

Formaldehydabgabe und Festigkeitsausbildung bei der Verleimung von Eichenspänen mit Harnstoffformaldehydharzen*

Von E. Roffael, W. Rauch und C. v. Bismarck

Mitteilung aus dem Wilhelm-Klauditz-Institut für Holzforschung an der TU Braunschweig — Fraunhofer Gesellschaft

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zeigen deutlich, daß die Zugabe von Härter in der Zusammensetzung 15% Ammoniumchlorid, 30% Harnstoff, 20% Ammoniak (25% ig) und 35% Wasser bei der Herstellung von einschichtigen Kiefernspanplatten einen positiven Einfluß auf die Quersugfestigkeit und Dickenquellung sowie eine verminderte Wirkung auf die Formaldehydabspaltung sowohl während des Pressens als auch nach der Lagerung hat. Im Unterschied dazu bewirkt die Zugabe des Härters bei der Verleimung von Spänen des alten Eichenholzes zwar eine Verminderung der Formaldehydabspaltung, hat jedoch eine Verschlechterung einiger physikalisch-technologischer Eigenschaften zur Folge. Weiterhin geht aus den Untersuchungen klar hervor, daß Eichenspanplatten nach dem Pressen weniger Formaldehyd abgeben als Kiefernspanplatten, die unter den gleichen Beileimungs- und Preßbedingungen hergestellt wurden. Der negative Einfluß des Härters auf die physikalisch-technologischen Eigenschaften von Eichenspanplatten scheint nach den bisherigen Untersuchungen auf die härtungsbeschleunigende Komponente, nämlich das Ammoniumchlorid, zurückzuführen zu sein. Bei der Herstellung von Eichenspanplatten ohne Ammoniumchlorid konnte die Formaldehydabspaltung erheblich vermindert werden, ohne die physikalisch-technologischen Eigenschaften der Platten nachteilig zu beeinflussen.

Formaldehyde liberation and strength development during the gluing of oak chips with urea-formaldehyde resins

Summary

The present paper aims at evaluating the influence of hardener with the following composition: 15% of ammonium chloride, 30% of urea, 20% of ammonium hydroxide (25 per cent), and 35% of water on the physical-technological properties and formaldehyde liberation of one-layer particleboard made from pine and oak wood. The results show that the addition of such a hardener in amounts of 10% (based on fluid binder) has an upgrading effect on the transverse tensile strength and thickness swelling of pine boards. It also markedly reduces the formaldehyde liberation during the pressing and storage of particleboard. In the case of oak particleboard, the addition of hardener reduces the formaldehyde liberation during pressing and subsequent storage, but negatively affects bending strength and thickness swelling. Moreover, the investigations reveal that the negative influence of the hardener is due to the ammonium chloride component. Producing particleboard without ammonium chloride, subsequent formaldehyde liberation is reduced without impairing the technological properties of particleboard.

Einleitung

Sowohl während des Pressens als auch danach kommt es bei harnstoffharzgebundenen Spanplatten zu mehr oder minder starker Formaldehydabgabe. Die Mengen des freierwirdenden Formaldehyds werden von verschiedenen Einflußfaktoren, wie Spänefeuchtigkeit, Preßbedingungen, Bindemittleigenschaften sowie Holzart, bestimmt (Petersen, Reuter, Eisele, Wittmann, 1972, 1973, 1974). Dem Spanplattenhersteller ist es demnach möglich, durch die Wahl geeigneter Herstellungsbedingungen auf die Formaldehydabspaltung innerhalb eines relativ großen Bereiches Einfluß zu nehmen. Der Verringerung der Formaldehydabspaltung durch Verändern der Beileimungs- und Preßbedingungen sind in der Industrie

jedoch Grenzen gesetzt, da die Herstellungsbedingungen, die zu einem Minimum der Formaldehydabspaltung führen, sich in den meisten Fällen nicht mit denen decken, die zum Erreichen eines Optimums bezüglich der physikalisch-technologischen Eigenschaften notwendig sind. Die optimalen Bedingungen zur Verminderung der Formaldehydabgabe bleiben im allgemeinen nicht ohne negative Auswirkungen auf einige Festigkeitseigenschaften der Platten. Das Ausmaß der Festigkeitsverminderung hängt aber auch zu einem beträchtlichen Teil von der Holzart ab.

