

(19)



(11)

EP 3 406 793 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2020 Patentblatt 2020/30

(51) Int Cl.:
D21J 1/00 ^(2006.01) **D21B 1/12** ^(2006.01)
D21J 7/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18173572.1**

(22) Anmeldetag: **22.05.2018**

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON PORÖSEN FORMKÖRPERN

METHOD FOR MANUFACTURING POROUS MOULDS

PROCÉDÉ DE FABRICATION DE PIÈCES MOULÉES POREUSES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **22.05.2017 DE 102017111139**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(73) Patentinhaber: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
80686 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **THOLE, Volker
38102 Braunschweig (DE)**

• **BELDA, Julia
38106 Braunschweig (DE)**
• **BUNZEL, Frauke
38116 Braunschweig (DE)**
• **RITTER, Nina
38104 Braunschweig (DE)**

(74) Vertreter: **Gramm, Lins & Partner
Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB
Theodor-Heuss-Straße 1
38122 Braunschweig (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A2-98/11973 DE-A1-102005 061 222
DE-A1-102010 008 525**

EP 3 406 793 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines autoadhäsiv gebundenen, leichten, porösen, druckfesten Formkörpers auf Basis von zerkleinerten, lignocellulosehaltigen Faserstoffen.

[0002] Als Ausgangsmaterialien eignen sich sowohl Laub- als auch Nadelholz, Durchforstungsholz sowie andere Lignocellulosen wie Hanf, Flachs, Stroh, Palmen, Bambus, Bagasse und Gras. Der Anteil an Lignocellulosen beträgt bis zu 100 Prozent. Die Formkörper können insbesondere in der Bauindustrie, bei der Möbelherstellung, in der Verpackungsindustrie, zur Schalldämmung, zur Wärmedämmung und auch in feuchten Umgebungen eingesetzt werden.

[0003] Es sind verschiedene Verfahren zur Herstellung leichter Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe bekannt. In WO 02/055722 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung fester Produkte aus pflanzlichen Ausgangsmaterialien, sogenannter stärkegebundener leichter Holzwerkstoffplatten, beschrieben. Holz- oder Strohmehl mit einem Partikeldurchmesser von weniger als 0,5 mm wird mit Stärke, insbesondere aus Mais aber auch aus Getreide oder Reis, geeigneten Mikroorganismen, insbesondere Hefepilzen oder Bakterien und Wasser vermischt. Der so erhaltene Teig wird einem Fermentationsprozess unter kontrollierten Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitsverhältnissen unterworfen und wenigstens teilweise getrocknet. Im Anschluss daran können - wenn erforderlich - dem Teig Additive untergemischt werden, beispielsweise zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften oder zur Resistenz gegenüber einem biologischen Abbau. Abschließend wird die Masse in Formen gedrückt und zu einer Art "Holzbrot" gebacken. Der Holzanteil dieser biogenen Leichtprodukte beträgt maximal 78 %. Das getrocknete Material weist Rohdichten von 230 kg/m³ bis 310 kg/m³ auf, die Biegefestigkeit liegt zwischen 0,9 N/mm² und 1,5 N/mm²; die Wärmeleitfähigkeit beträgt ca. 0,08 W/mK.

[0004] Ein ähnliches Verfahren zur Herstellung leichter Produkte aus pflanzlichen Ausgangsmaterialien und dem Zusatz natürlicher Bindemittel ist in der EP 2 615 209 A1 beschrieben. Anstelle von Stärke wird hier ein teilbildungsproteinhaltiges, insbesondere glutenhaltiges, Mehl verwendet. Zur Herstellung dieser Produkte werden Getreidemehl, Holzmehl, Hefe, gequollene bzw. verkleisterte Stärke und Wasser zu einem Teig verrührt, einem Fermentationsprozess unterworfen; abschließend wird dieser Teig ebenfalls in Formen gegeben oder als Platte ausgegossen zu einem holzhaltigen "Brot" gebacken. Der Holzanteil dieser Holz-Getreide-Leichtmaterialien liegt bei maximal 70 %, vorzugsweise bei ca. 50 %; die Rohdichte liegt bei ca. 340 kg/m³.

[0005] Ein Verfahren zur Herstellung von holzbasiereten Isolierplatten mit Rohdichten von 60 kg/m³ bis 80 kg/m³ wurde in den 1940er Jahren in der Kramfors A.B., einer schwedischen Sulfitzellstofffabrik, entwickelt (SE 112 134, SE 116 103, SE 117 003). Das Verfahren wird,

nach den maßgeblichen Entwicklern Aron und Ormell, auch als Ormell-Rosenlund- oder als Kramfors-Verfahren bezeichnet. Die Produktion erfolgte in den 1940er und 1950er Jahren in jeweils einem Werk in Schweden, Finnland und den USA. Jedoch konnten diese sog. Kramforsplatten im Wettbewerb nicht bestehen, die Produktion wurde bereits 1951 eingestellt. Das Ausgangsmaterial für die Herstellung dieser Produkte waren chemisch behandelte Holzbestandteile, die beim Sulfilverfahren zur Herstellung von Holzstoff als Koppelprodukte entstanden. Hierbei handelte es sich insbesondere um weitgehend nicht aufgeschlossenes Ast-Material, welches zunächst gemahlen und dann mit Bindemitteln und schaumbildenden Substanzen versetzt wurde; die exakten Zusätze sind allerdings nicht dokumentiert. Bekannt ist jedoch, dass große Mengen (30:1 bis 4:1) stark ligninsulfonsäurehaltiger Ablauge zugesetzt wurden und diese zum einen als Bindemittel dienten und sie sich zum anderen zu einem feinporigen Schaum aufschlagen ließen. Dieser Prozess ist stark pH-Wert abhängig, daher kam der pH-Wert Kontrolle im gesamten Herstellungsprozess eine besondere Rolle zu, mit steigendem pH-Wert entstand ein höheres Schaumvolumen. In einer modifizierten Version des Verfahrens wurden später zusätzlich geringe Mengen Terpentin zugesetzt, da dies eine bessere Schaumbildung bewirkt. Das Gemisch, bestehend aus gemahlenem Ast-Material, Ablauge, Wasser, ggf. Terpentin und möglicherweise anderen Additiven, wurde in einer Pumpe mit Luft oder Kohlendioxid/-dioxid vermischt. Die gebildete schaumige Masse wurde in Formkästen mit einer siebartigen Bodenplatte und z. T. auch perforierten Seitenwänden gefüllt. Die befüllten Formkästen liefen, langsam entlang einer Transportbrücke, wobei durch Schwerkraftsedimentation die Flüssigkeit abtropfte und eine starke Volumenabnahme eintrat. Am Ende der Transportbrücke wurde der Rahmen entfernt, der zurückbleibende nasse Faserschauwkuchen entweder aus der Form gestürzt bzw. vom Siebboden abgehoben und getrocknet. Nach dem Trocknen wurden die festen, porösen Faserplatten konfektioniert. Anwendung fanden diese porösen Platten fast ausschließlich als Dämmmaterial im Hausbau. Anstelle der Sulfitalblauge kann auch Sulfatablauge verwendet werden (US 2 260 557), dies zeigt, dass der Prozess sowohl im Säuren als auch im Alkalischen realisierbar ist; auch die Verwendung von Tierleim anstelle der Schwarzlauge wurde erwähnt.

