

Verleimungsversuche mit Tanninformaldehydharzen aus Rindenextrakten von *Pinus brutia* Ten.

C. Ayla und G. Weißmann

Institut für Holzchemie und chemische Technologie des Holzes der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg-Reinbek

Tannine aus der Rinde von *P. brutia* sind zur Herstellung von wärmehärtenden Leimen gut geeignet. Bei Verwendung von Paraformaldehyd oder Hexamethylenetetramin als Härter wurden kochfeste Verleimungen nach DIN 53 254 und DIN 68 602 erzielt. Verschiedene Modifizierungsmöglichkeiten wurden untersucht. Die besten Verleimungsergebnisse konnten bei Zusatz von geringen Mengen eines handelsüblichen Phenolharzes erhalten werden.

Gluing Tests With Tannin Formaldehyde Resins From Bark Extracts of *P. brutia* Ten.

Tannins from bark of *P. brutia* are suitable for the preparation of thermosetting adhesives. By using paraformaldehyde or hexamethylenetetramine as hardener boiling water resistant bondings according to DIN 53 254 and DIN 68 602 could be achieved. Different modifications have been examined. The best results could be obtained with small amounts of a commercial phenolic resin

1 Einleitung

Die Verwendung von natürlichen Gerbstoffen zur Herstellung von Holzleimen wird in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben und findet bei steigenden Kosten für synthetische Leime zunehmend auch technisches Interesse. Trotzdem ist der Einsatz von Tanninen für diese Zwecke bisher nur in begrenztem Umfang verwirklicht worden. In Südafrika wird Wattle-Tannin großtechnisch gewonnen und ca. 10000 t werden jährlich zur Leimherstellung verwendet (Pizzi 1981). Ein modifizierter Kastanienholz-Extrakt wird in Malaysia seit 1973 zur Verleimung von Sperrholz eingesetzt (Kulvik 1976). In der finnischen Sperrholzindustrie finden jährlich etwa 2500 t Quebracho-Tanninleime Verwendung (Drilje 1975).

Tannine aus Kiefernrinde sind ebenfalls Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Bislang ist aber von einer wirtschaftlichen Nutzung dieser Extrakte nicht berichtet worden. Die Schwierigkeiten liegen zum einen in der hohen Reaktivität der phenolischen Bausteine gegenüber Formaldehyd oder aktiven Methylolgruppen, zum anderen in der ungünstigen Molekulargewichtsverteilung der Polyphenole aus Kiefernrinde (Weißmann u. Ayla 1980a). In dieser Hinsicht stellt die Rinde von *Pinus brutia* offensichtlich eine Ausnahme dar. Wie in vorangegangenen Veröffentlichungen dargelegt wurde, ist das durchschnittliche Molekulargewicht der Polyphenole des Heißwasserextraktes nicht wesentlich höher als bei Wattle-Tannin (Weißmann u. Ayla 1980b). Es konnten stabile Leimansätze mit guten mikrotechnologischen und leimtechnischen Eigenschaften hergestellt werden (Ayla u. Parameswaran 1980; Ayla u. Weißmann 1981).

2 Material und Methoden

2.1 Modifizierung der Tannine

Es ist möglich, die Tannine sowohl auf chemischem Wege, als auch durch Zugabe von sogenannten Verstärkungsharzen (Fortifier) zu modifizieren. Erste Versuche zur Gewinnung von Resol-artigen Kondensationsprodukten aus *Pinus brutia*-Extrakt mit Phenol und Formaldehyd schlugen fehl, da die sehr reaktiven Polyphenole im Extrakt beim Kochen sofort einen unlöslichen Niederschlag bildeten. Daher wurde versucht, die Extrakte mit anderen Methoden zu modifizieren. Die Sulfittierung ist eine häufig benutzte gerbereichemische Methode zur Erniedrigung der Viskosität von Gerbstoffen. Um konzentrierte, besser fließfähige Leimflotten zu bekommen, wurde der *Pinus brutia*-Extrakt wie folgt sulfittiert: Es wurden 50%ige Tanninlösungen mit Na_2SO_3 -Zusätzen bis zu 10% hergestellt und unter Rückfluß 90 min gekocht. Nach dem Abkühlen wurden pH-Werte und Viskosität der Lösungen gemessen. Die Viskosität nimmt bis zu einer Na_2SO_3 -Zugabe von 7,5% permanent ab, um dann praktisch konstant zu bleiben (Bild 1). Mit zunehmendem Sulfittierungsgrad werden auch die Gelierzeiten kürzer, da bei der Sulfittierung der pH-Wert des Extraktes in den alkalischen Bereich verschoben wird (Bild 2).