Im Rahmen breitangelegter Untersuchungen über die Eignung von Eichenholz verschiedenen Alters für die Herstellung von harnstoffharzgebundenen Spanplatten schien es bei dieser Holzart interessant festzustellen, inwieweit sich die Bedingungen, die zu einer weitestgehenden Verringerung der Formaldehydabspaltung führen, auf die mechanisch-technologischen Eigenschaften der Spanplatten auswirken. Diese Feststellung ist auch insofern von Wichtigkeit, als das Eichenholz durch pH-Wert, Pufferkapazität und Extraktstoffgehalt den Aushärtungsvorgang von Harnstoffformaldehydharzen in verschiedener Weise beeinflussen kann.

Chemische Unterschiede zwischen jungem und altem Eichenholz

In früheren Untersuchungen im Institut der Verf. konnte festgestellt werden, daß zwischen jungem und altem Eichenholz in Abhängigkeit vom Standort mehr oder minder starke Unterschiede in pH-Wert, Pufferkapazität und Extraktstoffgehalt existieren [v. Bismarck 1974]. Um den Einfluß der oben genannten Faktoren auf die Formaldehydabspaltung und die Festigkeitsausbildung festzustellen, wurden die Untersuchungen an Eichenholz eines Standortes durchgeführt, bei dem die Unterschiede zwischen Jung- und Alteiche sehr ausgeprägt waren, wie in Tab. 1 klar zu erkennen ist. Zum Vergleich sind die analytischen Kenndaten für Kiefernholz mit aufgeführt.

Der Säuregrad der Späne wurde durch Bestimmung des pH-Wertes ihrer wäßrigen Auszüge nach 24stündiger Lagerung im Wasser bestimmt. Hierfür wurden 5 g atro Späne in 150 ml Wasser bei 20 °C 24 h stehengelassen. Anschließend wurde der pH-Wert bestimmt. Neben dem pH-Wert wurde auch der Extraktstoffgehalt des jungen bzw. alten Eichenholzes wie folgt ermittelt: 5 g Späne wurden in 150 ml dest. Wasser 1/2 h lang gekocht; nach dem Abkühlen wurde der pH-Wert bestimmt, anschließend wurden die Späne mit dest. Wasser ausgewaschen und bei 105 °C getrocknet, um den Gewichtsverlust zu bestimmen. Nach Bestimmung der Gewichtsabnahme

* Die Arbeit wurde mit Mitteln des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

Tabelle 1. pH-Wert und Extraktstoffgehalt von Spänen des jungen bzw. alten Eichenholzes nach Wasserlagerung (24 h bei 20 °C) bzw. nach einmaligem bzw. zweimaligem Kochen in Wasser (je 1/2 h bei 100 °C)

Material	pH-Wert nach 24stündiger Wasserlagerung	nach einmaligem Kochen in Wasser		nach zweimaligem Kochen in Wasser	
		pH-Wert	Gewichtsverlust %	pH-Wert	Gewichtsverlust %
Junge Eiche ohne Rinde Alter rd. 30 J.	4,56	4,23	5,10	4,48	6,29
Alte Eiche ohne Rinde Alter rd. 200 J.	3,54	3,23	12,00	3,50	14,00
Kiefernspäne	4,54	4,22	1,20	4,33	2,40