[0006] In der DE 195 28 733 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung eines geschäumten Füllmaterials aus Cellulose durch Nassschäumen beschrieben. Als Ausgangsmaterial wird Cellulosematerial wie Faserbrei, Pulpe oder Altpapier eingesetzt. Dieses wird mit einem Masseanteil von 0,1 - % bis 20 % an wasserlöslichem Klebstoff, 0,5 % bis 20 % Masseanteilen an einem chemischem Treibmittel und 10 % bis 30 % Masseanteil Wasser versetzt. Die erhaltene Mischung wird zunächst auf 30°C bis 90°C vorgeheizt, dann in Formen gegeben und anschließend zur Schäumung und Trocknung auf 70 °C bis

150 °C erhitzt. Eine Volumenzunahme von bis zu 500 % des ursprünglichen Volumens des Cellulosematerials wird erzielt. Als Klebstoffe werden Stärke, Natriumcarboxymethylcellulose, Ethylcellulose, Methylcellulose, Natriumalginat, Casein, Gelatine, Polyvinylalkohol, Polyvinylacetat genannt; als organische Schaumbildner werden Azodicarbonamid (ADCA), Azobisformamid (ABFA), Azobisisobutyronitril (AIBN), N,N'-Dinitrosopentamethylantatramin (DPT), p-Toluolsulfonylhydrazid (TSH) und p,p'-Oxybis(denzolsulfonyl)hydrazid (OBSh) und anorganische Schaumbildner werden Ammoniumcarbonat und Natriumhydrogencarbonat allein oder als Mischung verwendet. Das Material ist insbesondere als wärmedämmendes Füllmaterial und als Verpackungsmaterial geeignet.

[0007] Ein Verfahren zur Herstellung von Viskoseschaum ist in US-A-2 077 412 beschrieben. Cellulose Xanthogenat wird mit Wasser versetzt und mehrere Stunden gerührt. Anschließend wird Ammoniumchloridlösung sowie Substanzen, die eine Schaumbildung unterstützen, zugegeben und das Gemisch schaumig geschlagen. Die so erhaltene schaumige Masse wird abschließend durch eine Behandlung mit gasförmiger schwefliger Säure verfestigt. Als geeignete Substanzen, die eine Schaumbildung fördern, sind Fettsäuren, insbesondere Ölsäure, Albumin, Seife, Saponine, Dextrine oder Gummimaterialien genannt. Das Material ist zur Wärme- und Schalldämmung, als Verpackungsmaterial sowie als Filtermaterial geeignet.

[0008] Verfahren zur Herstellung von Papierschaum sind in DE 40 08 862 C1 und DE 34 20 195 C2 beschrieben. Es wird ein Gemisch aus Papierfasern und plastifizierbarer Stärke (DE 40 08 862 C1) bzw. aus Papierfasern, plastifizierbare Stärke und Polyvinylalkohol (DE 34 20 195 C2) mit Hilfe eines Extruders verdichtet und plastifiziert und beim Austritt aus dem Extruder durch Temperatur- und Druckabfall expandiert und dadurch aufgeschäumt. Dieser Papierschaum wird insbesondere als Verpackungsmaterial in Form von Flips eingesetzt.

[0009] Verfahren zur Herstellung von Faserplatten ohne den Zusatz eines Bindemittels wurden zum einen in den 1920er in den USA (Masonite-Verfahren, von W. H. Mason) und zum anderen in den 1930er Jahren von der Dynamit Nobel AG in Troisdorf entwickelt. Das amerikanische Produkt ging unter dem Namen Masonit 1929 in die Massenproduktion; im Jahre 1948 wurde in Deutschland ein vergleichbares Produkt aus Spänen unter dem Namen TRONAL auf den Markt gebracht. H. Sächting beschreibt in >>Einige neue Verfahren zur Erzeugung von Bauplatten aus geringwertigen Holzrohstoffen<< in Holzforschung, Heft 1, S. 21 von 1948, dass die wissenschaftliche Grundlage dieses Verfahrens auf W. Klauitz zurückgeht. Dieser konnte zeigen, dass die Festigkeit von Faserformkörpern weniger von der Faserlänge, als vielmehr von den Berührungsflächen der sich kreuzenden Fasern abhängt. Als Rohstoff für die Mahlholtzherstellung und somit für die TRONAL Platte diente Nadelholz; Laubholz wurde nicht verwendet, da keine Fasern

entstehen, sondern lediglich ein mehrlartiger Stoff, der keine verklebende und verkittende Wirkung ausübt, entsteht. Die Stoffaufbereitung erfolgte in zwei Schritten: zunächst wurde das Material in Schlagkreuzmühlen mit Basaltgarnierung oder in Defibratoren auf einen SR-Wert von 20 bis 22 vorgemahlen, anschließend wurden diese Fasern in Holländern mit Basaltgarnierung fertiggemahlen, um den gewünschten SR-Wert - typischerweise zwischen 55 und 80 - zu erreichen. Die aufbereiteten Fasern wurden in Wasser suspendiert und in Gießmaschinen gefüllt. In Formkästen mit Siebboden wurde das überschüssige Wasser ausgepresst und ein Faserkuchen mit einem Feststoffanteil von ca. 20% erhalten. Dieser wurde in Etagen-Warmlufttrocknern bei max. 120 °C getrocknet oder mittels Heißpressen auf hohe Rohdichten verdichtet und ausgehärtet. Nach diesem Verfahren wurden Faserplatten in einem Rohdichtebereich von 150 kg/m³ bis 1400 kg/m³ hergestellt. Regulierende Faktoren waren der Aufschluss des Fasermaterials sowie der Druck. Die leichten TRONAL-Platten (Typ L) wurden nicht verpresst, auf diese Weise konnten abhängig vom Mahlgrad Faserplatten mit Rohdichten im Bereich von 150 kg/m³ bis 400 kg/m³ erzielt werden. Die Biegefestigkeiten lagen zwischen 3 N/mm² und 6 N/mm².

[0010] Leichte Werkstoffe finden sich in den vielfältigsten Bereichen, beispielsweise im Bauwesen, in der Fahrzeugtechnik und bei Verpackungen. Neben der Gewichtsersparnis stehen häufig die wärme- und schalldämmenden Eigenschaften im Vordergrund, die aus der hohen Porosität der Werkstoffe resultieren. Der Großteil der hergestellten Leichtmaterialien sind Schaumstoffe, die aus petrochemischen Grundstoffen erzeugt werden. Ein weit geringerer Anteil wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt; hierzu zählen unter anderem hochporöse Matten, Vliese und Gelege aus Naturfaserstoffen. Produkte dieser Art finden sich als Wärmedämmung im Bauwesen ebenso wie bei Fahrzeugen zur Schallabsorption. Vliese und Gelege aus Naturfaserstoffen haben den Nachteil, wenig druckfest zu sein. Ferner lassen sich, anders als bei synthetischen Schäumen, keine geschlossenporigen Strukturen erzeugen.