Pizzi (1978) hat das Patent von Deterry (1969) über die Essigsäure-Phenol-Modifizierung des Wattle-Extraktes weiter

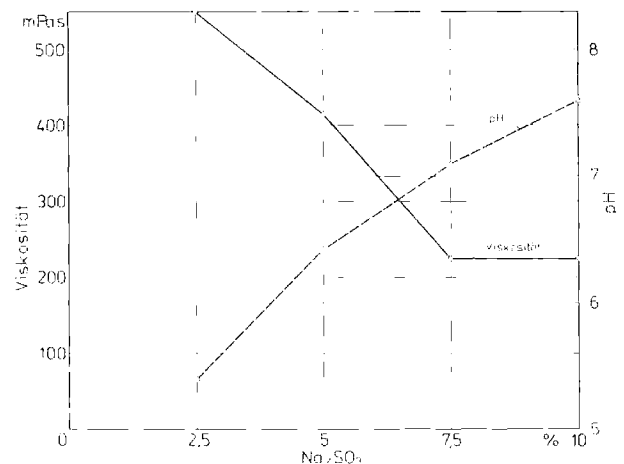


Bild 1. Änderung des pH-Wertes und der Viskosität während der Sulfittierung

Fig. 1. Change in the pH value and viscosity during the sulphitation

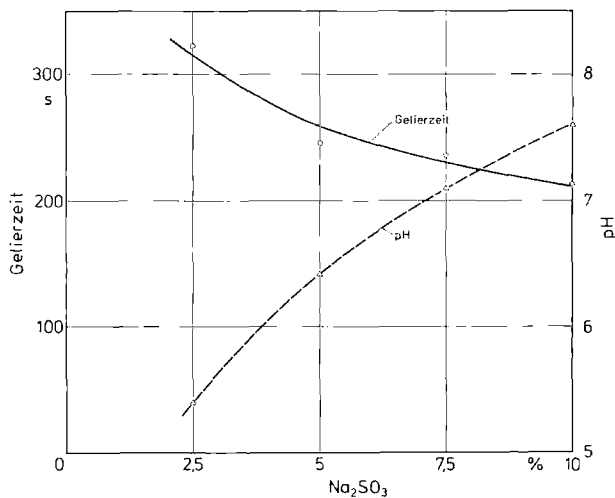


Bild 2. Änderung der Gelierzeit mit zunehmender Sulfiterung (2,5% Formaldehyd, bez. auf atro Extrakt, 50% Festgehalt, 95 °C)
Fig. 2. Change in the gelation time with sulphitation (40% solids, at 95 °C, 2.5% formaldehyde with respect to oven-dry extract)

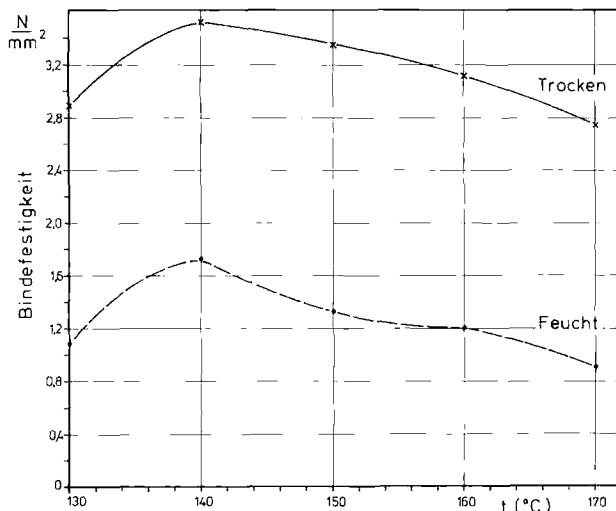


Bild 3. Einfluß der Preßtemperatur auf die Bindefestigkeiten der Sperrholzverleimungen mit *P. brutia*-Rindenextrakt
Fig. 3. Influence of pressing temperature on the bond strength of *P. brutia* tannin bonded plywood

entwickelt und optimiert, so daß mit dieser Methode kochfeste Verleimungen mit Wattle-Tanninharzen erzielt werden konnten. Um festzustellen, ob auch bei den *P. brutia*-Extrakten ähnliche Ergebnisse zu erhalten sind, wurde folgende Modifizierung durchgeführt: 200 ml 50%iger *P. brutia*-Extrakt wurde in einem Dreihalskolben unter ständigem Rühren auf 85 °C erwärmt und 3 ml Essigsäureanhydrid zugegeben. Nach 15 min erfolgte die Zugabe von 3 ml Phenol + 0,5 ml Essigsäure. Die Temperatur wurde dann auf 90 °C erhöht. Nach 30 min wurden 7 ml 2 N NaOH innerhalb 15 min tropfenweise zugegeben und die Lösung 30 min unter Rückfluß gekocht. Nach dem Abkühlen wurde der pH-Wert durch Titration mit 2 N NaOH auf 7 eingestellt. Nach Bestimmung des Festgehaltes (46%) wurde die Lösung in der Tiefkühltruhe aufbewahrt.