wurde der Versuch an den getrockneten Spänen noch einmal wiederholt. Aus Tab. 1 wird deutlich, daß zwischen jungem und altem Eichenholz markante Unterschiede bezüglich des pH-Wertes und des Extraktstoffgehaltes bestehen. So zeigen Späne des alten Eichenholzes nach 24stündiger Lagerung im Wasser einen niedrigeren pH-Wert (3,54) als diejenigen des jungen Eichenholzes (4,56). Aus den Ergebnissen läßt sich weiterhin ableiten, daß Alteiche einen wesentlich höheren Anteil an in kochendem Wasser löslichen Extraktstoffen hat als Jungeiche. Während sich nur 5,1% des jungen Eichenholzes beim erstmaligen Kochen im Wasser auflösen, gehen 12,0% des alten Eichenholzes in Lösung. Ein erneutes Kochen im Wasser erhöht die Gewichtsabnahme bei jungem Eichenholz um etwa 1,2% bis auf 6,2%, während der Gewichtsverlust beim alten Eichenholz um 2,0% auf 14,0% zunimmt. Der Unterschied zwischen Jung- und Alteichenholz in bezug auf den pH-Wert bleibt auch nach dem ersten und zweiten Kochen im Wasser mehr oder minder bestehen. Bemerkenswert ist weiterhin die Feststellung, daß zwischen dem pH-Wert der Extrakte von Jungeiche und dem der Extrakte von Kiefer keine signifikanten Unterschiede bestehen. Der Unterschied zwischen den beiden Holzarten war lediglich im Extraktstoffgehalt deutlich.

Versuchsbedingungen

Für die Herstellung von Eichenspänen wurde das Holz mit dem Flachscheibenzerspaner zerkleinert. Die entstandenen Späne besaßen eine mittlere Dicke von etwa 0,2 mm. Bei den verwendeten Kiefernspänen handelte es sich um Industriespäne mit einer durchschnittlichen Dicke von ebenfalls 0,2 mm, die mit einem Messerwellenzerspaner hergestellt waren.

Es sei hier angemerkt, daß die Verwendung von Spänen mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,2 mm für die Herstellung von Einschichtspanplatten nicht praxisnah ist. Die Untersuchungen hatten jedoch das Ziel, die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Festigkeitsausbildung und Formaldehydabspaltung bei der Verleimung von Eichenholz mit Harnstoffformaldehydleimen zu klären, ohne vorerst auf praxisnahe Versuchsbedingungen Rücksicht zu nehmen.

Die Beileimung der Späne erfolgte in einer Labor-Beileimungstrommel mit einem Harnstoffformaldehydharz, dessen Molverhältnis Formaldehyd zu Harnstoff etwa 1:1,6 beträgt. Der Bindemittelauwand war 10% (Feststoff auf atro Späne). Zusätzlich wurden in einigen Fällen in Mengen von 10% (Flüssigauftrag/Leimflotte) ein Härter mit folgender Zusammensetzung verwendet: 15% Ammoniumchlorid, 30% Harnstoff, 20% Ammoniak (25%ig) und 35% Wasser. Die Feuchtigkeit vor dem Pressen lag

um 13%. Nach dem Beileimen wurden die Späne von Hand zu Matten gestreut, mit 0,15 N/cm² drei Minuten lang vorgepreßt und anschließend bei einer Heizplattentemperatur von 165 °C 6 min lang heiß verpreßt. Die Verdichtungszeit betrug rd. 50 sec. In einigen Versuchsreihen erfolgte die Herstellung der Platten unter anderen Beileimungs- und Preßbedingungen, was an der entsprechenden Stelle angegeben ist.

