



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 000 806 B3** 2009.04.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 000 806.8**

(22) Anmeldetag: **01.10.2007**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B05D 7/06** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH,
01217 Dresden, DE; Leibniz-Institut für
Polymerforschung Dresden e.V., 01069 Dresden,
DE**

(74) Vertreter:

Patentanwälte Rauschenbach, 01187 Dresden

(72) Erfinder:

**Lehmann, Dieter, Dr., 01640 Coswig, DE;
Gedan-Smolka, Michaela, Dr., 01990
Großkmehlen, DE; Taeger, Antje, Dr., 01069
Dresden, DE; Tuschla, Marcel, 01099 Dresden, DE;
Lilie, Björn, 29379 Wittingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

**EP 13 82 637 A2
Das Papier 12/1996, S. 729-734;**

(54) Bezeichnung: **Beschichtung für Holzmaterialien und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Chemie und betrifft eine Beschichtung für Holzmaterialien, welche als Basis für die nachfolgende Beschichtung mit Pulverlacken dient.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe einer Beschichtung, mit deren Hilfe die Leitfähigkeit der Holzmaterialien herabgesetzt wird.

Gelöst wird die Aufgabe durch eine Beschichtung, bei der auf die äußere und/oder innere Oberfläche eine Beschichtung aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten, welche in Wasser oder einem organischen Lösungsmittel dispergiert sind oder waren, aufgebracht ist.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren, bei dem auf die äußere und/oder innere Oberfläche von Holzmaterialien eine wässrige Lösung aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten aufgebracht wird, wobei mindestens 10 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter Oberfläche des Holzmaterials aufgebracht werden.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Chemie und betrifft eine Beschichtung für Holzmaterialien, welche als Basis für die nachfolgende Beschichtung mit Pulverlacken oder anderen Oberflächenschichten dient und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0002] Holzmaterialien sollen häufig mit Oberflächenschichten versehen werden, um einerseits die Oberfläche zu schützen oder auch um ihre Oberflächeneigenschaften zu verbessern. Um Oberflächenschichten wie z. B. Pulverlackschichten aufbringen zu können, ist es notwendig, dass die Holzmaterialien und/oder die Holzoberflächen im elektrostatischen Sinne leitfähig sind. Beispielsweise ist für elektrostatische Aufbringung von Pulverlacken auf Holzmaterialien mittels elektrostatischer Applikation eine Verringerung des spezifischen Oberflächenwiderstandes von $> 10^{11}$ Ohm bei Normalklima [20°C, 65% relative Luftfeuchte] auf $< 10^9$ Ohm bei Normalklima erforderlich.

[0003] Diese notwendige Mindestleitfähigkeit wird bisher durch einen erhöhten Feuchtegehalt, Vorerwärmung aber vor allem durch den Zusatz von internen Antistatika auf Basis von Ammoniumchlorid oder anderen häufig halogenhaltigen Alkali- bzw. Erdalkalisalzen realisiert [EP 1 382 637 A2]. Es ist bekannt, dass solche niedermolekularen Additive zur Abreicherung aus der Matrix infolge von Migrations- und Auswaschprozessen neigen, was schließlich den allmählichen Verlust der antistatischen Wirkung zur Folge hat.

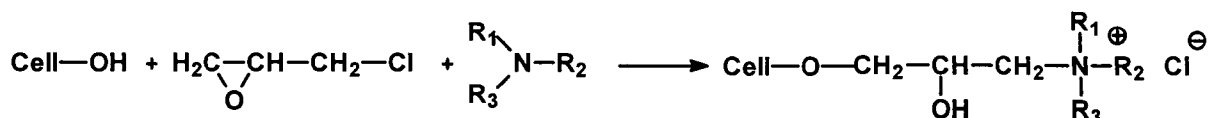
[0004] Des Weiteren sind halogenhaltige Additive entsprechend der „Verordnung über die Entsorgung von Altholz“ vom 15.08.2002 (Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 59, vom 23. August 2003) nur bis zu einem zulässigen Grenzwert (600 mg Chlor je 1 kg Trockenmasse Substrat) einsetzbar.

[0005] Weiterhin ist es bekannt, dass Cellulose kationisiert werden kann. Dabei ist eine direkte Aminierung von Cellulose, z. B. unter Verwendung von Ammoniak, nicht möglich [Th. Lieser; Kurzes Lehrbuch der Cellulosechemie (1953) S. 21]. Jedoch gelingt nach Heinze et al. die Einführung von Aminogruppen jedoch nach Tosylierung der Cellulose [Th. Heinze, H.-P. Rahn; Macromol. Symp., 1997, 129, 103].