Die ersten Versuche mit *P. brutia*-Tannin zeigten, daß die Zugabe von Harnstoff oder Phenol keine signifikante Verbesserung der Verleimungen bewirkt. Als nächster Schritt wurden Monomethylolharnstoff und Dimethylolharnstoff in

reiner Form hergestellt. Die mit der Zugabe von diesen Substanzen durchgeführten Gelierzeitmessungen an *P. brutia*-Extrakt ergaben sehr kurze Gelierzeiten. Da später ein industrielles Produkt (Dimethylolharnstoff, EBK 2 18566 BASF) zur Verfügung stand, wurden weitere Verleimungsversuche damit durchgeführt. Als phenolischer Modifier wurden auch das von Saayman u. Oatley (1976) beschriebene „Fortan“ hergestellt. Gelierzeitmessungen und Probeverleimungen zeigten, daß *P. brutia*-Extrakte mit Formaldehyd als Härter (Formalin-Lösung) nur sehr kurze Topfzeiten aufweisen. Es wurde deshalb versucht, die Extrakte durch Zugabe von Phenol-Formaldehyd-Vorkondensaten mit hohem Methylolgehalt (Polymethylolphenol, PMP) zu modifizieren (Ayla u. Weißmann 1981). Zur Modifizierung des *P. brutia*-Tanninharzes wurden außerdem Kaurit 285 BASF (Harnstoffformaldehydharz), Kauresin 260 (Phenolformaldehydharz) und Kauranat CE-5043 BASF (Isocyanat) eingesetzt.

2.2 Verleimungsbedingungen

Für die Vollholzverleimungen nach DIN 53254 wurden 5 mm dicke Buchenbrettzuschnitte benutzt. Sie hatten vor der Verleimung eine Ausgleichsfeuchtigkeit von $12 \pm 1\%$. Der Leimauftrag blieb konstant und betrug 200 g/m^2 . Der Preßdruck beim Kaltvorpressen betrug $1,18 \text{ N/mm}^2$ und beim Heißpressen $1,47 \text{ N/mm}^2$. Es wurden außerdem Sperrholzverleimungen nach DIN 53255 durchgeführt. Nach der Herstellung wurden die Proben einer 7tägigen Klimalagerung unterzogen. Die Prüfungen nach DIN 53254 wurden entsprechend den Lagerungsraten 1 und 13 durchgeführt. Die Prüfungen der Sperrholzverleimungen erfolgten nach Lagerungsfolgen 1 und 6 nach DIN 53255. Für jede Lagerungsfolge wurden 10 Proben getestet.

3 Ergebnisse

3.1 Versuche mit *P. brutia*-Extrakt ohne Zusatz von Kunstharzen

Mit dem nicht modifizierten Extrakt ist es möglich, in Kombination mit Paraformaldehyd oder Hexamethylentetramin als Härter kochfeste Verleimungen zu erzielen (Ayla, Parameswaran 1980). Bild 3 zeigt den Einfluß der Preßtemperatur auf die Bindefestigkeiten der Sperrholzverleimungen mit *P. brutia*-Rindenextrakt. Die Varianzanalyse zeigt (Ayla 1980), daß der Einfluß der Preßtemperatur signifikant ist. Die besten Verleimungsergebnisse waren bei Temperaturen zwischen 140–150 °C zu erzielen. Das entspricht etwa den Temperaturen bei der Phenolharzverleimung.

Um den Einfluß des pH-Wertes der Leimflotte zu untersuchen, wurden durch Zugabe von NaOH bzw. H_2SO_4 40%ige Tanninlösungen bei verschiedenen pH-Werten hergestellt und damit Verleimungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Es gibt zwar signifikante Unterschiede bei den mit verschiedenen pH-Werten durchgeführten Verleimungen, wobei aber alle Werte den DIN-Anforderungen entsprechen. Die einzige Ausnahme ist die Verleimung bei pH 12,6. Die niedrige Festigkeit ist damit zu erklären, daß die Tannine im stark alkalischen Bereich sehr kurze Gelierzeiten aufweisen und bei dieser Verleimung eine vorzeitige Härtung stattgefunden hat, was eine fehlende mechanische Verankerung in der Leimfuge verursacht.