Die Formaldehydabgabe während des Pressens wurde nach der Foliensackmethode ermittelt. Die Bestimmung der nachträglichen Formaldehydabspaltung erfolgte nach einem im Institut ausgearbeiteten Prüfverfahren [Roffael 1973]. Bei dieser Methode werden aus den Platten Proben von 25 mm × 25 mm zugeschnitten und über 50 ml Wasser in dicht verschlossenen Polyäthylenflaschen mit Gummibändchen befestigt. Die Flaschen werden nachher über verschieden lange Zeiten bei der gewünschten Temperatur in einen Trockenschrank gestellt und anschließend für eine Stunde in Eiswasser gelegt, um eine vollständige Absorption des entwichenen Formaldehyds im Wasser zu erreichen. Die Formaldehydmenge im Wasser wird schließlich jodometrisch bestimmt und auf atro Plattengewicht bezogen. Durch Auftragen der abgespaltenen Formaldehydmengen in Abhängigkeit von der Zeit erhält man Kurven, die in ihrem Verlauf charakteristische Unterschiede zwischen den Platten zeigen. Die Platten wurden 12 Wochen bei 20 °C und 65% relative Luftfeuchtigkeit im Klimaraum gelagert, ehe die Formaldehydabspaltung geprüft wurde.

Ergebnisse und Diskussion

In Tab. 2 sind die physikalisch-technologischen Eigenschaften von einschichtigen 19 mm dicken Spanplatten aus Eichen- bzw. Kiefernspänen, die unter den erwähnten Beileimungs- und Preßbedingungen hergestellt sind, zusammengestellt. Mitaufgeführt ist jene Menge an Formaldehyd, die während des Pressens entwichen ist. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, hat die Härterzugabe bei der Verleimung von Kiefernholzspänen mit Harnstoffformaldehydharzen einen positiven Einfluß auf die physikalisch-technologischen Eigenschaften der hergestellten Platten. Dies trifft insbesondere für die Quersugfestigkeit und für die Dickenquellung zu. So nimmt die Quersugfestigkeit infolge der Zugabe von Härter von 0,68 N/mm² auf 0,85 N/mm² zu. Die Dickenquellung verbessert sich nach 24stündiger Wasserlagerung von 19,49% auf 16,55%. Die Biegefestigkeit der Platten läßt eine relativ geringe Zunahme durch die Härterzugabe erkennen. Da es sich hier um relativ kleine Unterschiede handelt, lassen die bisherigen Untersuchungen keine endgültigen Schlüsse über die Wirkungsweise des Härters auf diese Eigenschaft zu.

Tabelle 2. Einfluß der Härterzugabe (10% auf Flüssigharz) zum Bindemittel (Kaurit 385 der Firma BASF) auf die Formaldehydabgabe und die physikalisch-technologischen Eigenschaften von einschichtigen 19 mm dicken harnstoffharzgebundenen Spanplatten mit Rohdichte um 0,65 g/cm³, Härterzusammensetzung (20% Ammoniak 25% ig), 15% Ammoniumchlorid, 30% Harnstoff, 35% Wasser). Die aufgeführten Angaben sind Mittelwerte aus je 3 Platten

Vers.-Nr.	Art des verwendeten Holzes	Härterzugabe: mit bzw. ohne	Freiwerdender Formaldehyd beim Pressen mg/100 g-Platte	Biegefestigkeit N/mm ²	Querzugfestigkeit N/mm ²	Dickenquellung	
						2 h %	24 h %
1	Alte Eiche mit Rinde	mit	19,30	23,44	0,62	9,04	12,53
2	Alte Eiche mit Rinde	ohne	36,91	25,88	0,67	6,99	9,96
3	Kiefer	mit	17,21	24,00	0,85	12,42	16,55
4	Kiefer	ohne	29,27	21,95	0,68	14,62	19,49

Die tabellarischen Angaben lassen weiterhin erkennen, daß sich die Härterzugabe bei der Verleimung von Eichenspänen auf einige physikalisch-technologische Eigenschaften der hergestellten Platten negativ auswirkt. Dies gilt insbesondere für die Biegefestigkeit und die Dickenquellung. So zeigen die unter Härterzugabe hergestellten Platten eine um mehr als 20% schlechtere Dickenquellung als die Vergleichsplatten. Der Härterzusatz zieht auch eine Verminderung der Biegefestigkeit um 8% nach sich. Die Querzugfestigkeitswerte zeigen durch Härterzugabe einen schwachen Abfall. Die Unterschiede zwischen den Platten sind in der Querzugfestigkeit jedoch zu gering, um daraus allgemeingültige Schlußfolgerungen ziehen zu können; dies muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Fest-

stellung, daß der Härterzusatz bei der Verleimung von Eichenspänen zumindest keinen positiven Einfluß auf die Querzugfestigkeit hat wie im Falle Kiefernspanplatten.

