FOLIA FORESTALIA POLONICA
Seria B, zeszyt 21, 1990

DIMENSIONSSTABILISIERUNG VON HOLZ DURCH TRÄNKEN MIT EXTRAKTEN AUS FORSTLICHEN RESTSTOFFEN

Von Arno Burmester

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) Berlin-Dahlem*

Kiefern- und Buchenholz wurde mit wässrigen, bei verschiedenen Temperaturen aus Eichenrinde, Eichenholz und Fichtennadeln erzeugten Extraktlösungen, getränkt. Die Dimensionsstabilität des getränkten Buchen- und Kiefernholzes wurde in Abhängigkeit von Extraktart und Konzentration beurteilt.

1. EINLEITUNG

Die Formänderung von Holz unter dem Einfluss wechselnder Feuchtigkeit ist eine Eigenschaft, die seiner Verwendung für Gegenstände mit hoher Passgenauigkeit entgegensteht. Eine neue Möglichkeit, die Formbeständigkeit von Holz zu verbessern, ist die Tränkung mit Extrakten, die aus Rinden, Blättern, Nadeln oder Holzspänen gewonnen werden können [1].

2. EXTRAKTGEWINNUNG

Das Rohmaterial wird zunächst grob vorzerkleinert und dann in einem Refiner (Sprout-Waldron) fein gemahlen. Es wird danach in einem Drehautoklaven (Deutsch u. Neumann) unter Vakuum mit Wasser getränkt und auf Temperaturen zwischen 100°C und 180°C erwärmt. Die Solltemperatur wird eine Stunde lang gehalten. Nach Abkühlung wird die Lösung gefiltert und in einem Rotationsverdampfer (Genser) eingeengt.

3. TRÄNKUNG VON HOLZ MIT EXTRAKTLÖSUNGEN

Für die Tränkung wurden kleine Buchenholzproben mit 20 mm Kantenlänge und 5 mm Länge in Faserrichtung verwendet. Sie wurden zunächst im Klima 20° C/86% RLF konditioniert und anschliessend im Vakuumverfahren mit Extraktlösungen getränkt, deren Konzentration 20, 30 oder 40% betrug. Die Proben blieben

* Die Untersuchungen wurden durch Mittel der Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Brüssel im Rahmen des Forschungsprogramms „Holz als erneuerbarer Rohsboff" gefördert.

drei Tage lang in der Lösung, bevor sie einer stufenweisen Trocknung bei 20°C und nacheinander 86%, 65% und 34% RLF sowie abschliessender Darrtrocknung unterworfen wurden.

4. ERGEBNISSE

4.1 SCHWINDUNG DES GETRÄNKTEN HOLZES

Aus den umfangreichen Versuchsergebnissen werden einige Beispiele vorgestellt. Abbildung 1 zeigt den Einfluss der Extraktionstemperatur auf die Schwindung des mit 30%-iger Extraktlösung getränkten Holzes. Während bei Fichtennadelextrakt nur ein geringfügiger Temperatureinfluss besteht, zeigt sich bei Eichenrindenextrakt ein erheblicher Einfluss der Extraktionstemperatur. Erst durch Einwirkung von 170°C wurden bei Eichenrinde ähnlich niedrige Schwindungswerte wie bei Fichtennadeln erreicht.

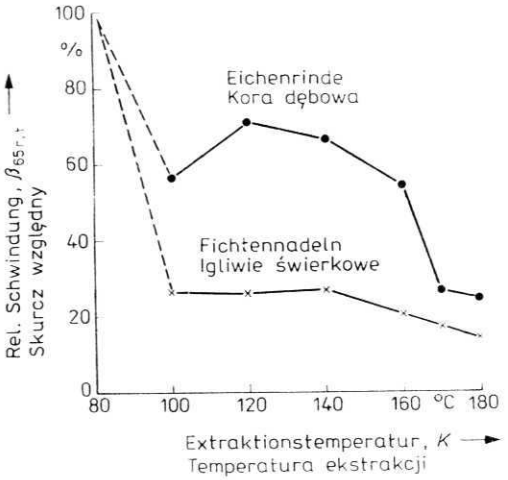

Abb. 1. Einfluss der Extraktionstemperatur für Eichenrinde und Fichtennadeln auf die Schwindung des mit 30%-igen Extrakten getränkten Buchenholzes