[0011] Die bekannten Schaummaterialien mit Holz- oder Papierfasern erforderten bei der Herstellung immer Bindestoffe zur Stabilisierung und Rohstoffe, die in einem sauren bzw. in einem alkalischen Milieu gewonnen wurden. Auch müssen - insbesondere beim Papier - die Faserstoffe zeitaufwendig über mehrere Stunden gemahlen werden, um die verarbeitungsgerechte Konsistenz zu erhalten. Hierdurch werden die Verfahren stark abhängig von der jeweiligen Rohstoffbeschaffenheit und teuer durch die lange Prozessdauer und die Bindestoffe. Ferner sind Schäumungsmittel erforderlich, die das Produkt beträchtlich verteuern und, wie Bindemittel auch, immer eine mögliche Quelle von unerwünschten oder sogar toxischen Emissionen sind. Die Rohdichte konnte darüber hinaus nicht bei allen Verfahren gezielt eingestellt werden, was sich insbesondere negativ auf die Anwendungsmöglichkeiten auswirkt.

[0012] Die WO 98/11973 A2 betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus zellulosehaltigen Rohstoffen, die mit Wasser versetzt und durch Anhalten des Mahlen in einem Refiner oder einer anderen Fasermühle oder Defibrillierungsgerät extrem zerkleinert. Der so gewonnene und gegebenenfalls vorentwässerte Mikrofaserbrei wird geformt und durch Feuchtigkeitssentzug zu einem Werkstück getrocknet, wobei diese Zerkleinerung und Erhöhung von innerer Faseroberfläche und Vernetzungsgrad dergestalt ist, dass der Formlink ohne Zugabe von Bindemitteln oder Anwendung von äußerem Drücken durch Austrocknung zu einem Werkstück aushärten kann.

[0013] Die DE 10 2005 061 222 A1 betrifft unter anderem ein Verfahren zur Herstellung einer Faser ohne Härter, wobei aus der Faser ein Formkörper hergestellt wird. Zum Herstellen der Faser werden pflanzliche Ausgangsmaterialien in Gegenwart von Novolak aufgeschlossen, wobei vor oder während des Aufschlussprozesses Härter-freier Novolak zugegeben wird. Es können weitere Adjektive zugegeben werden.

[0014] Die DE 10 2010 008 525 A1 beschreibt unter anderem ein Verfahren zur Herstellung bindemittelfreier Dämpfstoffe, bei denen keine synthetischen oder naturnahe Bindemittel eingesetzt werden und/oder das der Anteil dieser Bindemittel am fertigen Dämpfstoff weniger als ein Gewichtsprozent beträgt. Holzfasern mit einer mittleren Länge zwischen 1 Millimeter und 20 Millimetern mit einer Dicke zwischen 0,1 Millimeter und 1 Millimeter werden beispielsweise durch Aufschluss bei mehreren Bar Überdruck aus einem geeigneten Holz gewonnen. Die Fasern werden aufgeschlämmt einer Inkubation zugeführt und nach der Zugabe von Zusatzstoffen zur Vliesbildung in eine Gießform überführt, wo die Fasern aufgefangen und durch ein Sieb durch Sogwirkung entwässert werden. Anschließend wird das Faservlies entnommen, gepresst und einer Mikrowellentrocknung zugeführt.

[0015] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren anzugeben, welches diese Nachteile nicht zeigt und zudem die Herstellung eines preiswerten, porösen, druckfesten Materials aus nachwachsenden Rohstoffen ohne chemische Behandlung und nachfolgender Stofftrennung bzw. eine chemisch induzierte Depolymerisation der Rohstoffe erlaubt. Die Formkörper sollen vollständig oder zumindest überwiegend aus Pflanzenstoffen bestehen. Darüber hinaus soll durch das Verfahren eine gezielte Einstellung der Rohdichte über den Herstellungsprozess möglich sein.

[0016] Weiterhin sollten die Materialien aufgrund ihrer Inhaltsstoffe einfach recycelbar sein und bei der Verbrennung dem Emissionspotential einer vergleichbaren Menge Holz entsprechen.

[0017] In überraschender Weise hat sich ergeben, dass zur Stabilisierung eines Formkörpers aus lignocellulosehaltigen Fasern keine chemisch induzierten Aufschlüsse und keine zusätzlichen synthetischen Bindestoffe erforderlich sind, da bei einer mechanischen

Desintegration bei einer Temperatur zwischen 120° und 180°C Bindestoffe aus den Pflanzenteilen freigelegt werden. Somit kann ohne synthetische Bindemittel ein druckfester, poröser Formkörper erzeugt werden, dessen mechanische Eigenschaften sich in einem großen Umfang durch die verwendeten Faserstoffe, die Faserlänge, dem Aufschäumgrad der Fasersuspension und der Trocknungsart einstellen lassen.

[0018] Bei den Rohstoffen handelt es sich um alle Arten von Lignocellulosen. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sind alle Holzarten, einschließlich Rinde oder Wurzelmaterial, Sägenebenprodukte und Durchforstungsholz aber auch Altholz, verschiedene Einjahrespflanzen ohne chemische Vorbehandlung, aber auch modifizierte lignocellulosehaltige Rohstoffe geeignet. Überraschend hat sich gezeigt, dass insbesondere Laubhölzer äußerst geeignete Rohstoffe darstellen.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines porösen Formkörpers sieht vor, dass vorzerkleinerte, lignocellulosehaltige Faserstoffe bei Temperaturen zwischen 120°C und 180°C und bei einem Druck von 2 bis 8 bar, ggf. zusammen mit Wasser, zu einer Fasersuspension verarbeitet, insbesondere desintegriert werden und dass diese chemisch und/oder physikalisch geschäumt und ohne Zusatz eines synthetischen Bindemittels anschließend in eine Form gefüllt oder auf einen Träger aufgebracht und getrocknet wird, wobei die Fasersuspension zwischen 5%-50% an Fasern mit einer Faserlänge zwischen 1000 µm und 2500 µm aufweist. Dabei wird eine poröse Struktur erhalten, also eine offenporige und durchlässige Struktur, wodurch sich eine leichte Bauweise mit hohen Dämpfungs- und Dämmungseigenschaften verwirklichen lässt. Zudem ist es mit dem Verfahren möglich, einen gleichzeitig druckfesten Formkörper zu erhalten, der nach DIN EN 826 Druckfestigkeiten zwischen 20kPa und 600 kPa bei 10% Stauchung aufweist. Dadurch ist es möglich, leichte, stabile, durchlässige und in der Formgebung freie Formkörper herzustellen, die vielfältig einsetzbar sind.

[0020] Die Temperatur kann während des Mahlvorganges stufenweise, also in Intervallen, erhöht werden, die Temperaturerhöhung kann dabei in gleichmäßig abstandeten Schritten erfolgen.

[0021] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass bis zu 70 % der gesamten Desintegration bei der Zieltemperatur erfolgt, so dass die Desintegration bei der vorgesehenen Maximaltemperatur durchgeführt wird, um die in den lignocellulosehaltigen Faserstoffen enthaltenen Bindestoffe freizusetzen.

[0022] Bei der Herstellung der zerkleinerten Faserstoffe kann eine weitere Zerkleinerung der Fasern in einem thermomechanischen Prozess (TMP), bevorzugt in einem atmosphärischen Refiner ohne Überdruck und bei Raumtemperatur auf eine gewünschte Faserlänge zwischen 200 bis 800 µm erfolgen. Die Einstellung der erzielten Faserlänge erfolgt dabei durch die Verwendung unterschiedlicher Mahlscheibengeometrien, durch Verstellung des Mahlplattenabstandes sowie der Einstellung

der Mahlzyklenzahl, die zwischen 1 und 10 betragen kann. Um die Dichte der fertigen Formkörpers einzustellen, werden bevorzugt unterschiedliche Suspensionen gemischt oder eine Fasersuspension mit Chargen von Faserstoffen unterschiedlicher Faserlänge hergestellt, die anschließend in eine Form gegossen oder auf einen Träger aufgebracht wird.