Den negativen Einfluß des Härters auf die Biegefestigkeit und Dickenquellung von Eichenplatten konnte man sowohl an jungem als auch an altem Eichenholz feststellen. In Bild 1 ist die Biegefestigkeit in Abhängigkeit vom Härteranteil und von der Rohdichte graphisch aufgetragen. Aus den Kurvenzügen wird deutlich, daß die Biegefestigkeit zwischen 10% und 0% Härter mit abfallendem Härteranteil zunimmt, und zwar um rd. 2 N/mm² bei altem Eichenholz bzw. um rd. 1,5 N/mm² bei jungem Eichenholz. Die Wirkung des Härteranteils auf die Dickenquellung nach 24stündiger Wasserlagerung ist in Bild 2 klar zu erkennen. Aus der graphischen Darstellung geht hervor, daß die Dickenquellung um so geringer ist je weniger Härter zugesetzt wird. So bewirkt die Zugabe von 10% Härter bei jungem Eichenholz eine Verschlechterung der Dickenquellung von 12,1% auf 14,1%. Bei Platten aus altem Eichenholz liegen die Verhältnisse ähnlich. Als Härter wurde hier HH 400 der BASF verwendet.

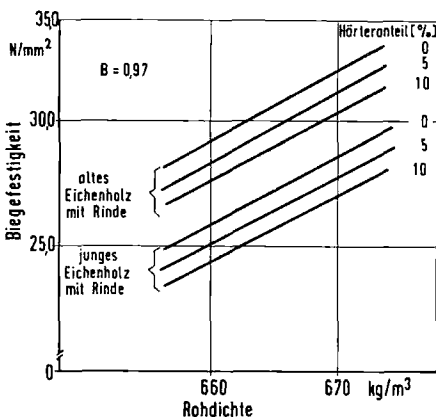


Bild 1. Einfluß des Härteranteils und der Rohdichte auf die Biegefestigkeit von 17 mm Eicheneinschichtspanplatten aus jungem bzw. altem Eichenholz mit Rinde. Herstellungsbedingungen 160 °C, Preßzeit 6 min, Bindemittelaufwand 8%, Feuchtigkeit vor dem Pressen 12 bis 13%

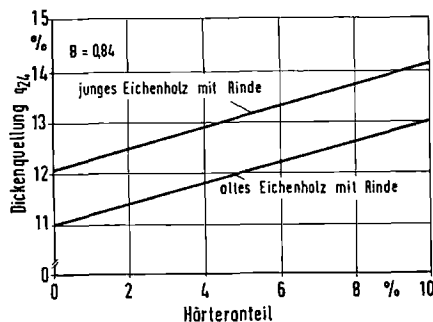


Bild 2. Einfluß des Härteranteils auf die Dickenquellung (q 24) von Spanplatten aus jungem bzw. altem Eichenholz mit Rinde. Herstellungsbedingungen 160 °C, Preßzeit 6 min, Bindemittelaufwand 8%, Feuchtigkeit vor dem Pressen 12 bis 13%