[0006] Als natürlich vorkommende Aminocellulose kann Chitosan durch Alkylierung in einem Schritt in kationisierte Cellulose überführt werden. Die Synthese ist einstufig und wenig aufwendig. Der relativ hohe Preis für das Ausgangsprodukt Chitosan steht einer Praxisrelevanz allerdings entgegen.

[0007] Eine weitere Methode zur Herstellung von kationischen Derivaten von Polysacchariden wurde von E. Gruber et al.; Das Papier 12/1996 S. 729 ff bekannt gemacht.

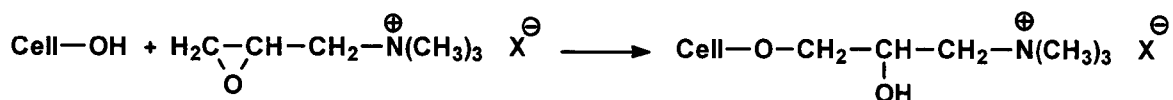
[0008] Unter Verwendung von Epichlorhydrin und tertiären Aminen (A/E-Methode), beides sind Standardchemikalien und damit preisgünstig, gelingt die Kationisierung in einem Schritt entsprechend nachfolgender Gleichung 1.



Gleichung 1: Synthese eines kationischen Polyelektrolyten auf Cellulose-Basis nach der A/E-Methode

[0009] Die Umsetzung kann durch Zusatz von 1.4-Diazabicyclo(2.2.2)octan [DABCO] katalysiert werden.

[0010] Alternativ zur Umsetzung mit Epichlorhydrin und tertiären Aminen können Polysaccharide mit Glycidyltrimethylammoniumchlorid in einem Schritt kationisiert werden, Gleichung 2.



Gleichung 2: Synthese eines kationischen Polyelektrolyten auf Cellulose-Basis durch Umsetzung mit Glycidyltrimethylammoniumchlorid

[0011] Als Katalysator kann 1-Methylimidazol zugesetzt werden.

[0012] Bei den bisher bekannten Verfahren zur Verbesserung der Leitfähigkeit von Holzmaterialien ist nachteilig, dass die halogenhaltigen Additive in ihrer Einsatzmenge begrenzt und die Verbesserung der Leitfähigkeit mit der Zunahme der Migrations- und Auswaschungsprozesse keine Langzeitwirkung aufwies. Darüber hinaus werden die Oberflächeneigenschaften der beschichteten Holzmaterialien bei den bisher bekannten Verfahren nicht verbessert.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe einer Beschichtung für Holzmaterialien, mit deren Hilfe die Leitfähigkeit der Holzmaterialien und die Oberflächeneigenschaften der beschichteten Holzmaterialien verbessert werden, sowie in der Angabe eines Verfahrens zu ihrer Herstellung, welches umweltfreundlicher ist.

[0014] Die Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0015] Bei der erfindungsgemäßen Beschichtung von Holzmaterialien ist die äußere und/oder innere Oberfläche eines Holzmaterials mit einer Beschichtung versehen, die aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten, welche in Wasser oder einem organischen Lösungsmittel dispergiert sind oder waren besteht, wobei eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Beschichtung realisiert ist und wobei mindestens 10 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberfläche des Holzmaterials vorhanden sind.

[0016] Vorteilhafterweise ist die äußere Oberfläche eines Holzmaterials beschichtet.

[0017] Weiterhin vorteilhafterweise sind mindestens 80% der äußeren Oberfläche eines Holzmaterials beschichtet, wobei eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Beschichtung realisiert ist.

[0018] Ebenfalls vorteilhafterweise sind die Oberflächen der zerkleinerten Holzinhaltsstoffe eines Holzmaterials als innere Oberfläche beschichtet.

[0019] Und auch vorteilhafterweise sind die Oberflächen der Holzfasern eines Holzfasermaterials beschichtet.

[0020] Vorteilhaft ist es auch, wenn eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Beschichtung auf der inneren Oberfläche eines Holzmaterials vorliegt, wobei noch vorteilhafterweise mindestens 80% der inneren Oberfläche eines Holzmaterials beschichtet sind, wobei mindestens eine netzartige Verbindung zwischen den Beschichtungsmaterialien in Form eines Perkulationsnetzwerkes vorhanden ist.