[0023] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass aus der wässrigen Fasersuspension vor dem Einbringen in die Form oder dem Aufbringen auf einen Träger eine hochviskose Suspension mit einem Feststoff-Wasser-Verhältnis von 1:2 bis 1:20, vorzugsweise von 1:5 bis 1:10, hergestellt wird. Die Entwässerung kann durch Dekanter oder eine andere mechanische Entwässerung erfolgen, um bei der Trocknung weniger thermische Energie aufwenden zu müssen.

[0024] Als Träger können ein Siebband, ein Vliesband oder ein Förderband eingesetzt werden, um eine kontinuierliche Herstellung zu ermöglichen. Die Bänder können seitlich begrenzt und wasserdurchlässig sein, um eine mechanische Vorentwässerung zu ermöglichen. Als Form können eine dreidimensional ausgebildete, einteilige oder mehrteilige Form mit geschlossenen oder perforierten Wandungen verwendet werden, um komplexere Formgebungen zu ermöglichen. Die Form ist bevorzugt mit einer Antihafbeschichtung versehen, beispielsweise aus PTFE, oder besteht aus einem nichthaftenden Material, um das Entformen zu erleichtern.

[0025] Die hochviskose Suspension kann unter Druck in die Form eingetragen werden, um eine gleichmäßige Füllung der Form und eine Variation der Dichte der Befüllung und des fertigen Produktes zu erreichen.

[0026] Die hochviskose Suspension kann vor der thermischen Trocknung mittels Vakuum oder durch mechanischen Druck vorentwässert werden, um den thermischen Energieaufwand zu reduzieren. Die thermische Trocknung kann durch einen konvektiven und/oder konduktiven Wärmestrom und/oder durch Wärmestrahlung und/oder durch elektromagnetische Strahlung erfolgen, wobei die Trocknung bevorzugt in einem Trockner bei Temperaturen von zunächst zwischen 110°C und 140°C durchgeführt wird. Die in die Form eingebrachte oder dem Träger aufgebrachte Suspension wird bevorzugt zwischen 0,5 und 2 Stunden bei den hohen Temperaturen getrocknet, um die autoadhäsiven Bindungen zu aktivieren, anschließend wird die Trocknungstemperatur auf unter 80°, vorzugsweise auf 70°C abgesenkt, um die restliche Feuchtigkeit zu entfernen. Die Resttrockenzeit ist dabei insbesondere von der Trocknungsart abhängig und kann in einem Trockenschrank zwischen 5 und 12 Stunden und bei einer Trocknung mit elektromagnetischer Strahlung zwischen 10 und 30 min betragen.

[0027] Der hochviskosen Suspension können Additive in Form von Treibmitteln, insbesondere Gasbildner (CO₂-Abspalter), N₂O, Propan, n-Butan oder Pentan oder sich vollständig zersetzenden Treibmitteln, insbesondere Wasserstoffperoxid, vor dem Einbringen in die Form oder dem Aufbringen auf einen Träger zugegeben

werden. Zusätzlich oder alternativ können in die hochviskose Suspension vor dem Einbringen in die Form oder dem Aufbringen auf einen Träger durch mechanische, pneumatische und/oder thermische Vorgänge Gase zur Schaumbildung eingetragen werden.

[0028] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass nach oder während der Herstellung der hochviskosen Suspension Prozessadditive, produktverbessernde Additive oder Additive zur Einstellung gewünschter Produkteigenschaften zugegeben werden, beispielsweise Wasserstoffperoxid alleine zur Einstellung der Porosität. Darüber hinaus können mit Wasserstoffperoxid und hohen Temperaturen Holzinhaltsstoffe wie Lignin, Hemicellulose und Cellulose chemisch so verändert werden, dass diese Bestandteile miteinander reagieren und so eine Bindung zwischen den Fasern aufbauen. Diese Bindung ist wasserbeständig und somit zerfällt der Schaum im Wasser nicht, wodurch sich eine stabile, geschäumte Suspension herstellen lässt, die auch in der Form und auf dem Träger während des Trockenvorganges stabil bleibt, so dass ein druckfester, poröser Formkörper nach dem Trocknen erhalten werden kann.

[0029] Auch ist es möglich und liegt im Rahmen der Erfindung, dass der hochviskosen Suspension Additive in Form von Hydrophobierungsmitteln, insbesondere synthetische oder natürliche Öle, Paraffine, Wachse oder siliciumorganische Verbindungen und/oder Additive in Form von Flamm- und/oder Glimmschutzmitteln und/oder Pilzschutzmittel, insbesondere ein Gemisch aus Soda und Molke zugegeben werden. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass organische Treibmittel in Form von Azobisisobutyronitril, Azodicarbonamid, insbesondere aktiviertes Azodicarbonamid, Dinitropentamethylentetramin, Hydrazodicarbonamid, Oxibis-sulfohydrazid, Oxybisbenzolsulfohydrazid, 5-Phenyltetrazol, Para-Toluolsulfonylsemicarbazid, Toluol-/Benzol-Sulfohydrazid und deren Salze, insbesondere Alkali- und Erdalkalimetallsalze der hochviskosen Suspension beigegeben werden.

[0030] Als anorganische Treibmittel können Ammoniumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat, vorzugsweise im Gemisch mit Kaliumhydrogencarbonat und einem Säureträger, insbesondere Dinatriumdihydrogen-diphosphat, Calciumdihydrogenphosphat oder Calciumcitrat, sowie Aluminiumpulver sowohl im sauren als auch im basischen Milieu der hochviskosen Suspension beigegeben werden.

[0031] Die organischen oder anorganischen Treibmittel können entweder alleine oder als Mischungen aus mindestens Zweien davon in Anteilen von 0,25 % Massenanteilen bis 20 % Massenanteilen bezogen auf die Trockenmasse verwendet werden.

[0032] Zur Verbesserung der Eigenschaften des fertigen Produktes können Sulfit- oder Sulfat-Zellstoffablauge sowie Terpentinöl, Geliermittel, Alginate, Mehl oder Stärke aus Getreide, Kartoffeln, Mais, Erbsen oder Reis und/oder Vernetzer, insbesondere auf Basis von Methylcellulose oder Glutin der hochviskosen Suspension bei-

gegeben werden.

[0033] Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass Alaune zur Regulierung des pH-Wertes zugegeben werden, bevorzugt in geringen Mengen, um das Eigenschaftsspektrum der Formkörper zu erweitern.

[0034] Die Additive können entweder alleine oder als Mischungen aus mindestens Zweien davon verwendet werden, insbesondere in Mengen von 0,2 Massen-% bis 35 Massen-%, vorzugsweise in Mengen von 3 Massen-% bis 15 Massen-% bezogen auf die Trockenmasse.

[0035] Eine wichtige Komponente für die Herstellung von Lignocelluloseschaum stellt der Faseraufschluss dar. Der eigentliche Prozess des Aufschäumens erfolgt entweder durch Zugabe eines Treibmittels oder durch kräftiges Rühren bis zu einer schaumigen Konsistenz. Abschließend härtet der Schaum bei thermischem Wasserentzug aus.