Trotz der unterschiedlichen Auswirkung der Härterzugabe auf die physikalisch-technologischen Eigenschaften von Eichen- und Kiefernspanplatten bewirkt der Härterzusatz in beiden Fällen eine Verringerung der Formaldehydabspaltung sowohl während des Pressens als auch nach der Lagerung der Platten im Normklima (20 °C, 65% relative Luftfeuchtigkeit). Wie den Angaben in Tab. 2 zu entnehmen ist, wird die Formaldehydabspaltung bei der Verpressung von Eichenspänen mit dem Harnstoffharz durch die Härterzugabe um etwa 30% verringert. Bei Kiefernspänen beträgt die Verminderung der Formaldehydabgabe sogar 40%. Aus den tabellarischen Angaben geht zugleich hervor, daß bei den Eichenspänen eine höhere Menge an Formaldehyd während des Pressens abgegeben wird als bei Kiefernspänen. Dies trifft sowohl für die Platten mit als auch für die ohne Härterzugabe zu. Es sei in diesem Zusammenhang an die Ergebnisse von Petersen *et al.* [1973] erinnert, die nachweisen konnten, daß während des Verpressens von Eichenspänen mit Harnstoffformaldehydharzen mehr Formaldehyd abgespalten wird als bei extraktärmeren Holzarten, wie z. B. Buche und Fichte. Die Autoren nehmen an, daß dies mit dem relativ niedrigen pH-Wert des Eichenholzes in Zusammenhang steht.

Da die Spanplatten nicht nur während des Pressens, sondern auch danach Formaldehyd abzugeben vermögen, wurden Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, das Ausmaß der nachträglichen Formaldehydab-

spaltung in Abhängigkeit von den oben erwähnten Faktoren zu bestimmen. In den Bildern 3 u. 4 ist die nachträgliche Formaldehydabgabe, wie sie nach dem vom Verf. ausgearbeiteten Prüfverfahren bestimmt wird, in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer sowohl bei 20 °C als auch bei 40 °C graphisch aufgetragen. Aus dem Kurvenverlauf in den beiden Bildern ist zu ersehen, daß sowohl bei Kiefern- als auch bei Eichenspanplatten die Härterzugabe die nachträgliche Formaldehydabspaltung wirksam vermindert. Es ist weiterhin erkennbar, daß harnstoffharzgebundene Eichenspanplatten im allgemeinen eine niedrigere Formaldehydabspaltung aufweisen als Kiefernspanplatten. Dies gilt gleichermaßen für die Platten, die ohne und mit Zugabe von Härter hergestellt wurden. Die nachträgliche Formaldehydabspaltung von Eichenspanplatten liegt im Durchschnitt um 20% bis 30% niedriger als die von Kiefernspanplatten.

Ob das relativ gute Abschneiden von Eichenspanplatten bezüglich der nachträglichen Formaldehydabspaltung darauf zurückzuführen ist, daß während des

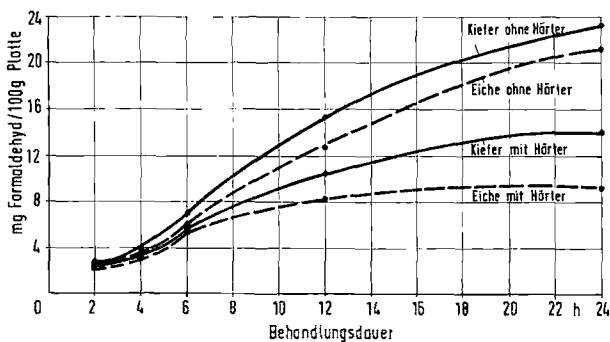


Bild 3. Einfluß der Lagerungsdauer auf die nachträgliche Formaldehydabspaltung harnstoffformaldehydharzgebundener Spanplatten aus Kiefer- bzw. Eichenspanplatten nach dem WKI-Prüfverfahren bei 20 °C

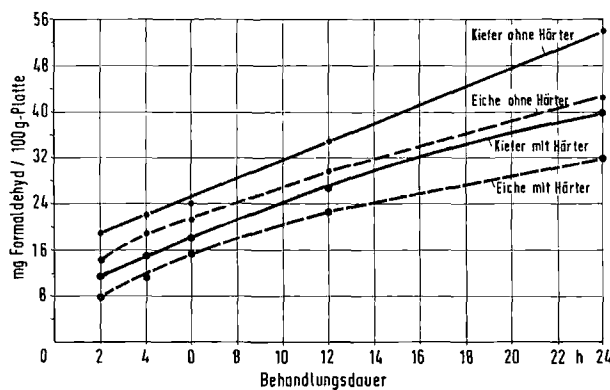


Bild 4. Einfluß der Lagerungsdauer auf die nachträgliche Formaldehydabspaltung harnstoffharzgebundener Spanplatten bei 40 °C