[0021] Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn starke Polyelektrolyten vorhanden sind.

[0022] Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn der oder die Polyelektrolyte in Wasser dispergiert sind oder in organischen Lösungsmitteln, die wasserähnliche Eigenschaften aufweisen, noch vorteilhafterweise wenn als organische Lösungsmittel Ethanol oder Methanol vorhanden sind.

[0023] Von Vorteil ist es auch, wenn mindestens 20 g, noch vorteilhafterweise 30 bis 50 g, kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberflächen des Holzmaterials vorhanden sind.

[0024] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Beschichtung für Holzmaterialien wird auf die äußere und/oder innere Oberfläche von Holzmaterialien eine wässrige Lösung aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten oder eine Lösung aus einem organischen Lösungsmittel und aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten aufgebracht, wobei mindestens 10 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberfläche des Holzmaterials aufgebracht werden.

[0025] Vorteilhafterweise werden die äußeren Holzoberflächen beschichtet.

[0026] Ebenfalls vorteilhafterweise werden die Oberfläche von Holzbestandteilen, die zu einem Holzmaterial verarbeitet werden, beschichtet.

- polymergebunden, wodurch im Vergleich zu niedermolekularen quartären Ammoniumverbindungen als bekannten Beschichtungsmitteln eine bessere Anbindung und Einbettung des Beschichtungsmittels an und in die Holzmatrix erreicht wird;
- verträglich mit anderen Komponenten [Faserstoffen, Bindemitteln, Lacksystemen], d. h. keine unerwünschten chemischen Reaktionen wie bspw. Inhibierung oder Deaktivierung des Lackkatalysators bei nachfolgender Lackierung der Holzoberfläche, keine Beschleunigung der Katalyse durch die Beschichtungsmaterialien usw.;
- wasserlöslich, wodurch Ex-Schutz-Forderungen bei der Einarbeitung entfallen;
- halogenfrei realisierbar, und damit umweltfreundlich;
- preiswert.

[0039] Mit der erfindungsgemäßen Lösung wurde die besondere Eignung von Polyelektrolyten als Beschichtung zur Verringerung des spezifischen Oberflächenwiderstandes erkannt.

[0040] Dabei wurde auch festgestellt, dass der Einsatz starker Polyelektrolyte eine weitere Verbesserung der gewünschten Ergebnisse erbringt.

[0041] Als schwache Polyelektrolyten können beispielsweise Polyacrylsäure und Polyethylenimin und als starke Polyelektrolyten Natrium-Polystyrolsulfonat, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, Polyallylaminhydrochlorid genannt werden.

[0042] Dabei zeigt Tabelle 1 die antistatische Wirkung starker (Additive 1–3) und schwacher (Additive 4, 5) Polyelektrolyte in Abhängigkeit von der Konditionierung.

Tabelle 1

Additiv	Polyelektrolyt	R [Ohm] Normalklima	R [Ohm] Trockenklima
1	Natrium-Polystyrolsulfonat	$2,1 \times 10^6$	$\sim 10^7$
2	Polydiallyldimethyl-Ammoniumchlorid	$2,8 \times 10^6$	$\sim 10^7$
3	Polyallylaminhydrochlorid	$5,6 \times 10^6$	$\sim 10^7$
4	Polyacrylsäure	$8,5 \times 10^9$	$\sim 10^{10}$
5	Polyethylenimin	$8,9 \times 10^9$	$\sim 10^{10}$

[0043] Die Polyelektrolyte wurden durch Rakeln auf die äußere Oberfläche einer mitteldichten Faserplatte (MDF-Platte) in einer Menge von jeweils 20 g/m^2 aufgebracht.

[0044] Die erfindungsgemäße Beschichtung führt darüber hinaus weiterhin zu einer Verbesserung der Oberflächeneigenschaften der Holzwerkstoffe.

[0045] Für die erfindungsgemäße Beschichtung wurde ein oder ein Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten eingesetzt. Dabei wurden auch die guten Bindemittelleigenschaften dieser Polysaccharide berücksichtigt, die zu einer sehr guten Verträglichkeit der Beschichtung mit dem zu beschichtenden Holzmaterial führen.

[0046] Diese Polysaccharide bilden die Polymermatrix, an die positiv geladene tertiäre Ammoniumgruppen gebunden vorliegen. Diese polymergebundenen Kationen und die dazugehörigen nicht polymergebundenen niedermolekularen negativen Gegenionen liegen unabhängig vom pH-Wert permanent dissoziiert vor, was zu der antistatischen Wirkung der Beschichtung führt.