[0036] Das erfindungsgemäße Verfahren ist zudem dadurch gekennzeichnet, dass native, unbehandelte Rohstoffe verwendet werden, die zumeist mindestens zwei desintegrierende Mahlprozesse nacheinander durchlaufen, um eine hochviskose Fasermasse zu erzeugen. Zunächst werden die Rohstoffe in einem ersten Prozessschritt zu TMP, CTMP, Holz- oder Druckschliff vorzerkleinert. Anschließend wird die, bevorzugt noch nasse, Fasermasse einem intensiven Mahlprozess unterworfen. Bei dieser Hochviskositätsmahlung werden Polyosen und akzessorische Inhaltsstoffe freigelegt, ohne dass die Cellulose chemisch abgebaut wird. Die intensive Mahlung bewirkt zudem eine Kürzung und Fibrillierung der Cellulosefasern. Die erzielten Faserlängen liegen - je nach Mahlgrad und Art des lignocellulosehaltigen Rohstoffes - zwischen 200 µm und 2500 µm. Durch das Quetschen und Reiben der Fasern wird die Primärwand z. T. zerstört, gefolgt von einer Fibrillierung der Sekundärwand und es entsteht ein Schleimstoff. Dieser besteht aus fransenartig an den Fasern hängenden Fibrillen, die sich aus der Sekundärwand gelöst haben. Gleichzeitig führt die Fibrillierung zu einer starken Vergrößerung der Partikeloberfläche. Diese Schleimstoffe und die vergrößerte Partikeloberfläche, ebenso wie die freigelegten Inhaltsstoffe, führen erfindungsgemäß zu einer guten Gashaltbarkeit während der Herstellung, ferner tragen sie maßgeblich für den Zusammenhalt des finalen festen Schaums bei. Der Zusammenhalt wird somit aufgrund der während des Herstellungsprozesses aktivierten, holzeigenen Bindekräfte erzielt. Um die erforderliche hochviskose Konsistenz zu erreichen, wird zumindest eine Art der o. g. Lignocellulosen, vorzugsweise Holz, mittels eines Refiners, einer Zahnkollidmühle, einer Korundscheibenmühle oder dergleichen zu Faserstoffen vorzerkleinert und nachfolgend mittels Anlagen gleicher oder ähnlicher Art einer Hochviskositätsmahlung unterzogen, wobei die Rohstoffpflanzen der Lignocellulosen vorzugsweise gequetscht und zerrissen und nicht geschnitten werden, wodurch die hochviskose Konsistenz erzielt wird,

- hierbei beträgt das Gewichtsverhältnis von Lignocellulosen zu Wasser während der Mahlung, z.B. im Kollergang, 1:2 bis 1:20, vorzugsweise 1:5 bis 1:12,
- die gewünschte, durch Freilegung der Pflanzeninhaltsstoffe und der Polyosen unterstützte, hochviskose Konsistenz lässt sich besonders einfach erreichen, wenn eine gezielte Temperaturerhöhung intervallartig erfolgt,
- der pH-Wert liegt zwischen 4 und 10, vorzugsweise zwischen 5 und 8,
- und der Mahlprozess findet bei Normal oder Überdruck bis zu 8 bar statt. Dabei können Schliffprozesse durchgeführt werden.

[0037] Der gemahlene Pflanzenstoff wird mittels eines Siebes vom überschüssigen Wasser getrennt, um die als hochviskose Suspension bezeichnete Masse zu erhalten. Die Pflanzenmasse hochviskoser Konsistenz lässt sich entsprechend der folgenden Ausführungsbeispiele zu dem gewünschten porösen Formkörper ausbilden. Anschließend wird die präparierte hochviskose Suspension in Formen, die vorzugsweise aus Lochblechen oder Sieben am Boden und den Seiten bestehen oder Lochbleche und/oder Siebe aufweisen, gegossen und abschließend unter thermischem Wasserentzug, beispielsweise durch Mikrowellentrocknung, im Dampfautoklaven oder in einem Trockenschrank getrocknet.

[0038] Wesentlich für den erfolgreichen Erhalt des neuen Produktes ist die Verwendung einer schaumartigen Suspension aus lignocellulosehaltigen Fasern. Diese sind für eine gewisse Gashaltbarkeit und für den guten Zusammenhalt des fertigen Produktes erforderlich, ein synthetisches Bindemittel ist nicht erforderlich. Je höher der Desintegrationsgrad der Faserstoffe, desto besser der Zusammenhalt. Durch gezielte Variation des mechanischen Desintegrationsgrades der Lignocellulosen, des Wassergehaltes sowie der Art der Erzeugung der porösen Struktur, z.B. durch chemisches oder physikalisches Schäumen oder eine Kombination beider Verfahren, ggf. mit oder ohne Additive, kann die Dichte und die Eigenschaften des Lignocelluloseschaums gezielt gesteuert werden. Die Kombination mit Wasserstoffperoxid als Treibmittel ist besonders gut geeignet.

[0039] Das Produkt ist ein fester, formstabiler Schaum, der geruchsneutral ist und wie andere Holzwerkstoffe bearbeitet werden kann. Dieses neue Leichtmaterial ist als Leichtbauplatte, für Dämmzwecke, als Verpackungsmaterial, Akustikelement, Spielzeug sowie für unterschiedlichste Formkörper mit zellulärer Struktur geeignet. Es eignet sich als leichte Mittellage in Sandwichkonstruktionen, da es beidseitig furniert werden kann. Die porige Struktur ermöglicht eine wesentliche Reduktion der Wärmeleitfähigkeit und des Schalldurchgangs. Während des Herstellungsprozesses können einfach Zusatzstoffe eingearbeitet werden, beispielsweise Hydrophobierungsmittel, wie z.B. synthetische oder natürliche Öle, Paraffine, Wachse, siliciumorganische Verbindungen, Flamm-/Glimmschutzmittel und/oder Pilzschutzmittel,

z.B. synthetische oder Natürliche wie ein Gemisch aus Soda und Molke. Aufgrund der fließfähigen Konsistenz können beliebige 3D (dreidimensionale)-Strukturen produziert werden. Ohne den gezielten Zusatz von Pilzschutzmitteln, sind die Schäume bei längerer Lagerung in einem feuchten Milieu, z. B. im Erdreich, in akzeptabler Zeit verrottbar. Zur Verbesserung der Haltbarkeit des fertigen Formkörpers bei einem Außeneinsatz können die Faserstoffe vor dem Zerkleinern acetyliert werden, so dass die Wasseraufnahmefähigkeit der Faserstoffe verringert wird. Aufgrund der Porosität bleibt dabei der Formkörper selbst wasseraufnahmefähig.

[0040] Eine Anpassung an die gewünschte Druckfestigkeit kann durch eine Mischung unterschiedlicher Faserlängen erzielt werden. Das Spektrum der Faserlängen beträgt zwischen 200 µm und 2500 µm, wobei eine Erhöhung der Druckfestigkeit durch eine Zugabe von längeren Fasern zu der Fasersuspension mit einem Anteil zwischen 5%-50% an Fasern mit einer Faserlänge zwischen 1000 µm und 2500 µm. Weiterhin kann die Druckfestigkeit durch die Holzart und oder die Zugabe natürlicher Binder wie Stärke, Ligninsulfonat, Proteine, beispielsweise in einem Anteil von 2 bis 20% erhöht werden. Gleiches gilt für die Zugabe von insbesondere 2%-20% Klebstoffe als wässrige Dispersion auf Basis von PMDI, Polyurethan und/oder Polyvinylacetat.