Rys. 1. Wpływ temperatury ekstrakcji kory dębowej i igliwia świerkowego na kurczenie się drewna bukowego nasyconego ekstraktami o stężeniu 30%

Für die Wirksamkeit eines Stoffes zur Holzstabilisierung ist aufschlussreich, in welchem Ausmass er in den einzelnen Schwindungsbereichen die Formänderung verringert, denn es ist nicht so, dass im gesamten Bereich vom frischen bis zum darrtrockenen Zustand eine gleichmässige Verringerung der Schwindung eintritt. Abbildung 2 zeigt den Verlauf der relativen differentiellen Schwindung nach Tränkung mit 170°C–Extrakten verschiedener Konzentrationen aus Buchenholzspänen. Der Trocknungsbereich bis zum Ausgleich in 86% relativer Luftfeuchtigkeit ist durch fast vollständige Stabilisierung gekennzeichnet. Der anschliessende Bereich bis 65% RLF lässt dagegen deutliche Unterschiede in der Wirksamkeit der 20-, 30- und 40%-igen Konzentration der Extraktlösung erkennen. Die Schwindung wird umso mehr verringert, je grösser die in die Zellwände eingelagerte Extraktmenge ist.

Der weitere Schwindungsbereich über 34% hinaus bis zum Darrzustand ist nur um etwa 20% stabilisiert; ein Konzentrationseinfluss ist nicht vorhanden. Für

die praktische Anwendung ist dieser Bereich im allgemeinen von geringer Bedeutung. Nach den verschiedenen Sorptionstheorien [2] ist hier das Wasser vorwiegend monomolekular auf der inneren Oberfläche oder in sehr engen Zellwandkapillaren

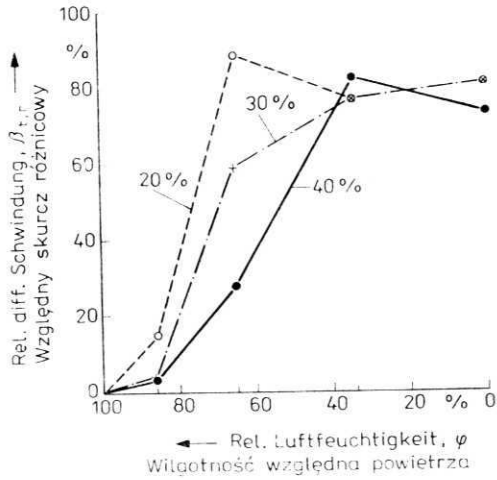

Abb. 2. Relatvie differentielle Schwindung von Buchenholz, das mit 20- bis 40% igen Extrakten aus Buchenholzspänen getränkt wurde

Rys. 2. Względne różnicowe kurczenie się drewna bukowego nasyconego ekstraktami tego drewna o stężeniu od 20 do 40%

vorhanden. Die geringfügige Stabilisierung lässt erkennen, dass die Extraktmoleküle wahrscheinlich wegen ihrer Grösse und aufgrund ihrer elektrischen Eigenschaften nicht zur Vergütung dieses submikroskopischen Bereiches geeignet sind.

4.2 STABILISIERUNGS-EFFEKTIVITÄT

Die Extraktmenge allein ist nicht für das Ausmass der Stabilisierung ausschlaggebend, sondern sehr wichtig ist die Molekülgrösse. Wir nehmen an, dass mit steingender Extraktionstemperatur zunehmend kleinere Extraktmoleküle gewonnen werden, wodurch die stabilisierende Effektivität des Extraktes zunimmt. Diese Effektivität E ergibt sich aus der für 1% Stabilisierung erforderlichen Extraktmenge in g/cm^3.

