursacht, einen nahen Verwandten des Erregers des Ulmensterbens *Ceratocystis ulmi* (Buisman) C. Moreau. Der Erreger wurde erstmals im Jahr 1939 in Wisconsin isoliert und bislang in insgesamt 21 Bun-

desstaaten der östlichen und mittleren USA festgestellt.

Befallen wird vor allem die Gruppe der Roteichen, bei denen die Infektion bereits innerhalb weniger Wochen zum Absterben der Bäume führt. Demgegenüber besitzen Weißeichen eine erheblich höhere Widerstandskraft, ohne jedoch vollständig immun zu sein (Rütze, Parameswaran 1984a; Jacobi, MacDonald 1980).

Der Pilz reizt das befallene Gewebe zur Bildung von Thyllen in den lebensnotwendigen Wasserleitbahnen. Sind hiervon viele Gefäße betroffen, stranguliert der Baum gewissermaßen seine Wasserversorgung, was zum Welken des Laubes führt.

Neben der Ausbreitung über Wurzelverwachsungen in direkt benachbarte Bäume können Sporen des Pilzes auch durch bestimmte Käfer übertragen werden. Borkenkäfer (Scolytiden) brüten in den erkrankten Bäumen und übertragen den Erreger bei dem anschließenden Fraß an jungen Trieben nahegelegener Eichen. Glanzkäfer (Nitiduliden) werden vom Duft der Pilzfruchtkörper (Perithezien) angelockt und verschleppen Sporen in Wunden gesunder Bäume. Eine Sporenverbreitung durch Wind wird dagegen weitgehend ausgeschlossen (Curl 1955).

Im Vergleich zu dem symptomatisch ähnlichen Ulmensterben ist die Gefahr der oberirdischen Ausbreitung erfahrungsgemäß äußerst gering. Elektronenmikroskopische Untersuchungen zeigten, daß die neu gebildeten Perithezien von *C. fagacearum* mit anderen Pilzen besiedelt werden und hierdurch die Krankheitsübertragung erheblich eingeschränkt wird (Rütze, Parameswaran 1984b).

Innerhalb der USA verursacht die Eichenwelke aufgrund langsamer Ausbreitung gegenwärtig nur geringe forstwirtschaftliche Schäden. Aktive Bekämpfungsmaßnahmen wurden schon Anfang der 60er Jahre wieder eingestellt aus der Erkenntnis, daß die Krankheit kein dem Ulmensterben ähnliches katastrophales Ausmaß annehmen würde.

Es ist nicht auszuschließen, daß unter dem bisherigen Zertifikat-System auch Eichenholz aus befallenen Gebieten importiert worden ist. Daß dennoch die Eichenwelke bislang in Europa nicht vorkommt, spricht für eine nur geringe Übertragungsfähigkeit. Dessen ungeachtet ist langfristig eine Regelung anzustreben, die eine große Sicherheit für alle EG-Länder bietet, auch wenn Eiche aus Befallsgebieten importiert wird. Es muß mit Nachdruck festgestellt werden, daß *Ceratocystis fagacearum* ein höchst virulenter Krankheitserreger ist.

Seine Verschleppung in neue Lebensräume, in denen andere Überträger als in den USA existieren, könnte unvorhergesehene Folgen haben und ist daher unter allen Umständen zu verhindern. Die europäischen Eichenarten *Quercus robur* und *Q. petraea* sind den amerikanischen Weißeichen nahe verwandt und dürften daher eine ähnliche Widerstandskraft besitzen. Jedoch werden in Europa seit etwa 100 Jahren auch die hochan-

fälligen Roteichen *Q. rubra* und *Q. coccinea* in großem Umfang forstlich angebaut. Inwieweit z. B. Korkeichen (*Q. suber*) gefährdet wären, ist nicht abzusehen; entsprechende Versuche mit mehreren europäischen Eichenarten werden gegenwärtig von französischen Forstpathologen in den USA angelegt.