[0041] Der erhaltene Formkörper ist aufgrund der wasserfesten Bindung zum Einsatz in feuchten Umgebungen geeignet. Er verfügt über eine geringe Dickenquellung und wird nach der Trocknung wieder stabil. Über die verwendeten Faserlängen, insbesondere die Mischung von Gruppen unterschiedlicher Faserlängen, und die verwendeten Holzfasern lassen sich die Dichten und Festigkeiten des Endproduktes einstellen. Eine Ausrichtung der Fasern ist hierfür nicht notwendig, vielmehr liegen die Fasern ungerichtet in dem Formkörper vor.

[0042] Eine Einstellung der Dichte des Formkörpers kann z.B. durch die Veränderung der Menge an langen Fasern erfolgen. So erniedrigt sich bei einer Zugabe von längeren Fasern (1000 µm - 2500 µm) die Dichte des Formkörpers, ebenso wie Verwendung eine höheren Menge an Emulgatoren wie Tenside oder Proteine, die eine höhere Menge an eingeschlossenem Gas und dadurch Erniedrigung der Dichte bewirken. Bei eine Vergrößerung der verwendeten Menge an Wasserstoffperoxid erniedrigt die Dichte, da sich die Gasmenge erhöht. Die Wasseraufnahmefähigkeit des Formkörpers ist von der verwendeten Holzart abhängig, wobei Nadelhölzer eine geringere Wasseraufnahmekapazität als Laubhölzer haben. Je größer die eingestellte Porosität, also das Verhältnis von Hohlraumvolumen zu dem Gesamtvolumen des Formkörpers ist, desto mehr Wasser kann von dem Formkörper aufgenommen werden, wobei das Wasser in den Hohlräumen in dem Formkörper gehalten wird. Über hydrophobe Additive wie Wachse oder Silane lassen sich Holzfasern, die grundsätzlich zur Wasseraufnahme neigen, imprägnieren. Eine Faservorbehandlung wie Acetylierung verringert ebenfalls die Wasseraufnah-

mefähigkeit.

[0043] Die Fähigkeit des Formkörpers zur Schallabsorption wird über die Dichte und die Porosität eingestellt, je größer die Porosität und damit je geringer die Dichte, desto höher ist die Schallabsorption des jeweiligen Formkörpers.

[0044] Im Refinerprozess können die Fasereigenschaften beeinflusst werden, beispielsweise durch die bereits beschriebene Hydrophobierung durch Acetylierung und/oder die Zugabe von Wachsen und/oder Melamin in einer Menge von 1%-15%. Sofern eine Hydrophilierung der Fasern gewünscht ist, kann diese durch hohe Temperatur von 160°C -180°C verbessert werden. Über eine Anlagerung von Acrylaten, Harnstoff, Melamin, Glyoxal und/oder Gloxylsäure (2%-20%) in dem Refinerprozess kann die Anbindung der Fasern aneinander gestärkt werden.

[0045] Eine verbesserte Elastizität der Formkörper kann die Zugabe von Kautschuk (10% -60%) oder durch die Zugabe von Polyurethan (10%-60%) bereitgestellt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung weiter anhand von Beispielen erläutert.

Beispiel 1:

[0046] Mit einem Feststoffgehalt von 7 % wird eine Suspension aus Buchenfasern (TMP) bzw. Kiefernfasern und Wasser in einem atmosphärischen Refiner bei Raumtemperatur weiter zerfasert. Anschließend wird die hochviskose Holzfasersuspension über ein Sieb von überschüssigem Wasser befreit und ein Feststoffgehalt von 10 % bis 15 % eingestellt. 1000 g hochviskose Suspension wird mit anteilig 5 % bis 35 % Wasserstoffperoxid (35% ig in Wasser) bis zu vier Minuten in einem Intensivmischer bei Raumtemperatur gerührt. Die homogene, fließfähige Masse wird in eine allseitig perforierte Form eingefüllt und bei 130°C für 6 bis 20 Stunden in einem Ofen getrocknet. Die entstandenen Lignocelluloseschäume weisen Rohdichten zwischen 50 kg/m³ von 250 kg/m³ und rohddichteabhängig Druckfestigkeiten von 20 kPa bis zu 350 kPa bei 10 % Stauchung auf.

Beispiel 2:

[0047] 1000 g hochviskose Suspension (Buchenfasern bzw. Kiefernfasern) mit einem Feststoffgehalt von 10 % bis 15 % werden anteilig mit 7 % bis 20 % Protein versetzt und zunächst zu einer homogenen Masse verrührt (Vgl. Beispiel 1). Anschließend werden anteilig 5 % bis 35 % Wasserstoffperoxid (35% ig in Wasser) gleichmäßig nach und nach unter Rühren zugegeben. Die homogene, schaumige Masse wird in eine allseitig perforierte Form eingefüllt und bei 130°C für 6 bis 20 Stunden in einem Ofen getrocknet. Die entstandenen Lignocelluloseschäume weisen Rohdichten zwischen 50 kg/m³ von 250 kg/m³ und rohddichteabhängig Druckfestigkeiten von 20 kPa bis zu 600 kPa bei 10 % Stauchung auf.

Beispiel 3:

[0048] 1000 g hochviskose Suspension (Buchenfasern bzw. Kiefernfasern) mit einem Feststoffgehalt von 10 % bis 15 % werden anteilig mit 0,5 % bis 5 % Ligninsulfonatlösung (55 %ig in Wasser) versetzt und zunächst zu einer homogenen Masse verrührt (Vgl. Beispiel 1). Anschließend werden anteilig 5 % bis 35 % Wasserstoffperoxid (35% ig in Wasser) gleichmäßig nach und nach unter Rühren zugegeben. Die homogene, schaumige Masse wird in eine allseitig perforierte Form eingefüllt und bei 130°C für 6 bis 20 Stunden in einem Ofen getrocknet. Die entstandenen Lignocelluloseschäume weisen Rohdichten zwischen 50 kg/m³ von 250 kg/m³ und rohddichteabhängig Druckfestigkeiten von 20 kPa bis zu 240 kPa bei 10 % Stauchung auf.

Beispiel 4:

[0049] 1000 g hochviskose Suspension (Buchenfasern bzw. Kiefernfasern) mit einem Feststoffgehalt von 10 % bis 15 % werden anteilig mit 5 % bis 10 % Stärke und mit 7 % bis 20 % Protein versetzt und zunächst zu einer homogenen Masse verrührt (Vgl. Beispiel 1). Anschließend werden anteilig 5 % bis 35 % Wasserstoffperoxid (35% ig in Wasser) gleichmäßig nach und nach unter Rühren zugegeben. Die homogene, schaumige Masse wird in eine allseitig perforierte Form eingefüllt und bei 130°C für 6 bis 20 Stunden in einem Ofen getrocknet. Die entstandenen Lignocelluloseschäume weisen Rohdichten zwischen 50 kg/m³ von 250 kg/m³ und rohddichteabhängig Druckfestigkeiten von 20 kPa bis zu 600 kPa bei 10 % Stauchung auf.

Beispiel 5:

[0050] 1000 g hochviskose Suspension (Buchenfasern bzw. Kiefernfasern) mit einem Feststoffgehalt von 10 % bis 15 % werden anteilig mit 10 % bis 25 % PU-Dispersion und anteilig mit 7 % bis 20 % Protein versetzt und zunächst zu einer homogenen Masse verrührt (Vgl. Beispiel 1). Anschließend werden anteilig 5 % bis 35 % Wasserstoffperoxid (35% ig in Wasser) gleichmäßig nach und nach unter Rühren zugegeben. Die homogene, schaumige Masse wird in eine allseitig perforierte Form eingefüllt und bei 130°C für 6 bis 20 Stunden in einem Ofen getrocknet. Die entstandenen Lignocelluloseschäume weisen Rohdichten zwischen 50 kg/m³ von 170 kg/m³ und rohddichteabhängig Druckfestigkeiten von 20 kPa bis zu 350 kPa bei 10 % Stauchung auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines autoadhäsiv gebundenen, leichten, porösen, druckfesten Formkörpers aus zerkleinerten, lignocellulosehaltigen Faserstoffen, die bei Temperaturen zwischen 120°C und

180°C und einem Druck zwischen 2 bar und 8 bar zu einer Fasersuspension verarbeitet werden, die anschließend chemisch und/oder physikalisch geschäumt und ohne Zusatz eines synthetischen Bindemittels in eine Form gefüllt oder auf einen Träger aufgebracht und getrocknet wird, wobei die Fasersuspension zwischen 5%-50% an Fasern mit einer Faserlänge zwischen 1000 µm und 2500 µm aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Herstellung der Fasersuspension das Fasermaterial in einem atmosphärischen Refiner mit Wasser bei Raumtemperatur auf eine gewünschte Faserlänge zwischen 200 bis 800 µm eingestellt wird.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Entwässerung der wässrigen Fasersuspension durch Dekanter zu einer hochviskosen Suspension mit einem Feststoff-Wasser-Verhältnis von 1:3 bis 1:10 vor dem Einbringen in die Form oder dem Aufbringen auf einen Träger erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hochviskose Suspension unter Druck in die Form eingetragen wird.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trocknung in einem Trockner stufenweise zuerst bei Temperaturen zwischen 110°C und 140°C durchgeführt und anschließend die Trocknertemperatur auf 70°C abgesenkt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochviskosen Suspension Additive in Form von Treibmitteln, insbesondere Gasbildner N₂O, Propan, n-Butan oder Pentan oder sich vollständig zersetzenden Treibmitteln, insbesondere Wasserstoffperoxid, vor dem Einbringen in die Form oder dem Aufbringen auf einen Träger zugegeben werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die hochviskose Suspension vor dem Einbringen in die Form oder dem Aufbringen auf einen Träger durch mechanische, pneumatische und/oder thermische Vorgänge Gase zur Schaumbildung eingetragen werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3, 4, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach oder während der Herstellung der hochviskosen Suspension Prozessadditive, produktverbessernde Additive oder Additive zur Einstellung gewünschter Produkteigenschaften zugegeben werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochviskosen Suspension Additive in Form von Hydrophobierungsmitteln, insbesondere synthetische oder natürliche Öle, Paraffine, Wachse oder siliciumorganische Verbindungen und/oder Additive in Form von Flamm- und/oder Glimmschutzmitteln und/oder Pilzschutzmittel, insbesondere ein Gemisch aus Soda und Molke zugegeben werden.
10. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** organische Treibmittel in Form von Azobisisobutyronitril, aktiviertes Azodicarbonamid, Dinitropentamethylenetetramin, Hydrazodicarbonamid, Oxibissulfohydrazid, Oxybisbenzolsulfohydrazid, 5-Phenyltetrazol, Para-Toluolsulfonylsemicarbazid, Toluol-/Benzol-Sulfohydrazid und deren Salze, insbesondere Alkali- und Erdalkalimetallsalze der hochviskosen Suspension beigegeben werden.
11. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** anorganische Treibmittel in Form von Ammoniumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat, vorzugsweise im Gemisch mit Kaliumhydrogencarbonat und einem Säureträger, insbesondere Dinatriumdihydrogen-diphosphat, Calciumdihydrogenphosphat oder Calciumcitrat, sowie Aluminiumpulver sowohl im sauren als auch im basischen Milieu der hochviskosen Suspension beigegeben werden.
12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Treibmittel entweder alleine oder als Mischungen aus mindestens Zweien davon in Anteilen von 0,25 % Massenanteilen bis 20 % Massenanteilen bezogen auf die Trockenmasse verwendet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sulfit- oder Sulfat-Zellstoffablauge sowie Terpentinöl, Geliemittel, Alginate, Mehl oder Stärke aus Getreide, Kartoffeln, Mais, Erbsen oder Reis und/oder Vernetzer, insbesondere auf Basis von Methylcellulose oder Glutin der hochviskosen Suspension beigegeben werden.
14. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Alaune zur Regulierung des pH-Wertes und/oder Glutaraldehyd zugegeben werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Additive entweder alleine oder als Mischungen aus mindestens Zweien davon verwendet werden, insbesondere in Mengen von 0,2 Massen-% bis 35 Massen-%, vorzugsweise in Mengen von 3 Massen-% bis 15 Massen-% bezogen auf die Trockenmasse.

16. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Faserstoffe vor dem Zerkleinern acetyliert wird.

Claims

- Method for production of an auto-adhesively bonded, light, porous, pressure-resistant molding made from comminuted lignocellulosic fibrous materials that are processed at temperatures between 120°C and 180°C and a pressure between 2 bar and 8 bar to yield a fiber suspension that is subsequently chemically and/or physically foamed and filled without the addition of a synthetic binder into a mold or applied to a carrier and dried, wherein the fiber suspension has between 5%-50% of fibers having a fiber length between 1000 µm and 2500 µm.
- Method according to Claim 1, **characterized in that** during production of the fiber suspension the fiber materials a further comminution of the TMP fibers occurs in an atmospheric refiner with water at room temperature to a desired fiber length between 200 to 800 µm.
- Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** dewatering of the aqueous fiber suspension occurs by decanter to yield a high-viscosity suspension having a solids-water ratio of 1:3 to 1:10 prior to introduction into the mold or placement on a carrier.
- Method according to claim 3, **characterized in that** the high-viscosity suspension is introduced into the mold under pressure.
- Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the drying is performed in a dryer in steps initially at temperatures between 110°C and 140°C, after which the dryer temperature is reduced to 70°C.
- Method according to claim 3 or 4, **characterized in that** additives in the form of blowing agents, especially gas-producing agents N₂O, propane, n-butane or pentane or fully decomposing blowing agents, especially hydrogen peroxide, are added to the high-viscosity suspension prior to its introduction into the mold or placement on a carrier.
- Method according to one of the claims 3, 4 or 6, **characterized in that** gases for foaming are introduced into the high-viscosity suspension by mechanical, pneumatic and/or thermal processes prior to its introduction into the mold or placement on a carrier.
- Method according to one of the claims 3, 4, 6, or 7,

characterized in that after or during production of the high-viscosity suspension process additives, product-improving additives or additives for adjusting desired product properties are added.