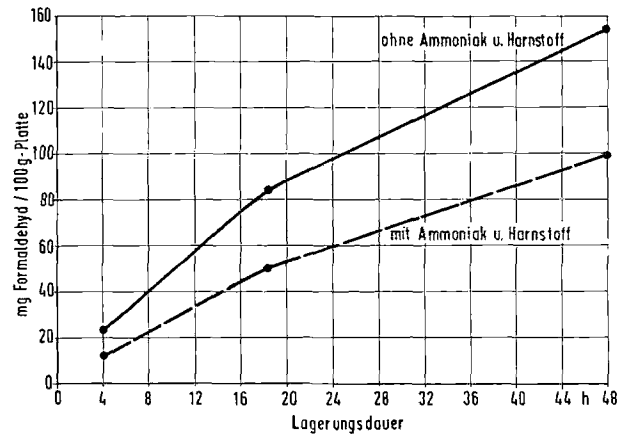


Bild 5. Einfluß der Zugabe von Ammoniak und Harnstoff (ohne Ammoniumchlorid) zum Bindemittel auf die nachträgliche Formaldehydabspaltung nach dem WKI-Prüfverfahren bei 40 °C

Pressens von Eichenspänen, im Vergleich zu Kiefernspänen, mehr Formaldehyd abgegeben wird oder ob dabei der relativ niedrige pH-Wert des Eichenholzes und seiner Extraktstoffe mit eine Rolle spielen, läßt sich anhand der bisherigen Untersuchungen nicht beantworten. Es darf hier jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß einerseits eine Reaktion zwischen den polyphenolischen Inhaltsstoffen des Eichenholzes und dem Formaldehyd während des Pressens und nachher nicht völlig auszuschließen ist. In welchem Umfang dies aber unter den Bedingungen der Plattenherstellung eintritt, sei vorerst dahingestellt. In diesem Zusammenhang sei auf die Untersuchungen von Chen und Paulitsch [1974] hingewiesen, die nachweisen konnten, daß Äthanol- und heißwasserlösliche Inhaltsstoffe von Rinde und Nadeln der Biomasse trotz ihres negativen Einflusses auf die Verleimbarkeit zu einer Verminderung der nachträglichen Formaldehydabspaltung führen. Andererseits ist anzunehmen, daß der relativ niedrige pH-Wert der Extraktstoffe mindestens z. T. die Hydrolyse des Harnstoffharzes unter Einwirkung von Wärme und Feuchtigkeit wirksam beeinflusst.

Zur Prüfung der Frage, ob es möglich ist, bei der Herstellung von Eichenspanplatten mit Harnstoffformaldehydharzen die nachträgliche Formaldehydabspaltung durch Variieren der Härterzusammensetzung zu vermindern, ohne die physikalisch-technologischen Eigenschaften nachteilig zu beeinflussen, wurden einschichtige, 19 mm dicke Spanplatten hergestellt, bei deren Verleimung die beschleunigende Komponente des Härters, nämlich das Ammoniumchlorid, weggelassen wurde. Wie bekannt, wird der pH-Wert des Harnstoffformaldehydharzes durch Zugabe von Ammoniumchlorid erniedrigt und die Kondensations- bzw. Vernetzungsgeschwindigkeit

Tabelle 3. Einfluß der Zugabe von einem Gemisch aus Ammoniak und Harnstoff zum Bindemittel (Kaurit 385 der Firma BASF) auf die nachträgliche Formaldehydabgabe und einige physikalisch-technologische Eigenschaften von einschichtigen 20 mm dicken Spanplatten mit Rohdichte um 0,65 g/cm³. Die aufgeführten Angaben sind Mittelwerte aus je 3 Platten.

