

**Übersetzung der neuen europäischen  
Patentschrift**

(12)

(97) Veröffentlichungsnummer: EP 1280638

(96) Anmeldenummer: 2001930323  
(96) Anmeldetag: 11.05.2001  
(45) Ausgabetag: 26.01.2022

(51) Int. Cl.: **B27K 5/06** (2006.01)  
**B27K 5/00** (2006.01)

(30) Priorität:  
11.05.2000 NL 1015161 beansprucht.

(97) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
05.02.2003 Patentblatt 03/06

(97) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
10.10.2007 Patentblatt 07/41

(97) Hinweis auf Einspruchsentscheidung:  
18.07.2018 Patentblatt 18/29

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI  
LU MC NL PT SE TR

(56) Entgegenhaltungen:  
Die Entgegenhaltungen entnehmen Sie bitte der  
entsprechenden europäischen Druckschrift.

(73) Patentinhaber:  
NEW POLYMERIC COMPOUND (NPC)  
INDUSTRIES B.V.  
6651 KR DRUTEN (NL)

(72) Erfinder:  
MICHON, SANDER, GERMAIN, LEON  
NL-6666 AB HETEREN (NL)

(74) Vertreter:  
Haffner & Keschmann Patentanwälte GmbH  
1010 Wien (ÖSTERREICH)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON GEHÄRTETEN PRODUKTEN**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Präservierung von Holz, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

(1) einen Modifizierungsschritt, in dem Holz auf die Modifizierungstemperatur erwärmt wird und für eine bestimmte Zeit auf dieser Temperatur gehalten wird;

5 (2) einen Kühschritt, in dem das Holz gekühlt wird.

**[0002]** Eine Langzeitrecherche nach Verfahren zur Präservierung von Holz wurde durchgeführt. Holz ist ein Naturstoff. Dies hat mancherlei Vorteile. Beispielsweise ist Holz das einzige erneuerbare Baumaterial. Dies ist so, weil es unter dem Einfluss von Solarenergie, Wasser und CO<sub>2</sub> wächst, und dieser Prozess kann eine unbestimmte Anzahl  
10 Male wiederholt werden. Außerdem ist Holz CO<sub>2</sub>-neutral, was bedeutet, dass CO<sub>2</sub> gespeichert wird, während der Baum wächst, während CO<sub>2</sub> während der Verbrennung oder der Verrottung freikommt. Bei praktisch allen anderen Baumaterialien kommt während der Herstellung CO<sub>2</sub> frei.

**[0003]** Es gibt jedoch einen entscheidenden Nachteil: Holz wird von Bakterien, Pilzen  
15 und Insekten angegriffen. Nicht alle Holzarten werden gleichschnell angegriffen. Wenn Holz einen hohen Widerstand gegen diese Angriffsart hat, wird es als dauerhaftes Holz bezeichnet. Dauerhafte Holzarten sind oft tropische Harthölzer. Diese Arten sind teuer. Eine Alternative für dieses Hartholz ist europäisches Weichholz, jedoch nur, wenn es präserviert ist.

20 **[0004]** Das derzeit gebräuchlichste und beste Verfahren zur Präservierung von Holz ist das Vakuum-Druckverfahren. Dieses Verfahren beruht darauf, dass Holzpräservierungsmittel in das Holz eingepresst wird, während abwechselnd Vakuum und Druck aufgebracht werden. Wenn diese Präservierungsmittel Schwermetalle (Kupfer, Chrom, Arsen) enthalten, wird dies mit "Wolmanisieren" bezeichnet. Wenn Kreosotöl  
25 (Carbolineum) verwendet wird, das polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs) enthält, wird dies mit "Kreosotbehandeln" bezeichnet. Oft kann das Präservierungsmittel nur um die Kanten herum in das Holz eindringen. Die Verwendung von Holzpräservierungsmitteln erfordert in den Niederlanden eine Lizenz, die von dem "College voor de Toelating van Bestrijdingsmiddelen" (CTB) [Pestizidlizenzbehörde]  
30 vergeben wird.