Die sulfitierten Extrakte brachten keine zufriedenstellenden Verleimungsergebnisse, und die Verleimungen waren im Gegensatz zu den mit den unmodifizierten Extrakten durch-

Tabelle 1. Ergebnisse der *P. brutia*-Tanninverleimungen bei unterschiedlichen pH-Werten: 40%ige Leimflotte, 5% Paraformaldehyd und 5% Kokosnußschalenmehl bez. auf Leimflotte

Versuchs-Nr.	pH-Wert	Preßtemperatur °C	Preßzeit min	Bindefestigkeit nach Klimatisierung 20°/65% r. L.		Bindefestigkeit nach 6 h kochen	
				Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %	Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %
1	2,78	150	15	\bar{x}_2 10,70 s 2,06 V (%) 15,22	35	\bar{x}_2 4,54 s ² 3,06 V (%) 38,44	10
2	5,7	150	15	\bar{x} 14,99 s ² 5,11 V (%) 15,06	20	\bar{x} 6,76 s ² 0,55 V (%) 10,92	0
3	7,1	150	15	\bar{x} 12,11 s ² 3,28 V (%) 14,92	65	\bar{x} 5,19 s ² 0,61 V (%) 14,97	25
4	8,8	150	15	\bar{x} 12,25 s ² 3,03 V (%) 14,24	65	\bar{x} 4,63 s ² 1,85 V (%) 29,34	25
5	12,6	150	15	\bar{x} 13,46 s ² 1,19 V (%) 8,08	85	\bar{x} 3,02 s ² 1,44 V (%) 39,83	0

Tabelle 2. Einfluß der Essigsäure-Phenol-Modifizierung auf die Bindefestigkeiten der *P. brutia*-Tanninverleimungen bei verschiedenen Preßtemperaturen; 5% Paraformaldehyd und 10% Kokosnußschalenmehl bez. auf Leimflotte

Mischungsverhältnis		Preßtemperatur °C	Preßzeit min	Bindefestigkeit nach Klimatisierung 20°/65% r. L.		Bindefestigkeit nach 6 h kochen	
Tanninlösung 46%ig	Modif. Tannin 46%ig			Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %	Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %
-	100	150	15	\bar{x} 11,81 s ² 4,28 V (%) 17,49	45	\bar{x} 5,15 s ² 2,43 V (%) 30,24	25
-	100	160	15	\bar{x} 8,35 s ² 1,88 V (%) 16,38	100	\bar{x} 5,00 s ² 1,37 V (%) 23,40	75
-	100	170	15	\bar{x} 9,06 s ² 0,98 V (%) 10,96	45	\bar{x} 6,05 s ² 0,88 V (%) 15,45	75
100	-	150	15	\bar{x} 13,99 s ² 0,55 V (%) 5,31	65	\bar{x} 6,40 s ² 2,07 V (%) 22,54	10
100	-	160	15	\bar{x} 8,70 s ² 1,02 V (%) 11,58	100	\bar{x} 5,68 s ² 0,32 V (%) 10,07	80
100	-	170	15	\bar{x}_2 9,01 s ² 0,69 V (%) 9,27	85	\bar{x}_2 5,78 s ² 0,98 V (%) 17,12	60

geführten Verleimungen nicht wasserfest. Die Ursache könnte darin liegen, daß sich während der Sulfiterung an den Flavonoidbausteinen der Tannine nicht nur alkalisch-stabile -SO₃Na-Gruppen, sondern auch -O-SO₂Na-Gruppen gebildet haben, die in trockenem Zustand zwar eine scheinbare Stabilität besitzen, aber durch Feuchteinwirkung doch hydrolysierbar sind.

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der mit den Essigsäure-Phenol-modifizierten Extrakten und mit nicht modifizierten Extrakten durchgeführten Verleimungen angegeben. Alle Verleimungen waren kochfest. Die durchgeführten umfangreichen Varianzanalysen zeigen, daß keine signifikanten Unterschiede zwischen den Naßbindefestigkeiten bestehen. Das heißt, daß die für Wattle-Tannin erfolgreich erprobte Essigsäure-Phenol-Modifizierung für *P. brutia*-Tannin nicht anwendbar ist, da die beiden Extrakte aus unterschiedlichen

Flavonoid-Bausteinen aufgebaut sind. Außerdem ist auch die Zusammensetzung der Kohlenhydrate beider Extrakte unterschiedlich.

3.2 Versuche mit den Verstärkungsharzen (Fortifier)

Die Verleimungen mit dem Zusatz von PMP lieferten bei jedem Mischungsverhältnis kochfeste Verleimungen (Tabelle 3). Aufgrund der unterschiedlichen Viskositäten der beiden Komponenten hatten die Leimflotten unterschiedliche Viskositäten, wodurch die Eindringtiefen der Leime und in Folge davon auch die Holzfaserberläge beeinflusst wurden. Die mit dem südafrikanischen Fortifier („Fortan“) durchgeführten Verleimungen ergaben sehr gute Festigkeiten (Ayla u. Parameswaran 1980). Die speziell für die Modifizierung von Tanninen entwickelten Fortifier auf Phenol- oder Resorcin-

Tabelle 3. Einfluß der Zugabe von PMP auf die Bindefestigkeiten der *P. brutia*-Tanninverleimungen: 10% Kokosnußschalenmehl bez. auf Leimflotte

Mischungsverhältnis		Preßtemperatur °C	Preßzeit min	Bindefestigkeit nach Klimatisierung 20°/65% r. L.		Bindefestigkeit nach 6 h kochen	
Tannin- lösung 50%ig	PMP 50%ig			Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %	Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %
80	20	145	20	\bar{x} 13,45 s^2 1,88 V (%) 10,21	80	\bar{x} 4,17 s^2 8,07 V (%) 68,23	35
70	30	145	20	\bar{x} 11,70 s^2 1,69 V (%) 11,15	100	\bar{x} 5,86 s^2 1,54 V (%) 21,07	75
50	50	145	20	\bar{x} 12,40 s^2 2,02 V (%) 11,48	70	\bar{x} 4,48 s^2 5,15 V (%) 50,61	40

Tabelle 4. Einfluß der Zugabe von Dimethylolharnstoff (EBK 218566 BASF) auf die Bindefestigkeiten der *P. brutia*-Tanninverleimungen: 5% Kokosnußschalenmehl bez. auf Leimflotte

Mischungsverhältnis		Preßtemperatur °C	Preßzeit min	Bindefestigkeit nach Klimatisierung 20°/65% r. L.		Bindefestigkeit nach 6 h kochen	
Tannin- lösung 50%ig	DMH- lösung 50%ig			Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %	Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %
90	10	150	15	\bar{x} 13,24 s^2 0,72 V (%) 6,39	80	\bar{x} 4,41 s^2 0,98 V (%) 22,38	0
90 ^a	10	150	15	\bar{x} 10,65 s^2 1,06 V (%) 9,66	30	-	-
70	30	150	15	\bar{x} 12,96 s^2 1,19 V (%) 8,40	70	\bar{x} 3,68 s^2 1,99 V (%) 38,42	0
70 ^a	30	150	15	\bar{x} 11,92 s^2 5,06 V (%) 18,85	55	-	-

^a Mit 2,5% Paraformaldehyd und 5% NH₄Cl

Tabelle 5. Einfluß der Zugabe von Harnstoffharz (Kaurit 285 BASF) auf die Bindefestigkeiten der *P. brutia*-Tanninverleimungen 10% Kokosnußschalenmehl bez. auf Leimflotte

Mischungsverhältnis		Preßtemperatur °C	Preßzeit min	Bindefestigkeit nach Klimatisierung 20°/65% r. L.		Bindefestigkeit nach 6 h kochen	
Tannin- lösung 50%ig	Harn- stoffharz 50%ig			Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %	Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %
95	5	150	15	\bar{x} 11,82 s^2 0,96 V (%) 8,30	85	\bar{x} 5,36 s^2 0,76 V (%) 16,21	25
90	10	150	15	\bar{x} 11,78 s^2 0,56 V (%) 6,38	100	\bar{x} 4,40 s^2 0,56 V (%) 17,04	15
85	15	150	15	\bar{x} 10,41 s^2 0,41 V (%) 6,14	100	\bar{x} 4,54 s^2 0,18 V (%) 9,49	10
80	20	150	15	\bar{x} 11,14 s^2 1,42 V (%) 10,64	100	\bar{x} 3,17 s^2 0,55 V (%) 23,50	0

basis haben einige Nachteile. Einige davon haben im Gegensatz zu den kommerziellen Kunstharzen eine geringere Lagerfähigkeit. Vor allem sind sie auch teuer, weil sie in kleinen Mengen und wegen des geringen Bedarfs diskontinuierlich hergestellt werden müssen.

Im Hinblick auf einen wirtschaftlichen und auch technisch möglichst einfach durchführbaren Einsatz der Tannine erschien es erstrebenswert, zur Modifizierung handelsübliche Kunstharze einzusetzen. Erste Versuche wurden mit Dimethylolharnstoff (EBK 218566, BASF) durchgeführt. Di-

Tabelle 6. Einfluß der Zugabe von Isocyanat (Kauranat CE 5043 mit dem Emulgator CE 5184 BASF) auf die Bindefestigkeiten der *P. brutia*-Tanninverleimungen: 5% Paraformaldehyd und 5% Kokosnußschalenmehl bez. auf Leimflotte

Mischungsverhältnis		Preßtemperatur °C	Preßzeit min	Bindefestigkeit nach Klimatisierung 20°/65% r. L.		Bindefestigkeit nach 6 h kochen	
Tannin- lösung 50%ig	MDI- Emulsion 50%ig			Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %	Festigkeit N/mm ²	Holzfaserberlag %
90	10	170	15	\bar{x} 11,26 s^2 0,98 V (%) 8,76	100	\bar{x} 6,97 s^2 0,53 V (%) 10,53	50
100	–	170	15	\bar{x} 11,63 s^2 1,96 V (%) 12,02	80	\bar{x} 6,91 s^2 1,80 V (%) 19,38	5
100	–	150	15	\bar{x} 9,16 s^2 7,13 V (%) 29,20	30	\bar{x} 6,22 s^2 4,37 V (%) 33,64	50

methylolharnstoff ist ein chemisches Zwischenprodukt und wird zur Herstellung von Textilhilfsmitteln eingesetzt. Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, ist es möglich, bereits mit einer 10%igen Zugabe von Dimethylolharnstoff kochfeste Verleimungen zu erzielen. Mit zunehmenden Anteilen werden jedoch schlechtere Verleimungen erzielt, da Dimethylolharnstoff selbst nicht kochfest ist. Die reaktiven Methylolgruppen des Dimethylolharnstoffs bewirken eine Vernetzung der Tanninmoleküle. Die gleichzeitige Zugabe von Paraformaldehyd und NH₄Cl brachte keine besseren Ergebnisse, sie wirkte eher störend und die Naßfestigkeiten gingen stark zurück. Die schlechteren Naßfestigkeiten sind vermutlich darauf zurückzuführen, daß der Formaldehyd praktisch für die weitere Kondensation von Dimethylolharnstoff im sauren Bereich verbraucht wurde und für die Tanninkondensation kein Härter mehr zur Verfügung stand. Bei der Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz (Kaurit 285 BASF) konnten gute Trockenfestigkeiten erzielt werden (Tabelle 5). Die Naßfestigkeit nahm jedoch mit zunehmendem Harnstoffharzanteil ebenfalls ab (Bild 3). Die Ergebnisse zeigen, daß zwar sowohl Dimethylolharnstoff, als auch Harnstoff-Formaldehydharz Kondensationsreaktionen mit den *P. brutia*-Tanninen eingehen, diese Kondensationen aber nicht so stabil sind wie eine Phenolharz-Tannin-Kondensation.

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Tannin-Isocyanat-Verleimungen aufgeführt. Die Zugabe von Isocyanat bewirkt eine geringfügige, aber doch signifikante Erhöhung der Bindefestigkeiten. Da aber kurz nach der Isocyanat-Zugabe die Emulsion durch die Isocyanat-Tannin-Reaktion gespalten war, kann nicht festgestellt werden, ob diese Festigkeitserhöhung auf einer Isocyanat-Tannin-Reaktion oder Isocyanat-Wasser-Reaktion (Polyharnstoffbildung) beruht. Es ist auf jeden Fall möglich, Tannine durch Isocyanat-Zugabe zu modifizieren. Die sehr kurzen Topfzeiten der Mischungen (ca. 30 min) kann man umgehen, indem man geeignete Emulgatoren bzw. Inhibitoren benutzt oder getrennte Beileimungen (z. B. bei der Spanplattenherstellung) vornimmt.

Die besten Verleimungsergebnisse wurden mit dem Zusatz von geringen Mengen eines kommerziellen Phenolharzes (Kauritin 260 BASF) in Kombination mit Hexamethylentetramin als Härter erzielt. Wie auch aus dem Bild 5 hervorgeht, erfüllen alle Verleimungen die Anforderungen nach DIN 68 602, wobei sehr gute Verleimungen mit hohem Holzfaserberlag-Anteil erst bei einer 10%igen Phenolharzzugabe erreicht werden. Eine Zugabe des Phenolharzes von mehr als 10% ist überflüssig. Dies wurde auch anhand von mikrotechnologischen Untersuchungen demonstriert (Ayla u. Parameswaran 1980).