9. Method according to claim 7 or 8, **characterized in that** additives in the form of hydrophobizing agents, especially synthetic or natural oils, paraffins, waxes or organosilicon compounds and/or additives in the form of flame retardants and/or corona-shielding agents and/or antimycotics, especially a mixture of soda and whey, are added to the high-viscosity suspension.

10. Method according to claim 6, **characterized in that** organic foaming agents in the form of azobisisobutyronitrile, activated azodicarbonamide, dinitropentamethylene tetramine, hydrazodicarbonamide, oxybisulfohydrazide, oxybisbenzenesulfohydrazide, 5-phenyltetrazole, para-toluenesulfonylsemicarbazide, toluene/benzenesulfohydrazide and their salts, especially alkali metal and alkaline earth metal salts, are added to the high-viscosity suspension.

11. Method according to claim 6, **characterized in that** inorganic foaming agents in the form of ammonium carbonate, sodium hydrogen carbonate, preferably in a mixture with potassium hydrogen carbonate and an acid carrier, especially disodium dihydrogen diphosphate, calcium dihydrogen phosphate or calcium citrate, and also aluminum powder are added to the high-viscosity suspension both in an acidic or a basic medium.

12. Method according to at least one of claims 10 and 11, **characterized in that** the foaming agents are used either alone or as mixtures of at least two thereof in proportions of 0.25% mass fractions up to 20% mass fractions based on the dry mass.

13. Method according to claim 7, **characterized in that** spent sulfite or sulfate pulp liquor and also turpentine oil, gelling agents, alginates, flour or starch from grain, potatoes, corn, peas or rice and/or crosslinking agents, especially based on methyl cellulose or gluten, are added to the high-viscosity suspension.

14. Method according to claim 8, **characterized in that** alums are added to regulate the pH value and/or glutaraldehyde is added.

15. Method according to one of claims 6 to 14, **characterized in that** the additives are used either alone or as mixtures of at least two thereof, especially in quantities of 0.2 mass% to 35 mass%, preferably in quantities of 3 mass% to 15 mass% based on the dry mass.

16. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fiber materials are acetylated prior to comminution.

5

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un corps moulé léger, poreux, résistant à la pression, lié par auto-adhésion, en matériaux fibreux broyés contenant de la lignocellulose, qui sont transformés à des températures comprises entre 120°C et 180°C et à une pression comprise entre 2 et 8 bars en une suspension de fibres qui est ensuite moussée chimiquement et/ou physiquement et, sans addition d'un liant synthétique, remplie dans un moule ou appliquée sur un support et séchée, la suspension de fibres comprenant entre 5 et 50 % de fibres ayant une longueur de fibres comprise entre 1000 µm et 2500 µm.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lors de la préparation de la suspension de fibres, le matériau fibreux est ajusté à une longueur de fibre souhaitée entre 200 et 800 µm dans un raffineur atmosphérique avec de l'eau à température ambiante.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la suspension aqueuse de fibres est déshydratée par des décanteurs pour obtenir une suspension hautement visqueuse avec un rapport solides/eau de 1:3 à 1:10 avant d'être introduite dans le moule ou d'être appliquée sur un support.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la suspension hautement visqueuse est introduite sous pression dans le moule.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le séchage se fait dans un séchoir par étapes, d'abord à des températures comprises entre 110°C et 140°C, puis la température du séchoir est réduite à 70°C.

6. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** des additifs sous forme d'agents propulseurs, en particulier des agents de formation de gaz N₂O, propane, n-butane ou pentane, ou des agents propulseurs se décomposant complètement, en particulier peroxyde d'hydrogène, sont ajoutés à la suspension hautement visqueuse avant qu'elle ne soit

introduite dans le moule ou appliquée sur un support.

7. Procédé selon l'une des revendications 3, 4 ou 6,
caractérisé en ce que
les gaz destinés à former de la mousse sont introduits dans la suspension hautement visqueuse par des opérations mécaniques, pneumatiques et/ou thermiques avant qu'elle ne soit introduite dans le moule ou appliquée sur un support. 5
8. Procédé selon l'une des revendications 3, 4, 6 ou 7,
caractérisé en ce que
après ou pendant la préparation, des additifs de processus, des additifs d'amélioration du produit ou des additifs permettant d'ajuster les propriétés souhaitées du produit sont ajoutés à la suspension hautement visqueuse. 10
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8,
caractérisé en ce que
des additifs sous forme d'agents hydrophobes, en particulier des huiles synthétiques ou naturelles, des paraffines, des cires ou des composés organosiliciés, et/ou des additifs sous forme de produits anti-inflammation et/ou ignifuges ou de fongicides, en particulier un mélange de soude et de lactosérum, sont ajoutés à la suspension hautement visqueuse. 25
10. Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
des agents propulseurs organiques sous forme d'azobisisobutyronitrile, d'azodicarbonamide activé, de dinitropentaméthylène tétramine, d'hydrazodicarbonamide, d'oxibisulfohydrazide, d'oxybisbenzène sulfohydrazide, de 5-phényltétrazole, de paratoluènesulfonyl semicarbazide, de toluène/benzène-sulfohydrazide et leurs sels, en particulier les sels de métaux alcalins et alcalino-terreux, sont ajoutés à la suspension hautement visqueuse. 30
11. Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
des agents propulseurs inorganiques sous forme de carbonate d'ammonium, d'hydrogénocarbonate de sodium, de préférence en mélange avec de l'hydrogénocarbonate de potassium et un support acide, en particulier du diphosphate disodique d'hydrogène, du dihydrogénophosphate de calcium ou du citrate de calcium, ainsi que de la poudre d'aluminium aussi bien en milieu acide qu'en milieu basique sont ajoutés à la suspension hautement visqueuse. 40
12. Procédé selon l'une au moins des revendications 10 ou 11,
caractérisé en ce que
les agents propulseurs sont utilisés soit seuls, soit sous forme de mélanges d'au moins deux d'entre eux dans des proportions allant de 0,25 % à 20 % 55

en masse par rapport à la matière sèche.

13. Procédé selon la revendication 7,
caractérisé en ce que
une liqueur résiduaire de cellulose de sulfite ou de sulfate ainsi que de l'essence de térébenthine, des gélifiants, des alginates, de la farine ou de l'amidon de céréales, de pommes de terre, de maïs, de pois ou de riz et/ou des agents de réticulation, en particulier à base de méthylcellulose ou de glutine, sont ajoutés à la suspension hautement visqueuse. 5
14. Procédé selon la revendication 8,
caractérisé en ce que
on ajoute des aluns pour réguler le pH et/ou du glutaraldéhyde. 10
15. Procédé selon l'une des revendications 6 à 14,
caractérisé en ce que
les additifs sont utilisés soit seuls, soit en mélange d'au moins deux d'entre eux, en particulier en quantités de 0,2 % à 35 % en masse, de préférence en quantités de 3 % à 15 % en masse par rapport à la matière sèche. 20
16. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les matériaux fibreux sont acétylés avant d'être broyés. 25

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 02055722 A1 [0003]
- EP 2615209 A1 [0004]
- SE 112134 [0005]
- SE 116103 [0005]
- SE 117003 [0005]
- US 2260557 A [0005]
- DE 19528733 A1 [0006]
- US 2077412 A [0007]
- DE 4008862 C1 [0008]
- DE 3420195 C2 [0008]
- WO 9811973 A2 [0012]
- DE 102005061222 A1 [0013]
- DE 102010008525 A1 [0014]