**[0005]** Die Verwendung von wolmanisiertem und kreosotbehandeltem Holz kommt unter den zunehmenden Druck von Umweltverbänden, da es für Mensch, Tier und Umwelt gesundheitsschädlich ist. In der Tat laufen die Erwartungen darauf hinaus, dass  
die gebräuchlichen Holzpräservierungsmittel verboten werden. Tropisches Hartholz ist

nicht länger eine Alternative für präserviertes Holz, da es oft von tropischen Regenwäldern abstammt. Aufgrund der "grüne-Lunge Funktion", dem Kampf gegen Erosion und für die Erhaltung der Artenvielfalt (Biodiversität), ist es besser, diese Wälder nicht zu fällen.

5 [0006] Seit Langem wurde daher nach Alternativen zu den Präservierungsverfahren gesucht. Ein derartiges Präservierungsverfahren, das nicht diese Nachteile besitzt, ist die thermische Behandlung von Holz. Demzufolge wird das Holz einer Temperatur von 150-270 °C unterworfen. Die physiochemischen Eigenschaften von Holz, wie Maßhaltigkeit und Dauerhaltbarkeit werden stark verbessert. Die Verbesserungen können dem Abbau  
10 von Hemizellulose, Molekülen einer heterogenen Gruppe von Polysacchariden, und der Thermokondensation ihrer Degradationsprodukte mit Lignin zugeschrieben werden. Da das Verfahren der Erwärmung von Holz zur Verbesserung der physiochemischen Eigenschaften schon seit Langem bekannt ist, gibt es eine Anzahl Variationen dieses Verfahrens.

15 [0007] Ein wichtiges Verfahren ist das sogenannte "Shell-Verfahren", wie in EP 623,433 beschrieben. Dieses beruht auf einer anfänglichen Behandlung des Holzes mit einer gepufferten wässrigen Lösung mit einem pH-Wert von 3,5-8 und einer Erwärmung auf etwa 160 bis 240 °C. Dann wird das Holz getrocknet und bei 100 bis 220 °C ausgehärtet. US 5,555,642 beschreibt ein beinahe identisches Verfahren, das auf einer  
20 Erwärmung mittels "ohmscher" Erwärmung, d. h. der direkten Anwendung von elektrischem Strom auf das Holz beruht. US 5,451,361 unterteilt den Erwärmungsschritt in Anwesenheit einer wässrigen Lösung in zwei getrennte Schritte.

[0008] FR-A-2 751 579 legt ein Verfahren zur Präservierung von Holz offen, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Trocknen des Holzes während eines  
25 Trocknungsschrittes, Unterziehen des Holzes einem Modifizierungsschritt bei einer Temperatur von 200-290 °C und Kühlen des Holzes während eines Kühlschrittes. In diesem Verfahren nach dem Stand der Technik findet keine aktive Kühlung statt, sodass das während des Modifizierungsschrittes eingeleitete Modifizierungsverfahren andauern kann, was zu einem unbestimmten Ergebnis führen kann. Die Erfindung ist  
30 dadurch gekennzeichnet, dass der Modifizierungsschritt unter Vakuum stattfindet, dass Heizelemente sich zwischen dem Holz befinden, dass während des Modifizierungsschrittes ein Druck auf das Holz ausgeübt wird, dass während des Kühlschrittes das Holz auf eine Temperatur von 50-120 °C gekühlt wird und dass sowohl

die Erwärmung während des Trocknungs- und Modifizierungsschrittes als auch die Kühlung während des Kühlschrittes durch die Heizelemente erfolgen.

[0009] Schließlich beschreibt WO 94/27102 ein Verfahren, wobei Holz erst bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von 15% getrocknet wird und dann in einer feuchten

5 Umgebung bei einer Temperatur über 150 °C gehalten wird, bis ein Gewichtsverlust von mindestens 3% eingetreten ist. Bei den meisten Verfahren nach dem Stand der Technik wird angegeben, dass eine inerte Atmosphäre wünschenswert ist. Diese verhindert ein Verbrennen des Holzes bei hoher Temperatur. Beispiele, die beschreiben, wie eine solche Atmosphäre erreicht werden kann, schließen einen Betrieb unter Dampf ein. Eine andere  
10 Alternative ist die Verwendung eines inerten Gases wie N<sub>2</sub> oder CO<sub>2</sub>.