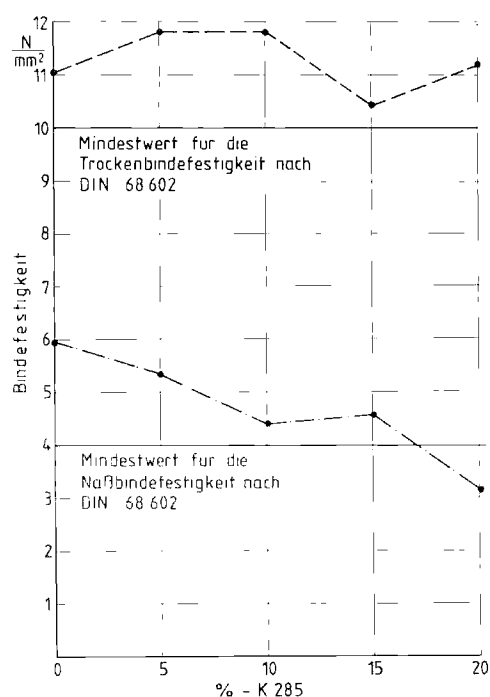
**Bild 4.** Einfluß der Zugabe von Harnstoff-Formaldehydharz (Kaurit 285 BASF) auf die Bindefestigkeiten der *P. brutia*-Tanninverleimungen

Fig. 4. Change in the shear test values of *P. brutia* tannin bonded beechwood panels with the addition of urea-formaldehyde resin (Kaurit 285 BASF)

Die mit modifizierten und nicht modifizierten *P. brutia*-Extrakten durchgeführten Verleimungen zeigen, daß der Extrakt eine ausgezeichnete Basis zur Herstellung von Tanninharzen ist. Es ist möglich, aus dem Extrakt in Kombination mit Paraformaldehyd oder Hexamethylentetramin als Härter kochfeste Tanninharze herzustellen. Die mit geringen Mengen handelsüblicher Phenolharze modifizierten *P. brutia*-Rindene extrakte in Kombination mit geringen Mengen Hexamethylentetramin als Härter ergaben besonders gute Verleimungen mit optimaler Aushärtung, verbunden mit einer guten mechanischen Verankerung des Leimes an der Leimfuge. Nach den vorliegenden Ergebnissen sind die *P. brutia*-Tanninharze für eine industrielle Herstellung geeignet, und die Spanplattenherstellung mit *P. brutia*-Tanninharzen ist im

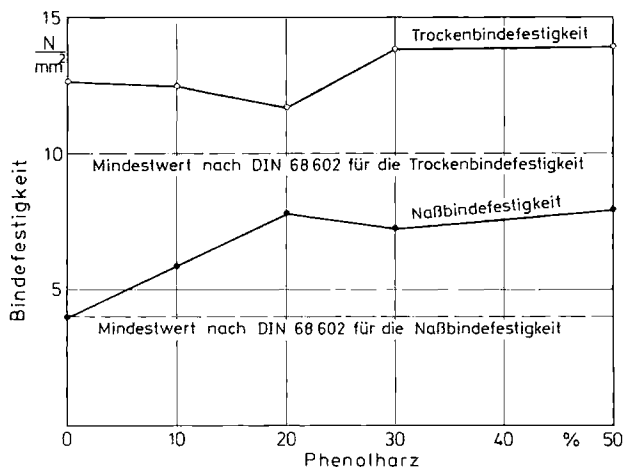


Bild 5. Beeinflussung der Bindefestigkeiten bei Zugabe von Phenol-Formaldehyd-Harz (Kauresin 260 BASF) zu *P. brutia* Tannin. (Nach Ayla u. Parameswaran 1980)

Fig. 5. Influence of the addition of phenol-formaldehyde resin (Kauresin 260 BASF) to *Pinus brutia* tannin on bond strength. (Ayla and Parameswaran 1980)

halbtechnischen Maßstab erfolgreich erprobt worden (Ayla 1980a, 1981).

4 Literatur

Ayla, C. 1980a: Verfahren zur Herstellung von Leimen und wärme-härtbaren Massen aus Rinde von *P. brutia*. Türkische Patentanmeldung Nr. 28 439 vom 9. 4. 1980