In Buchenholz mit einer Rohdichte von 0,74 g/cm^3 und einem Fasersättigungspunkt von 30% befinden sich 0,22 g Wasser in 1 cm^3 Holz. Bei vollständiger Stabilisierung wird diese Menge durch Extrakt ersetzt. Setzt man dessen Dichte mit 1,1 g/cm^3 an, sind 0,24 g Extrakt pro 1 cm^3 Holz erforderlich. Aus dem Zahlenwert der Extrakt-Effektivität lässt sich schliessen, in welchem Ausmass der Extrakt stabilisierungswirksam in die Zellwände eingelagert wurde bzw. wieviel davon unwirksam im Lumen verbleibt. Ein Effektivitätswert von $E=0{,}24$ g/cm$^3\cdot$% beudeutet, dass der Extrakt vollständig in die Zellwandkapillaren eingelagert und stabilisierungswirksam ist. Wenn $E>0{,}24$ g/cm$^3\cdot$% ist, dann sind dementsprechend grössere Moleküle ausserhalb der Zellwand verblieben.

Tabelle 1 vermittelt einen Überblick über die Effektivitätswerte verschiedener Extrakte, und Abbildung 3 macht dieses anschaulich. Man erkennt bei den Extrakten aus Eichenrinde, dass ihre Effektivität in Buchenholz oberhalb einer Temperatur

Tabelle 1

Extrakt-Effektivität verschiedenartiger Extrakte bei Tränkung von Buchen- und Kiefernholz
Skuteczność działania różnych ekstraktów przy nasyceniu drewna buka i sosny

Extraktions-Temperatur Temperatura ekstrakcji °C	Extraktlösungs-Konzentration Stężenie roztworu ekstraktu %	Extrakt-Effektivität Skuteczność działania ekstraktu (g/cm³ · %)					
		Buche mit Extrakt aus Drewno buka nasycone ekstraktem			Kiefer mit Extrakt aus Drewno sosny nasycone ekstraktem		
		Eichenrinde kory dębowej	Fichtennadeln igliwia swierkowego	Eichenholz drewna dębowego	Eichenrinde kory dębowej	Fichtennadeln igliwia swierkowego	Eichenholz drewna dębowego
100	20	0,0088	0,0033	–	0,0087	–	–
	30	0,0080	0,0036	–	0,0090	0,0035	–
	40	0,0088	0,0042	–	0,0105	–	–
120	20	0,0135	0,0031	–	–	–	–
	30	0,0132	0,0037	–	–	0,0038	–
	40	0,0140	0,0044	–	–	–	–
140	20	0,0094	0,0035	–	0,0101	–	–
	30	0,0097	0,0037	–	–	0,0038	–
	40	0,0096	0,0044	–	0,0126	–	–
160	20	0,0047	0,0035	–	–	–	–
	30	0,0052	0,0039	–	–	0,0037	–
	40	0,0054	0,0043	–	–	–	–
170	20	0,0036	0,0034	–	0,0035	–	–
	30	0,0036	0,0038	0,0040	0,0046	0,0036	0,0038
	40	0,0041	0,0043	–	0,0043	–	–
180	20	0,0036	–	–	0,0035	–	–
	30	0,0036	0,0033	–	0,0040	–	–
	40	0,0041	–	–	0,0050	–	–

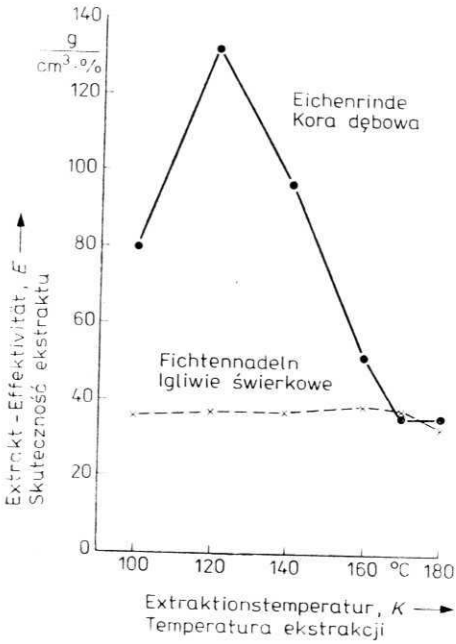

Abb. 3. Extrakt-Effektivität in Abhängigkeit von der Extraktionstemperatur

Rys. 3. Skuteczność działania ekstraktów w zależności od temperatury ekstrakcji

von 120°C kräftig zunimmt. Bei niedriger Extraktionstemperatur bliebt ein grosser Teil des Extraktes stabilisierungsunwirksam. Die 170°C-Extrakte kommen mit E=0,0036 g/cm^3·% dem theoretischen Wert am nächsten. Der Fichtennadel-Extrakt ist dagegen schon bei niedrigen Extraktionstemperaturen sehr effektiv. Auch der Extrakt aus Eichenholzspänen verhält sich günstig.