[0010] Diese Lösungen zum Erreichen einer inerten Atmosphäre nach dem Stand der Technik sind relativ teuer und zudem technisch komplex. Ein weiterer Nachteil der bekannten Verfahren ist, dass eine relativ große Anlage erforderlich ist, um eine gute Wärmeübertragung zu gewährleisten. Ein weiteres Problem, das bei diesen Verfahren  
15 auftritt, ist, dass das Holz sich verziehen kann.

[0011] Der gegenwärtige Erfinder hat umfangreiche Untersuchungen zu der oben erwähnten Technik ausgeführt und hat schließlich das unten beschriebene Ergebnis erzielt, wobei die Nachteile nach dem Stand der Technik bewältigt werden.

[0012] Gemäß der Erfindung wurde nun ein Verfahren zur Präservierung von Holz  
20 gefunden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Trocknen des Holzes während eines Trocknungsschrittes;
- Unterziehen des Holzes einem Modifizierungsschritt bei einer Temperatur von 200 °C – 290 °C; und
- Kühlen des Holzes während eines Kühlschrittes, wobei  
25 - der Modifizierungsschritt unter Vakuum stattfindet;
- Heizelemente sich zwischen dem Holz befinden;
- während des Modifizierungsschrittes ein Druck auf das Holz ausgeübt wird;
- während des Kühlschrittes das Holz auf eine Temperatur von 50 °C – 120 °C gekühlt wird; und  
30 - sowohl die Erwärmung während der Trocknungs- und Modifizierungsschritte und das Kühlen während des Kühlschrittes durch die Heizelemente erfolgen.

[0013] Dieses neuartige Verfahren hat eine Anzahl Vorteile gegenüber den Verfahren nach dem Stand der Technik. Diese Vorteile sind unter anderem:

- Das Vakuum erlaubt niedrigere Temperaturen für den Trocknungsschritt, was geringeren Energieverbrauch zur Folge hat.
- Betrieb bei höheren Temperaturen erlaubt eine kürzere Trocknungszeit.
- Die Wärmeübertragung bei Kontaktwärme ist besser als bei heißer Luft, wodurch der Energieverbrauch gesenkt wird.
- Für die gleichmäßige Verteilung der Wärme im Ofen sind keine großen Ventilatoren erforderlich, wodurch viel Energie eingespart wird.
- Das sich daraus ergebende Holz ist gerade, was einen geringeren Materialverlust bei der Weiterverarbeitung bedeutet.
- Da der Druck auf das Holz von zwei Seiten aufgebracht wird, bleiben Äste, die bei dem Verfahren nach dem Stand der Technik herausfallen, im Holz, wodurch die Qualität des Holzes erhöht wird.
- Der Ofen benötigt geringere Isolation, da das Vakuum um das Holz herum ein guter Isolator ist.
- Die Dauerhaltbarkeit und die Maßhaltigkeit des sich ergebenden Holzes sind besser.
- Das Verfahren kann sowohl bei großen als auch bei kleinen Holzstücken angewendet werden, da das Holz auf Platinen gestapelt wird und nicht auf Latten wie bei den Verfahren nach dem Stand der Technik.
- Besseres Trocknen ergibt eine Qualitätsverbesserung des Endprodukts.
- Sehr wenig bis zu keinem Stickstoff ist für die inerte Atmosphäre in der Anlage erforderlich.

**[0014]** Wie beschrieben, wird das Verfahren mit Hilfe von Heizelementen durchgeführt, die zwischen dem Holz angeordnet werden können. Ein solches Heizverfahren stellt sicher, dass eine optimale Wärmeübertragung stattfindet, und beschleunigt daher die Verringerung des Feuchtigkeitsgehaltes im Holz während des Trocknungsschrittes und des Modifizierungsschrittes. Es beschleunigt ebenfalls die Erwärmung sowie auch die Kühlung während der anderen Schritte, wodurch die Kosten gesenkt werden.

**[0015]** Der oben beschriebene Modifizierungsschritt und Trocknungsschritt können durch einen allmählichen Anstieg der Temperatur durchgeführt werden. Der Trocknungsschritt geht dann allmählich in den Modifizierungsschritt über. Der Modifizierungsschritt unterscheidet sich vom Trocknungsschritt dadurch, dass das Holz

während des Modifizierungsschrittes faktisch eine strukturelle Veränderung erfährt. Der einzige Zweck des Trocknungsschrittes ist, etwaig vorhandenes Wasser soweit wie möglich zu entfernen.

5     **[0016]**     Bei bestimmten Holzarten und Holzfeuchtigkeitsgraden wird eine schrittweise Ausführung des Verfahrens bevorzugt. Das Holz wird allmählich bis auf die vorgesehene Temperatur erwärmt und wird dann auf dieser Temperatur einige Zeit gehalten, so wie weiter unten mehr detailliert behandelt wird.

10     **[0017]**     Das in der vorliegenden Erfindung beschriebene Verfahren besteht aus einem Modifizierungsschritt, einem Kühlschritt und einem Trocknungsschritt, wovon zumindest der Modifizierungsschritt unter Vakuum durchgeführt wird. Es wurde gefunden, dass für den Modifizierungsschritt (10) die Aufteilung in zwei unterscheidende Schritte (1a) und (1b) vorteilhaft ist, wobei die Temperatur in Schritt (1b) höher ist als in Schritt (1a).

15     **[0018]**     Zusätzlich zum Modifizierungsschritt unter Vakuum, erfolgen die übrigen Schritte vorzugsweise in Abwesenheit von Sauerstoff. Wie oben beschrieben, ist bekannt, dass die Anwesenheit von Sauerstoff zu Endprodukten von geringerer Qualität führt. Um den Sauerstoffgehalt so gering wie möglich zu halten, verwenden Verfahren nach dem Stand der Technik oft ein inertes Gas, wie beispielsweise CO<sub>2</sub> oder NO<sub>2</sub>.

20     **[0019]**     Während des Prozesses wird ein Druck auf das Holz ausgeübt, da hierdurch eine noch bessere Wärmeübertragung stattfindet. Der oben genannte Druck ist vorzugsweise ein variabler Druck, da ein konstanter Druck zu Verformung des Holzes und zu Rissbildung im Holz führen kann. Ein weiterer Vorteil der Verwendung eines variablen Drucks ist der, dass jede Holzart die Wahl eines unterschiedlichen "optimalen" Druckes erfordert. Zur Erfüllung dieser Anforderung wird vorzugsweise ein regelbarer Druck angewendet. Durch die Anwendung von Druck wird auch das Holz in  
25 einwandfreier Form gehalten, was weniger schnell zu Verzug führt.

30     **[0020]**     Nachstehend werden die verschiedenen Schritte des vorliegenden Verfahrens mehr detailliert beschrieben: das Trocknen des Holzes wird bei 30-120 °C, vorzugsweise bei 50-80 °C vorgenommen. Dieser Schritt ist für eine merkliche Verringerung des Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes erforderlich. Das liegt daran, dass die Anwesenheit von Feuchtigkeit im Holz zu Hydrolyse der Zellulose führen kann, wodurch die physiochemischen Eigenschaften des behandelten Holzes verschlechtern. Als Folge des allmählichen Temperaturanstiegs wird das Holz nicht unzulässig schnell erwärmt, da dies zu Rissbildung oder Spaltung des Holzes führen kann. Ein zusätzlicher Vorteil eines

derartigen Trocknungsschrittes ist, dass er leicht kontrolliert und reproduziert werden kann, was der industriemäßigen Anwendbarkeit des Verfahrens zugutekommt.

5 [0021] Die Dauer dieses Schrittes und der Grad bis zu dem Erwärmung erfolgt, hängt von den angewendeten Bedingungen ab, wie Vakuumniveau, Holzart, Dicke des Holzes und Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Dieser Schritt kann daher von 1 bis 240 Stunden dauern. Diejenigen, die auf dem Gebiet bewandert sind, werden in der Lage sein, diese Bedingungen zu optimieren, was auch für die unten beschriebenen Schritte (1a), (1b) und (2) gilt.

10 [0022] Wenn dieser Schritt unter Vakuum durchgeführt wird, was die bevorzugte Methode ist, liegt das Vakuum bei  $\leq 50$  kPa, vorzugsweise  $\leq 30$  kPa.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird das Holz dann, abhängig von der Holzart und dem Feuchtigkeitsgrad, einem ersten Erwärmungsschritt (1a) unterworfen. In diesem Schritt wird jede noch vorhandene Feuchtigkeit entfernt und die Temperatur des Holzes homogenisiert, bevor mit Schritt (1b) fortgefahren wird. In 15 dieser Phase wird die Spannung vom Holz weggenommen, dieser Schritt (1a) wird manchmal mit Erweichungsschritt bezeichnet. Dieser Schritt wird bei 110-180 °C und vorzugsweise bei 150-170 °C durchgeführt.

[0024] Der dritte Verfahrensschritt (Schritt 1b) besteht aus einer weiteren Erwärmung des Holzes auf 200-290 °C und vorzugsweise 225-245 °C. Dies ist der 20 Präservierungsschritt. Da eine längere Bloßstellung des Holzes bei diesen Temperaturen zur Bildung von Nebenprodukten führen kann (aufgrund des säurekatalysierten Zelluloseabbaus), die die Qualität des behandelten Holzes verschlechtern, ist dieser Erwärmungsschritt so kurz wie möglich zu halten.

25 [0025] Der letzte Schritt besteht darin, das Holz auf eine Temperatur von 50-120 °C, vorzugsweise 60-80 °C zu kühlen.

[0026] Der Vakuumdruck während Schritt (1a), (1b) und (2) ist vorzugsweise  $\leq 25$  kPa, mehr bevorzugt  $\leq 10$  kPa. Am Ende des Kühlschrittes (2) kann der Druck wieder ansteigen.

30 [0027] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Umsetzung des Verfahrens zur Präservierung von Holz. Die Vorrichtung umfasst ein Gehäuse, in das das Holz gelegt wird, Heizelemente, die zwischen dem Holz angeordnet sind, und Mittel, durch welche ein variabler Druck auf das Holz aufgebracht werden kann, wobei die Vorrichtung mit Steuermitteln versehen ist, die ausgelegt sind, die

Temperatur stufenweise zu erhöhen und zu senken sowie das Vakuum und den Druck, dem das Holz ausgesetzt ist.

[0028] Vorzugsweise sind die Steuermittel mit den Heizelementen verbunden, auf eine Weise, dass Letztere auf die geeignete Temperatur erwärmt oder gekühlt werden können.

5 Zusätzlich sind die Steuermittel auch mit Mitteln zur Ermittlung der Temperatur des Holzes verbunden. Sorgfältige Steuerung der Erwärmungsrate und der Dauer von jedem Schritt ist somit möglich.

[0029] Die Heizelemente können hohl sein und erlauben somit einem ausgewählten Wärmemedium, zum Beispiel Wasser, Öl, Dampf oder Luft, sie zu durchströmen. Eine

10 Alternative ist die elektrische Erwärmung der Heizelemente. Die hohlen Heizelemente sind vorzugsweise aus Aluminium hergestellt.

[0030] Wie beschrieben, schließt die Vorrichtung auch Mittel zur Ausübung von Druck auf das Holz ein. Die Mittel können hydraulische oder mechanische Mittel sein.

Eine andere Alternative ist die Ausübung von Druck auf das Holz entweder von Hand  
15 oder mittels Luftdruck. Eine Möglichkeit besteht darin, einen Beutel zu verwenden, der mit Luft gefüllt und auf das Holz gelegt werden kann. Druck und Temperatur können abhängig von der Holzart und der Dicke des Holzes angepasst werden. Die Erfindung umfasst auch die Anwendung von impulsartigem Druck, d. h. ein Druck, der abwechselnd für eine längere Zeit hoch ist, wodurch sich eine gute Wärmeübertragung zwischen dem  
20 Holz und dem Heizelement ergibt, und ein Druck, der für eine kurze Zeit niedrig ist und so Rissbildung oder Spaltung des Holzes verhindert.

[0031] Das Gehäuse ist derartig konstruiert, dass es druckdicht verschlossen werden kann. Mittel sind anwesend, die sicherstellen, dass das Gehäuse unter Vakuum gestellt werden kann. Insbesondere wird ein Vakuum mittels einer Vakuumpumpe geschaffen.

25 [0032] Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über ein mögliches Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie oben beschrieben werden die genaue Aufheizzeit und der Temperaturanstieg unter anderem von der Qualität und der Holzart abhängen. Dieses Beispiel sollte daher keineswegs als Einschränkung angesehen werden.

Schritt	Temperatur (°C)	Aufheiz- oder Kühlrate (°C/min)	Aufheiz- oder Kühlzeit (min)	Haltezeit bei der gewählten Temperatur (min)	Gesamt- dauer des Schrittes (min)
Trocknungsschritt	100	3	27	120	147
Erweichungsschritt	160	3	20	160	180
Präservierungsschritt	240	3	27	60	87
Kühlschritt	60	3	60	-	60
Gesamt					474

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Präservierung von Holz, wobei das Verfahren die folgenden Behandlungsschritte umfasst:
  - 5 i. Trocknen des Holzes während eines Trocknungsschrittes;
  - ii. Unterziehen des Holzes einem Modifizierungsschritt, bei dem Holz auf eine Modifizierungstemperatur erwärmt und für eine spezifische Zeit auf dieser Temperatur gehalten wird, wobei der Modifizierungsschritt bei einer Temperatur von 200 °C – 290 °C stattfindet; und
  - 10 iii. Kühlen des Holzes während eines Kühlschrittes,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
    - iv. der Modifizierungsschritt unter Vakuum stattfindet;
    - v. Heizelemente zwischen dem Holz angeordnet sind;
    - vi. während des Modifizierungsschrittes auf das Holz Druck ausgeübt wird;
    - 15 vii. während des Kühlschrittes das Holz auf eine Temperatur von 50 °C – 120 °C gekühlt wird; und
    - viii. sowohl das Heizen während der Trocknungs- und Modifizierungsschritte und das Kühlen während des Kühlschrittes durch die Heizelemente stattfindet.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trocknungsschritt bei einer Temperatur von 30 °C – 120 °C stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trocknungsschritt unter Vakuum stattfindet.
- 25 4. Vorrichtung zur Präservierung von Holz zur Implementierung des Verfahrens, nach einem der Ansprüche 1-3, wobei die Vorrichtung umfasst:
  - ein Gehäuse zur Aufnahme des zu präservierenden Holzes;
  - Heizmittel;
  - 30 - Mittel zur Anwendung eines Vakuums in dem Gehäuse;
  - worin die Heizmittel Heizelemente umfassen, die ausgelegt sind, um zwischen dem zu präservierenden Holz angeordnet zu werden;
  - Druckmittel zur Ausübung eines variablen Drucks auf das Holz;
  - Steuermittel zum Regeln der Heizelemente,

- wobei die Steuermittel zum schrittweisen Erhöhen oder Senken der Temperatur ausgestaltet sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizmittel ausgelegt sind, das Holz auf jede Temperatur zwischen 200 °C und 290 °C zu erwärmen, und dass die Heizelemente durch hohle Elemente gebildet werden.

5

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** Mittel zur Bestimmung der Temperatur des Holzes, die mit den Steuermitteln verbunden sind.