Risiko der Krankheitseinschleppung

Für die Übertragungsmöglichkeit der Eichenwelke durch Importholz ist entscheidend, daß der Pilz in geschlagenem Holz mehr als acht Monate überdauern kann (Jones und Bretz 1955). Bei kühlen Bedingungen während des Transportes könnten im Einfuhrland sogar Fruchtkörper entstehen. Auch in unbesäumtem Schnittholz könnte bei ausreichender Feuchtigkeit der Pilz nach Europa gelangen (Englerth et al. 1956), doch erscheint hier eine Fruktifikation unwahrscheinlich. Eine umfassende Darstellung der für die Beurteilung des Einschleppungsrisikos maßgebenden biologischen Grundlagen geben Rütze und Liese (1980) sowie Gibbs und French (1980).

Hiernach kann bei alleiniger Berücksichtigung der Krankheitsbiologie zwar die Möglichkeit einer Einschleppung nicht ausgeschlossen werden, jedoch besteht angesichts der sehr niedrigen Befallsdichte selbst in „schwer“ betroffenen Eichenwelkegebieten der USA nur eine geringe Wahrscheinlichkeit, daß infizierte Bäume für den Export geeignet sind. Im natürlichen Verbreitungsgebiet der Krankheit wird mit dem Absterben von einem Baum pro Quadratmeile Eichenwald gerechnet (Gibbs 1978). Trotzdem verbleibt ein gewisses Risiko, welches durch ökonomisch vertretbare Maßnahmen ausgeschlossen werden muß.

Verfahren zur Desinfektion von Eichenrundholz

Die Pflanzenschutzrichtlinie 77/93 der EG sah zunächst eine Desinfektion des Eichenrundholzes durch eine Heißwasser- oder Heißdampfbehandlung vor. Diese würde zu erhebliche Qualitätseinbußen führen, hohe Energiekosten verursachen und insbesondere beträchtliche Investitionen für Anlagen mit entsprechender Kapazität bedingen, die außerhalb der Exportaison weitgehend ungenutzt blieben. Auch wäre keine sichere Abtötung anderer Schädlinge, wie z. B. Insekten, gewährleistet, so daß eine die Holzqualität mindernde Entrindung trotzdem erforderlich wäre.

Um die Forderung der EG-Richtlinie den praktischen Gegebenheiten anzupassen, wurde daher von uns als einzige, langfristig anwendbare Maßnahme gegen die Einschleppung der Eichenwelke eine chemische Desinfektion des Rundholzes angestrebt. Da die Rinde als natürliche Schutzschicht das Eindringen von flüssigen Präparaten erschwert, konzentrierten sich die Arbeiten auf den Einsatz eines gasförmigen Mittels. Hierfür erschien Methylbromid (CH_3Br) besonders geeignet.

Methylbromid – Eigenschaften und Einsatzbereiche

Methylbromid ist ein farb- und geruchloses Gas, das seit über 40 Jahren vor allem zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen eingesetzt wird (Monro 1960). Die Anwendung erfolgt in Spezialkammern, Lagerhäusern, Schiffsladeräumen, Containern usw. oder im Freien unter gasdichten Planen (z. B. für Sackstapel, Verpackungsholz) und bedarf einer besonderen Lizenz. Das Mittel ist von der amerikanischen Umweltbehörde (Environmental Protection Agency = EPA) für einen weiten Einsatzbereich gegen In-

sekten und Nagetiere zugelassen, zur Behandlung von Nahrungs- und Futtermitteln, Textilien und Holz. Routinemäßige Begasungen gegen holzbewohnende Insekten erfolgen z. B. bei Importen aus Tropenländern oder zur Hausbockbekämpfung. Die Gaskonzentration liegt zwischen 10 und 50 g/m³ bei einer Einwirkungszeit von 24 bis 48 Stunden. In Neuseeland sehen die strengen Einfuhrbestimmungen zum Schutz gegen die Einschleppung von Sirex-Holzwespen eine Begasung mit Methylbromid mit 80 g/m³ für 24 Stunden bei 21 °C vor. 1982 wurde in Spanien zur Bekämpfung großer Schäden im Eukalyptus-Rundholz durch den Käfer *Phorocanta semipunctata* eine Behandlung mit 125 g Meth.-Br./m³ für 48 Stunden vorgeschrieben (Regierungsbeschuß Nr. 23533 vom 15. 7. 1982).

Auch als Fungizid hat sich Methylbromid bewährt; es wird besonders zur Entseuchung von Kulturböden eingesetzt. Für eine ausreichende Wirkung gegen phytopathogene Bodenpilze sind jedoch Konzentrationen bis zu 200 g/m³ (48 Std.) erforderlich (Drosihn 1967). Als Mittel gegen Pilze im Holz wurde Methylbromid bisher nicht verwendet. In den USA werden gelegentlich die vom Ulmensterben befallenen Bäume nach dem Fällen begast, doch sollen dabei primär die krankheitsübertragenden Insekten vernichtet werden.

Methylbromid besitzt im Vergleich zu anderen Begasungsmitteln – z. B. Propylenoxid – zwar eine geringere Toxizität gegenüber Insekten und Pilzen, hat jedoch ein erheblich besseres Eindringvermögen. Diese Eigenschaft ermöglicht eine gute Tiefenwirkung des Gases ebenso wie ein rasches Entweichen nach der Behandlung. Aus arbeitshygienischer Sicht ist Methylbromid allerdings aufgrund der fehlenden Warnwirkung durch Geruch gefährlicher als z. B. das erheblich giftigere Blausäure-Gas, obwohl der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) mit 20 ppm günstiger ist als der für Blausäure (10 ppm).

Alle Arbeiten mit Methylbromid haben daher unter strengen technischen und organisatorischen Sicherheitsbestimmungen zu erfolgen. Dieses gilt ebenso für Begasungen im Freien, auch wenn die Gefährlichkeit aufgrund der hohen Flüchtigkeit des Gases dort erheblich geringer ist. Bei eventuellen Undichtigkeiten der abdeckenden Plastikplanen und selbst beim Lüften der Stapel tritt eine rasche Vermischung mit der Umgebungsluft ein, wodurch die Konzentration innerhalb kürzester Zeit unter die Schädlichkeitsgrenze abfällt. Trotz jahrzehntelanger, vielfältiger Anwendung sind bislang keine Umweltschäden durch gasförmiges Methylbromid bekannt geworden; auch seitens der EPA bestehen keine Bedenken hinsichtlich umweltgefährdender Auswirkungen.

Aufgrund der Ergebnisse dieses deutsch-amerikanischen Forschungsprojektes ist die offizielle Zulassung von Methylbromid durch die EPA auf Antrag des US-Planzenschutzdienstes (APHIS) bereits im September 1981 auf den Einsatz gegen den Erreger der Eichenwelke in Rund- und Schnittholz erweitert worden.

Untersuchungen für ein Begasungsverfahren

Für die Entwicklung eines derartigen Desinfektionsverfahrens für Eichenstämmen erfolgten am hiesigen Institut zunächst physikalisch-technische Untersuchungen. Zur Prüfung des Eindringverhaltens des Gases wurde eine Methode entwickelt, mit der während der Begasung die Konzentration im Holz in verschiedenen Abständen unter der Rinde gemessen werden kann. Als Soll-Eindringung in das Splintholz der Weißbeichen wurde eine Tiefe von 4 cm festgelegt, ob-

wohl der Pilz in natürlich infizierten Bäumen nur das äußere Splintholz besiedelt. Um diese Wirkungstiefe zu erreichen, ist eine dreitägige Begasung mit einer Konzentration von 240 g Methylbromid/m³ erforderlich. Die Versuchstemperaturen wurden dabei entsprechend den während der Exportaison herrschenden kühlen Witterungsbedingungen gewählt (Liese, Knigge, Rütze 1981). Bei höheren Temperaturen ist das Eindringvermögen wesentlich besser, unterhalb des Gefrierpunktes jedoch unzureichend. Laborversuche in den USA mit Abschnitten von erkrankten Rot- und Weißbeichen bestätigten die Ergebnisse dieser Penetrationsmessungen und ergaben eine zuverlässige Abtötung (Schmidt, Rütze, French 1981).

Als Nebenwirkung der Begasung zeigte sich bei den Laborversuchen auf dem Splintholz der Hirnflächen ein oberflächlicher Schimmelbewuchs. Dieser wird jedoch verhindert durch das vorherige Aufbringen von Wachsemlusion, wie es in der Praxis zum Schutz gegen Austrocknen üblich ist.

Die grundlegenden Ergebnisse der Laborversuche wurden im Dezember 1981 bei der Firma D. R. Webb, Edinburgh/Indiana (USA) mit handelsüblichen Eichenstämmen in den industriellen Maßstab umgesetzt. Insgesamt mußten dafür 30 Rot- und Weißbeichen künstlich mit dem Erreger infiziert werden, da selbst in dem offiziell als „befallen“ ausgewiesenen Eichenwelkegebiet nicht genügend natürlich erkrankte Bäume auffindbar waren.

Hierzu wurde eine wäßrige Suspension von Pilzsporen in großer Menge (1 500 ml/Baum; ca. 8×10^5 Sporen/ml) mittels eines Druckinjektors in die Wasserleitungsbahnen der Bäume gepreßt (Abbildung 1). Diese Beimpfungen erfolgten in Zusammenarbeit mit Professor W. L. MacDonald, West Virginia University, der auch das Druckgerät sowie die Pilzkulturen zur Verfügung stellte.

Es bestätigte sich die hohe Anfälligkeit der Roteichen; Welkesymptome erschienen hier bereits vier bis sechs Wochen nach der Beimpfung. Dagegen wiesen Weißbeichen eine deutliche Widerstandskraft auf; der Pilz war bei der Fällung nach einem Jahr zwar zu isolieren, jedoch waren keine Welkesymptome als Anzeichen einer Erkrankung erkennbar. Die Isolierungsversuche ergaben im Splintholz der Weißbeichen mit 12,3% positiven Proben einen erheblich geringeren Befallsgrad als bei den Roteichen (26%). Offensichtlich war es dem Pilz nicht gelungen, sich in den Weißbeichen umfassend auszubereiten.

Für die großtechnischen Begasungsversuche wurden auf einem Holzlagerplatz acht Stapel mit jeweils 15 bis 20 handelsüblichen Stämmen (2,60 bis 5,30 m lang, Durchmesser 40 bis 70 cm) errichtet und mit Kunststoffplanen abgedeckt. Dachförmige Lattengestelle auf den Stapeln sollten eine gute Gaszirkulation in den Zelten ermöglichen (Abbildungen 2 und 3). Wie in der Praxis üblich, wurde das in Stahlflaschen druckverflüssigte Methylbromid direkt über Kupferrohrleitungen in einen propangasbeheizten Verdampfer und von dort als Gas über Kunststoffschläuche in die Stapel geleitet, wo Ventilatoren für eine gleichmäßige Verteilung sorgten. Zur Dosierung von 240 g Meth.-Br./m³ erfolgte eine Gewichtskontrolle der Flaschen während der Entnahme. Nach dreitägiger Einwirkung wurden die Plastikplanen gegen den Wind von den Stapeln gezogen. Konzentrationsmessungen mit Gasspürröhrchen in Windrichtung ergaben während des Belüftens in 8 bis 10 m Entfernung Werte um 40 ppm; diese Menge könnte gemäß MAK-Wert etwa 4 Stunden ohne Gesundheitsschädigung eingeatmet werden. In 20 bis 25 m Entfernung vom Stapel wurde kein Methylbromid mehr festgestellt. Gleiches gilt für die unmittelbare Nähe zum Stapel 3 Minuten nach Belüften.