- Ayla, C. 1980b: Herstellung von feuchtigkeitsbeständigen Leimen aus nachwachsenden Rohstoffen für die Holzindustrie – dargestellt am Beispiel des Rindenextraktes von *Pinus brutia* Tenore und des Ethanollignins. Dissertation, Universität Hamburg
- Ayla, C. 1981: Ergebnisse der Spanplattenverleimung mit den *Pinus brutia*-Tanninharzen, Unveröffentlichte Arbeit
- Ayla, C.; Parameswaran, N. 1980: Macro- and microtechnological studies on beechwood panels bonded with *Pinus brutia* bark tannin. Holz Roh-Werkstoff 38: 449–459
- Ayla, C.; Weißmann, G., 1981: Verwendung der Polyphenole aus der Rinde von *Pinus brutia* Ten. zur Herstellung von Holzleimen. Holz Roh-Werkstoff 39: 91–95
- Deterry, R. 1969: South African Patent Nr. 680 1246
- Drilje, R. M. 1975: El extracto de quebracho como materia para adhesivos de paneles basados en madera. FAO World Consultation on Wood Based Panels, New Delhi, India
- DIN 53 254, 1980: Prüfung von Holzklebstoffen. Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebstoffen im Scherversuch. Deutscher Normenausschuß (Vornorm, Januar 1980) DIN 53 255, 1964; Prüfung von Holzleimen und Holzverleimungen, Bestimmung der Bindefestigkeit von Sperrholzverleimungen (Furnier- und Tischlerplatten) im Zugversuch und im Aufstechversuch. Deutscher Normenausschuß (Juni 1964)
- DIN 68 602, 1979: Beurteilung von Klebstoffen zur Verbindung von Holz und Holzwerkstoffen, Beanspruchungsgruppen Klebfestigkeit. Deutscher Normenausschuß (April 1979)
- Kulvik, E. 1976: Chestnut wood tannin extract in plywood adhesives. Adhesive Age 19 (3): 19–21
- Pizzi, A. 1978: Wattle-base adhesives for exterior grade particleboards. Forest Prod. J. 30 (4): 38–42
- Pizzi, A. 1981: Briefliche Mitteilung
- Saayman, H. M.; Oatley, J. A. 1976: Wood adhesives from wattle bark extract. Forest Prod. J. 26 (12): 27–33
- Weißmann, G.; Ayla, C. 1980a: Die Verwendung von natürlichen Polyphenolen zur Herstellung von Holzleimen. Holz Roh-Werkstoff 38: 245–249
- Weißmann, G.; Ayla, C. 1980b: Untersuchung der Rindenextrakte von *Pinus brutia* Ten. Holz Roh-Werkstoff 38: 307–312

Buchbesprechungen

Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (Hrsg.): Zeitgemäßer Hausbau mit Holz. 95 S. + Anhang, zahlr. Abb. und Tab., Zürich, 1981. Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, Sekretariat LIGNUM.

Die vorliegende Schrift: „Zeitgemäßer Hausbau mit Holz“ enthält die 13 Referate, die anlässlich des Fortbildungskurses XII der Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung vom 6. und 7. November 1980 gehalten wurden. Ziel des Kurses war es, in erster Linie die beim Holzhausbau auftretenden Probleme sowie die technischen und wirtschaftlichen Aspekte aufzuzeigen, wobei nicht von einem Teileinsatz des Baustoffes Holz ausgegangen wird, sondern von der Voraussetzung, daß das Haus als Ganzes möglichst weitgehend aus Holz und Holzwerkstoffen bestehen soll.

Zum Themenkreis: „Architektonische Gesichtspunkte“ werden von W. Jaray, Zürich, die besonderen Aspekte zum klimagerechten, energiegerechten, gesunden und handhabbaren Bauen mit Holz besprochen, die erste Voraussetzungen bei der Planung sein sollten. R. Schmid, Zürich, zeigt in seinem Referat „Holzbau aus der Sicht des praktizierenden Architekten“ Beispiele einer material- und fachgerechten Anwendung des Baustoffes Holz. Im Abschnitt „Bauphysi-

kalische Faktoren“ wird in Referaten von R. Sagelsdorff, A. Läubler, J. Sell (alle Dübendorf) und E. Bamert, Zürich, auf Probleme des Energiebedarfs und Wärmeschutzes, des Schallschutzes, der Außenverwendung von Holz und Holzwerkstoffen und des Brandschutzes eingegangen.

Technische und ingenieurmäßige Aspekte werden von H. Schulze, Lauenstein, im Referat: „Der Fertighausbau aus der Sicht des Herstellers – Stand der Technik“ unter Berücksichtigung der in der Bundesrepublik Deutschland neuerdings gestellten Anforderungen behandelt, während J. Natterer, Lausanne, konstruktiv-statische Tendenzen im Holzbau, vor allem die Bauarten des Holzhausbaues, vorstellt. Im Anschluß hieran werden von P. Sigrist, Rafz, W. Artho, St. Gallenkappel, und S. Furter, Dottikon, Beispiele von schweizerischen Holzhausausführungen aus der Sicht des Produzenten vorgestellt. A. Semadeni, Bern, behandelt schließlich wirtschaftliche Aspekte aus der Sicht der Schweiz. Forst- und Holzwirtschaft. Das Referat: „Gesamtenergetische Aspekte des Holzbaues“ von K. Meier, Zürich, beschließt die Schrift mit einem Vergleich von Modellwohnungen verschiedener Bauart und Ausführungen zum Energie-Recycling von Holzkonstruktionen. K. Möhler