Der Effektivitätswert bei Kiefernholz entspricht dem bei Buchenholz, obwohl der theoretische Wert wegen der niedrigeren Rohdichte von 0,54 g/cm^3 und einem Fasersättigungspunkt von 30% E=0,18 g/cm^3·% beträgt. Im Kiefernholz ist der Anteil des uneffektiven Extraktes wesentlich grösser als im Buchenholz. Der Grund für diese geringere Extrakt-Effektivität ist noch nicht bekannt; er ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Eingegangen in März 1989

LITERATUR

1. Burmester A.: Ein neues Material: Formbeständiges Holz durch Tränken mit Rindenextrakten. Holz-Zbl. 1987, 113 (44), 633 - 634.
2. Skaar Chr.: Water in Wood. Syracuse University Press. New York 1972, 218 p.

STABILIZACJA WYMIAROWA DREWNA ZA POMOCĄ EKSTRAKTÓW WODNYCH Z ODPADÓW LEŚNYCH

Streszczenie

Ekstrakty z kory dębowej, zrębków dębowych i igliwia świerkowego otrzymano metodą 1-godzinnej ekstrakcji wodą w zakresie temperatur od 100 do 180°C. Roztworami tych ekstraktów o stężeniach 20, 30 i 40% nasycono metodą pełnego nasycenia próbki drewna bukowego i sosnowego, które następnie stopniowo suszono, mierząc ich skurcz. Wpływ temperatury ekstrakcji na kurczenie się drewna przy wysychaniu był prawie stały dla ekstraktów z igliwia świerkowego, podczas gdy ekstrakty z kory dębowej wykazały optymalny efekt przy temperaturze 170 - 180°C. Skuteczność przeciwskurczowa ekstraktu jest zależna od jego ilości w ścianie komórkowej, na co ma wpływ wielkość cząsteczek składników ekstraktu. Efektywność działania ekstraktu E(g/m^3·%) jest miarą jego zdolności wnikania do ścian komórkowych i zastąpienia wody sorpcyjnej.

DIMENSIONAL STABILIZATION OF WOOD BY IMPREGNATION WITH EXTRACTS FROM FOREST RESIDUES

Summary

Water extracts from oak bark, oak chips and spruce needles are prepared by one hour extraction at temperatures between 100 and 180°C. After having prepared extract solutions of 20, 30 and 40% concentration, beech and pine samples were impregnated and finally dried stepwise while shrinkage was measured. The effect of extraction temperature is nearly constant

for spruce needles while oak bark is sensitive with optimal conditions at 170 and 180° C. The antishrink efficiency is depending on the amount of extract deposited within the cell walls which is influenced by the molecular sizes of the extract components. The efficiency E (g/m^3·%) of the extract is a measure for its ability to penetrate into the cell walls and to substitute the sorption water.

СТАБИЛИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ ДРЕВЕСИНЫ ВОДНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ ИЗ ЛЕСНЫХ ОТХОДОВ

Резюме

Экстракты из коры дуба, из стружки древесины дуба и из хвой ели получали методом 1-часовой экстракции в воде в пределе температур от 100 до 180°C. Водными растворами этих экстрактов 20, 30 и 40% — ной концентрации пропытывали образцы дредревесины бука и сосны методом полного поглощения. Образцы посхе пропитки постепенно высушивали и измеряли их усушку. Було обнаружено, что влияние температуры экстракции хвои ели на усушку пропитанной экстрактами древесины является почти постоянным. Так как, экстракты из коры дуба, полученные при температуре 170 - 180°C Проявили оптимальный эффект. Эффективность снижения усушки зависит от количества экстракта в клеточной стенке, что связано с величиной молекул компонентов экстракта. Показателем способности экстракта к проникновению в глубь клеточных стенок и к замещению сорбционной воды является эффективност действия экстракта E (ч/м^3·(%).

Anschrift des Autors
Dr. Arno Burmester
Bundesanstalt für Materialforschung
und -Prüfung (BAM)
Unter den Eichen 87
D — 1000 Berlin 45