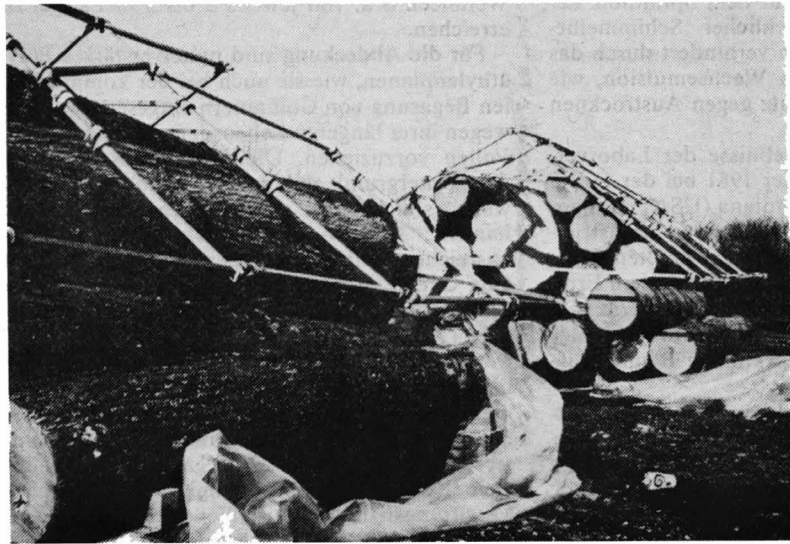


Abbildung 2 Versuchsstapel vor Abdeckung

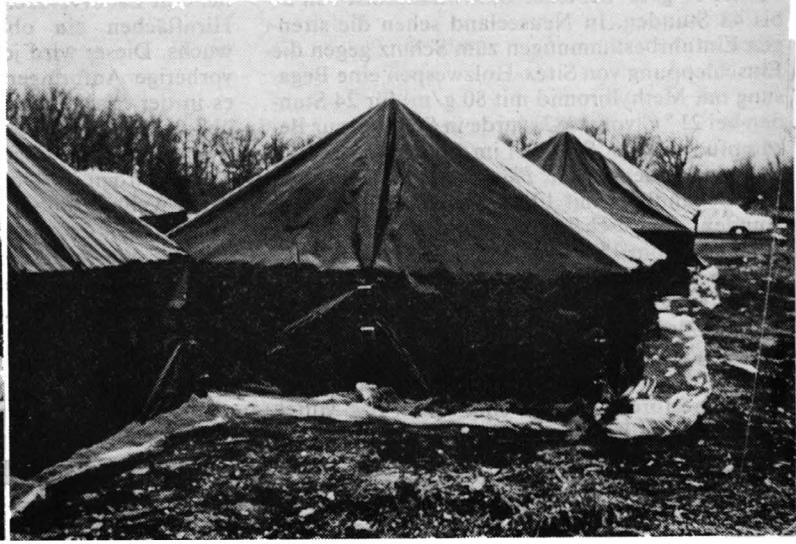


Abbildung 3 Versuchsstapel nach Abdeckung mit Kunststoffplanen

Die fungizide Wirksamkeit der Begasung wurde durch Untersuchung von ca. 8000 Einzelproben aus dem Splintholz der Stämme geprüft. Hierbei zeigte sich eine vollständige Abtötung des Krankheitserregers, während der Pilz in den nicht begasten Kontrollstapeln weiterhin vital blieb. Das nach der Behandlung zu Furnier und Schnittholz aufgearbeitete Holz wies im Gegensatz zu den obigen Laborversuchen keine erkennbaren Nebenwirkungen wie Schimmelbewuchs oder Verfärbungen auf.

Praktische Durchführung

Für die industrielle Durchführung der Begasung bietet sich die hier erprobte kostengünstige Technik mit Begasungszelten an. Gegenüber stationären Anlagen ermöglicht sie eine flexiblere Auslastung der Kapazität. Die zweckmäßige Einheit ist ein Stapel mit ca. 20 Stämmen, wobei durch Aneinanderreihen von bis zu 10 Stapeln die Aufnahmemenge eines Begasungszeltes auf ca. 200 Stämme erhöht werden kann. Ein rascher Auf- und Abbau ist durch Verwendung selbsttragender, tunnelförmiger Elemente (Sperrholz, Wellblech o.ä. von jeweils 2 bis 3 m Länge) zu erreichen.

Für die Abdeckung sind nylonverstärkte Polyäthylenplanen, wie sie auch bei der kommerziellen Begasung von Containern eingesetzt werden, wegen ihrer längeren Lebensdauer den einfachen Folien vorzuziehen. Die Stapel müssen gegen den Untergrund ebenfalls abgedichtet werden, wenn es sich dabei um Erdreich oder Schotter handelt; Asphalt- oder Betonflächen sind als ausreichend dicht anzusehen. Möglich ist auch eine direkte Anwendung von Methylbromid in abgedeckten Open-Top- oder Flat-Bed-Containern (Abbildung 4).

Messungen nach der Begasung ergaben, daß das Methylbromid über einen Zeitraum von mehreren Tagen aus dem Holz entweicht. Daher kann es in geschlossenen Transportbehältern unter Umständen zum Aufbau gesundheitsschädlicher Konzentrationen kommen. Um jegliches Vergiftungsrisiko auszuschließen, ist deshalb eine freie Belüftung der Stämme von 7 bis 10 Tagen vorzusehen, wobei die Zeit des Transports auf offenem Lkw oder Eisenbahnwaggon eingerechnet werden kann. Als wichtige Konsequenz ergibt sich hieraus, daß die Begasung nicht – wie zunächst vom APHIS vorgeschlagen – direkt vor der Verschiffung in den Häfen vorgenommen werden sollte, sondern möglichst auf größeren

Sammellagerplätzen in den Haupteinschlagsgebieten, um Lager- und Transportzeit bis zur Verschiffung für die Belüftung zu nutzen.

Die Temperatur des Splintholzes bei der Begasung sollte mindestens 3°C betragen, da in gefrorenen Stämmen keine ausreichende Wirksamkeit gegeben ist; eventuell müssen die Stämme vorgewärmt werden.

Importermächtigung der EG

Mit den im Rahmen dieses Projektes durch Laborversuche und großtechnische Begasungen erarbeiteten Erkenntnissen wurde ein praktikables Verfahren zur sicheren Abtötung des Eichenwelkeerreger in berindetem Eichenrundholz entwickelt. Aufgrund der durch umfangreiche Versuche abgesicherten Ergebnisse hat die EG-Kommission im Januar 1983 eine neue Importermächtigung erlassen. Diese ist als Ergänzung der Pflanzenbeschauverordnung gleichzeitig für die Bundesrepublik gültig und zunächst auf fünf Jahre befristet. Die Überwachung der Begasung sowie die Ausstellung der Zertifikate über die vorschriftsgemäße Durchführung erfolgt durch den US-Pflanzenschutzdienst APHIS.

Hiermit ist eine Möglichkeit geschaffen worden, Rot- und Weißeichen aus allen Herkunftsgebieten der USA, d.h. auch aus den befallenen „Black Counties“, ohne Gefahr einer Übertragung der Eichenwelke zu importieren.

Die durchgeführten künstlichen Infektionen bestätigten Hinweise in der Literatur (Henry et al. 1944, French u. Bergdahl 1973) auf eine offensichtlich geringere Gefahr der Krankheitsverschleppung mit Weißeichen. Daher hat die EG-Kommission eine Lockerung der Importvorschriften für diese Eichengruppe in Aussicht gestellt, sofern eine einfache, wissenschaftlich abgesicherte Methode zur Unterscheidung von Rot- und Weißeichenstämmen verfügbar ist. Ein entsprechender Test mit einem Farbreagens (Natriumnitrit, 5%ig) ist inzwischen am hiesigen Institut weiterentwickelt und hinsichtlich seiner Zuverlässigkeit an zahlreichen Eichenarten bestätigt worden (Willeitner, Richter, Brandt 1982). Umfangreiche Prüfungen der Testmethode erfolgen derzeit in den USA an allen verfügbaren Eichenarten unter verschiedenen Bedingungen der Praxis.

Für Schnittholz ist dieses Desinfektionsverfahren nicht vorgesehen, obwohl es gleichermaßen zuverlässig wäre. Nach Auffassung der EG-Kommission sind hierfür jedoch die generellen Vorschriften z.B. durch Besäumen oder Trocknen durchaus erfüllbar.



Abbildung 4 Verschiffung von Eichenrundholz in Containern, Baltimore/Maryland

Zusammenfassung

Zur Verhinderung einer Einschleppung des Eichenwelkepilzes (*Ceratocystis fagacearum*) mit importiertem Eichenholz aus den USA wurde im Rahmen eines deutsch-amerikanischen Forschungsvorhabens ein Desinfektionsverfahren erarbeitet, in Großversuchen erprobt und wissenschaftlich abgesichert. Eine dreitägige Behandlung von Rundholzstapeln mit Methylbromid-Gas (240 g/m^3) unter Folienabdeckung bewirkte eine zuverlässige Abtötung des Krankheitserregers. Als Mindesttemperatur ist während der Behandlung 3°C einzuhalten; gegebenenfalls sind die Stämme im Splintholz vorzuwärmen.

Zum vollständigen Entweichen des Restgases ist eine Lüftungszeit von 7 bis 10 Tagen erforderlich, da sich in geschlossenen Transportbehältern gesundheitsschädliche Konzentrationen aufbauen könnten. Ein sofortiger Transport auf offenem Lkw oder Bahnwaggon ist unbedenklich. Eichenholz, das nach der Begasung eingeschnitten oder zu Furnier aufgearbeitet wurde, zeigte keine qualitätsmindernden Nebenwirkungen.