[0047] Favorisiert wurde also die Entwicklung quartärer Ammoniumsalze auf Cellulosebasis.

[0048] Weitere Vorteile dieser erfindungsgemäßen Polyelektrolyte sind

- keine ausgeprägte Eigenfärbung,
- Temperaturbeständigkeit bis mindestens 200°C ,
- geringe Kosten.

[0049] Die nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Kationisierung von Cellulosen (siehe Gleichung 1)

chungen 1 und 2) wurde auf Carboxymethylcellulose (CMC) übertragen. Als polymere Matrix ist Carboxymethylcellulose besonderes geeignet, da sie nicht nur preiswert sondern bereits vor der polymeranalogen Umsetzung wasserlöslich ist.

[0050] Zur Optimierung der Synthesen entsprechend Gleichungen 1 und 2 wurden verschiedene Versuchsvarianten untersucht:

- Reaktion nach beiden Verfahren in wässriger Lösung ohne Katalysator
- Reaktion nach beiden Verfahren in wässriger Lösung mit Katalysator, dabei Variation der Katalysatorkonzentration
- Reaktion nach beiden Verfahren in Substanz ohne Katalysator
- Reaktion nach beiden Verfahren in Substanz mit Katalysator

[0051] Die Gesamtkationisierung wurde nach bekannten Verfahren kolorimetrisch bestimmt [E. Gruber, Th. Ott; Das Papier 49 (1995), Nr. 6, 289–296].

[0052] Mit den erfindungsgemäßen Beschichtungen können Holzmaterialien versehen werden, die nachfolgend beispielsweise durch elektrostatische Aufbringung von Pulverlacken weiter beschichtet werden. Durch die antistatische Wirkung der Beschichtung ergibt sich eine gute Haftung der Pulverlackteilchen während der Aufbringung und während des Einbrennens.

[0053] Weiterhin wird durch die Möglichkeit der Erfindung, auch die inneren Oberflächen der Holzmaterialien zu beschichten, die Variation der Anwendung der Beschichtung erweitert. Beispielsweise kann ein Holzmaterial, dessen innere Oberfläche beschichtet ist, nach der Beschichtung noch bearbeitet werden, beispielsweise durch Aus- und Einfräsen von Teilen und Öffnungen. Auch diese nun neuen äußeren Oberflächen weisen die gleiche antistatische Wirkung auf, wie die unbearbeiteten Bereiche. Damit ist eine weitere Beschichtung mit Pulverlacken ohne Probleme möglich.

[0054] Nach Kationisierung der Cellulose oder Cellulosederivate und Überführung in ein halogenfreies Produkt durch Anionenaustausch und Aufbringung der Beschichtung auf ein Holzsubstrat zeigt sich, dass die Beschichtung eine sehr gute antistatische und oberflächenverbessernde Wirksamkeit aufweist. Der Oberflächenwiderstand konnte in die Größenordnung 10^7 Ohm (Konditionierung Normalklima) abgesenkt werden.

[0055] Nachfolgend ist die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Beispiel

[0056] Carboxymethylcellulose (CMC) wird nach aus der Literatur bekanntem Verfahren [Guber et. al.; Das Papier 12/1996 S. 729 ff] kationisiert.

[0057] Der halogenhaltige Polyelektrolyt wird einem Anionenaustausch unterzogen, wobei die Chlorid-Ionen durch Nitrat-Ionen als negativ geladene Gegenionen ersetzt werden.

[0058] Es wird eine 20 Ma.-%-ige Lösung des halogenfreien Produktes in Wasser hergestellt.

[0059] 20 g dieser Lösung werden auf eine mitteldichte Faserplatte (MDF-Platte) einer Größe von 0,2 m² unter Verwendung einer Rakel gleichmäßig aufgetragen. Die beschichtete Platte wird im Normalklima (20°C, 65% relative Luftfeuchte) über 21 Tage konditioniert.

[0060] Danach wird mittels eines Hochohm-Messgerätes der spezifische Oberflächenwiderstand nach DIN EN 61340-2-1 mit $9,5 \times 10^6$ Ohm ermittelt. Die Messung wird nach Konditionierung der beschichteten Platte im Trockenklima wiederholt. Die erhaltenen Werte liegen im Bereich des niedermolekularen Kauropal S, einer zurzeit marktüblichen Verbindung zur antistatischen Ausrüstung von Holzwerkstoffen.