Vers.-Nr.	Art der verwendeten Holzes	Zusätze auf 100 g Flüssigleim (67% ig)	Querzugfestigkeit N/mm ²	Dickenquellung %		Nachträgliche Formaldehydabspaltung mg/100 g Platte		
				2 h	24 h	4 h	18 h	48 h
1	Alte Eiche mit Rinde	ohne	0,67	6,87	9,53	23,75	84,20	153,80
2	Alte Eiche mit Rinde	2 g Ammoniak + 3 g Harnstoff	0,68	6,17	9,93	11,37	49,75	99,70

keit erhöht, während dem Ammoniak und dem Harnstoff in technischen Härtern eine abpuffernde Wirkung zukommt. Da es sich bei Alteiche um ein Holz mit ohnehin relativ niedrigem pH-Wert handelt, war es in diesem Zusammenhang interessant festzustellen, inwieweit die Beschleunigung der Vernetzung von Harnstoffharz über das Holzmaterial bzw. deren Inhaltsstoffe erfolgen kann. In Tab. 3 sind einige physikalisch-technologische Eigenschaften dieser Platten zusammengestellt. Zum Vergleich wurden Platten, die ohne Zusatzstoffe hergestellt sind, herangezogen. Die abgegebenen Formaldehydmengen nach 4 h, 18 h und 48 h sind in Tab. 3 zahlenmäßig angegeben und in Bild 5 graphisch aufgetragen. Hieraus geht hervor, daß die Zugabe von Ammoniak und Harnstoff allein (ohne Ammoniumchlorid) beim Verleimen von Eichenspänen unter den in der Tabelle erwähnten Bedingungen eine merkliche Verminderung der nachträglichen Formaldehydabspaltung nach sich zieht, ohne dabei die Querzugfestigkeit und die Dickenquellung negativ zu beeinflussen. Die Bestimmung der Formaldehydabspaltung erfolgte in diesem Fall sofort nach dem Pressen, so daß ein Vergleich der in der Tabelle angegebenen Werte mit den Werten anderer Platten nicht berechtigt wäre. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Fest-

stellung, daß die Verminderung der Formaldehydabspaltung in diesem Fall bis zu einer Behandlungsdauer von 48 h über 30% beträgt.

Schrifttum

- Bismarck, C. v. 1974. Einfluß des Eichenstandortes auf den pH-Wert und Extraktstoffgehalt des Eichenholzes sowie auf die Eigenschaften der daraus hergestellten Spanplatten. WKI-Kurzbericht Nr. 20/74
- Paulitsch, M., Chen, T.-Y. 1974. Inhaltstoffe von Nadeln, Rinde und Holz der Fichte und Kiefer und ihr Einfluß auf die Eigenschaften daraus hergestellter Spanplatten. Holz Roh-Werkstoff 32: 397—401
- Petersen, H., Reuther, W., Eisele, W., Wittmann, O. 1973. Zur Formaldehyd-Abspaltung bei der Spanplattenerzeugung mit Harnstoff-Formaldehyd-Bindemitteln. Holz Roh-Werkstoff 30: 429—436
- Petersen, H., Reuther, W., Eisele, W., Wittmann, O. 1973. Zur Formaldehyd-Abspaltung bei der Spanplattenerzeugung mit Harnstoff-Formaldehyd-Bindemitteln. 2. Mitt. Der Einfluß von Festharzmenge, Preßzeit und Preßtemperatur. Holz Roh-Werkstoff 31: 463—469
- Petersen, H., Reuther, W., Eisele, W., Wittmann, O. 1974. Zur Formaldehyd-Abspaltung bei der Spanplattenerzeugung mit Harnstoff-Formaldehyd-Bindemitteln. 3. Mitt. Der Einfluß von Härterart, Härtermenge und formaldehydbindenden Mitteln. Holz Roh-Werkstoff 32: 402—410
- Roffael, E. 1973. Zur Verminderung der Formaldehydabgabe. Holz-Zbl. 99: 845