Entsprechend den vorgelegten Forschungsergebnissen hat die EG-Kommission eine auf fünf Jahre befristete Ausnahmeermächtigung erlassen (10. 2. 1983). Somit kann berindetes Eichenrundholz aus allen Herkunftsgebieten der USA, einschließlich den bisher für den Export nicht zugänglichen „Black Counties“ ohne Gefährdung europäischer Eichenwälder importiert werden.

Biologische Untersuchungen bestätigten eine geringere Gefahr der Krankheitsverschleppung mit Weißeichen. Von der EG ist eine Lockerung der Vorschriften für Weißeichen in Aussicht gestellt worden, sofern Rot- und Weißeichenstämmen sicher zu differenzieren sind. Hierfür wurde an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, ein einfacher Farbttest zur raschen Unterscheidung von Rot- und Weißeichen weiterentwickelt.

Schrifttum

- Curl, E. A., 1955: Removal of spores from mycelial mats and transmission of *Ceratocystis fagacearum* (Bretz) Hunt by air currents. *Plant Disease Reporter* 39: 977-982
- Drosihn, U. G., 1967: Untersuchungen über das physikalische Verhalten von Methylbromid als Bodenentseuchungsmittel. Dissertation T. H. Hannover, Fakultät für Gartenbau und Landeskultur, 58 S.
- Englerth, G. H., Boyce, J. S., and Roth, E. R., 1956: Longevity of the oak wilt fungus in red oak lumber. *Forest Science* 2: 2-6
- French, D. W. and Bergdahl, 1973: Oak wilt in Minnesota, 1972. *Univ. of Minn. Agric. Exp. Stn. Misc. Report* 118. 7 S.
- Gibbs, J. N., 1978: Oak wilt. *Arboricultural Journal* 3: 351-356
- Gibbs, J. N. and French, D. W., 1980: Transmission of oak wilt. U. S. Dep. of Agric. For. Ser. Res. Paper NC-185, North Central Forest Experiment Station, St. Paul. 17 S.
- Henry, B. W., Moses, C. S., Richards, C. A., and Riker, A. J., 1944: Oak wilt, its significance, symptoms and cause. *Phytopathology* 34: 636-647
- Jacobi, W. R., MacDonald, W. L., 1980: Colonization of resistant and susceptible oaks by *Ceratocystis fagacearum*. *Phytopathology* 70: 618-623
- Jones, T. W. and Bretz, T. W., 1955: Radial penetration of the oak wilt fungus into the boles of diseased trees. *Plant Disease Reporter* 39: 872
- Knigge, H. 1981: Untersuchungen über die technische Durchführbarkeit einer Behandlung von Eichenholz mit Methylbromid. Diplom-Arbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie 46 S.
- Liese, W., Knigge, H., Rütze, M., 1981: Fumigation experiments with methylbromide on oak wood. *Material und Organismen* 16: 265-280
- Monro, H. A. U., 1960: Manual of fumigation for insect control. FAO Agricultural Studies No. 79, 2. Ausg. 381 S.
- Ollmann, H., 1983: Die Bedeutung Nordamerikas für die Furnierversorgung der Bundesrepublik Deutschland. *Holz-Zentralblatt* 109 (1938), 6, 46-48
- Rütze, M. 1983: Untersuchungen zur Biologie der amerikanischen Eichenwelke (*Ceratocystis fagacearum* (Bretz) Hunt) und Entwicklung eines Verfahrens zur Desinfektion von Eichenholz. Dissertation, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie, 125 S.
- Rütze, M. Liese, W. 1980: Biologie und Bedeutung der Amerikanischen Eichenwelke. *Mitt. der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg*, Nr. 128, 109 S.
- Rütze, M. Parameswaran, N. 1984a: Observations on the colonization of oak wilt mats by *Pesotum piceae*. In Vorbereitung
- Rütze, M. and Parameswaran, N. 1984b. Histopathological investigations in red- and white oaks, infected with *Ceratocystis fagacearum*. In Vorbereitung
- Schmidt, E. L., Rütze, M., French, D. W., 1981: Methylbromide treatment of oak wilt logs: laboratory and preliminary field fumigations. *Forest Products Journal* 32: 46-49
- Willeitner, H., Richter, H. G., Brandt, K. 1982: Farbreaenz zur Unterscheidung von Weißeichen- und Rot-eichenholz. *Holz als Roh- und Werkstoff* 40: 327-332