Tab. 2: Oberflächenwiderstand R [Ohm] in Abhängigkeit von der Konditionierung nach Applikation auf die Oberfläche von MDF-Platten

[Additivkonzentration jeweils 20 g pro m² Substratoberfläche]

Additiv	Kationisierte Cellulose		Kauropal S	
	R	R	R	R
Applikation	Normalklima	Trockenklima	Normalklima	Trockenklima
Äußere Oberfläche	$9,5 \times 10^6$	10^7	10^6	10^7

[0061] Die Oberflächeneigenschaften sind durch die erfindungsgemäße Beschichtung im Vergleich zu den marktüblichen Produkten deutlich verbessert (geglättet), was für nachfolgende Beschichtungen z. B. mit Pulverlack von Vorteil ist.

[0062] Es wird eine umweltfreundliche Beschichtung erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Beschichtung für Holzmaterialien, bei dem auf die äußere und/oder innere Oberfläche von Holzmaterialien eine wässrige Lösung oder Dispersion aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten oder eine Lösung oder Dispersion aus einem organischen Lösungsmittel und aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder Cellulosederivaten aufgebracht wird, wobei mindestens 10 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberfläche des Holzmaterials aufgebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die äußeren Holzoberflächen beschichtet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Oberfläche von Holzbestandteilen, die zu einem Holzmaterial verarbeitet werden, beschichtet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem Holzfasern oder Holzspäne beschichtet und nachfolgend zu einem Holzmaterial verpresst oder weiterverarbeitet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine wässrige Lösung mit einer Konzentration an kationisierten Polyelektrolyten oder einem Gemisch davon von mindestens 10–30% eingesetzt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Lösung aus einem organischen Lösungsmittel mit einer Konzentration an kationisierten Polyelektrolyten oder einem Gemisch davon von mindestens 10–30% eingesetzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem starke Polyelektrolyte oder Gemische davon eingesetzt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Beschichtung durch Aufsprühen, Aufgießen, Aufrakeln, Aufpressen, Auftrommeln, Verwirbeln, Tauchen, Mischen auf die äußeren und/oder inneren Oberflächen von Holzmaterialien aufgebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die beschichteten Oberflächen getrocknet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die beschichteten Oberflächen nachfolgend einer weiteren Bearbeitung zugeführt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als organisches Lösungsmittel Ethanol oder Methanol verwendet wird.

12. Beschichtung von Holzmaterialien, hergestellt nach einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die äußere und/oder innere Oberfläche eines Holzmaterials mit einer Beschichtung bestehend aus einem oder einem Gemisch aus kationisierten Polyelektrolyten auf Basis von Cellulose oder

Cellulosederivaten, welche in Wasser oder einem organischen Lösungsmittel gelöst waren oder dispergiert sind oder waren, versehen ist, wobei eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Beschichtung realisiert ist und wobei mindestens 10 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberfläche des Holzmaterials vorhanden sind.

13. Beschichtung nach Anspruch 12, bei der die äußere Oberfläche eines Holzmaterials beschichtet ist.

14. Beschichtung nach Anspruch 13, bei der mindestens 80% der äußeren Oberfläche eines Holzmaterials beschichtet sind, wobei eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Beschichtung realisiert ist.

15. Beschichtung nach Anspruch 12, bei der die Oberflächen der zerkleinerten Holzinhaltsstoffe eines Holzmaterials als innere Oberfläche beschichtet sind.

16. Beschichtung nach Anspruch 12, bei der die Oberflächen der Holzfasern eines Holzfasermaterials beschichtet sind.

17. Beschichtung nach Anspruch 12, bei der eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Beschichtung auf der inneren Oberfläche eines Holzmaterials vorliegt.

18. Beschichtung nach Anspruch 12, bei der mindestens 80% der inneren Oberfläche eines Holzmaterials beschichtet sind, wobei mindestens eine netzartige Verbindung zwischen den Beschichtungsmaterialien vorhanden ist.

19. Beschichtung nach Anspruch 12, bei der mindestens 20 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberflächen des Holzmaterials vorhanden sind.

20. Beschichtung nach Anspruch 19, bei der mindestens 30 bis 50 g kationisierter Polyelektrolytfeststoff pro Quadratmeter beschichtete äußere und/oder innere Oberflächen des Holzmaterials vorhanden sind.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen