(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/013810 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B27N 1/02, D21C 7/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08972

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. August 2002 (09.08.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 39 128.5 9. August 2001 (09.08.2001) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **NOPPER, Herbert, Georg** [DE/DE]; Zellerwiesenstrasse 3, -76456 Kuppenheim (DE).

(74) Anwalt: **STILKENBÖHMER, Uwe**; Eisenführ, Speiser & Partner, Martinistr. 24, 28195 Bremen (DE).

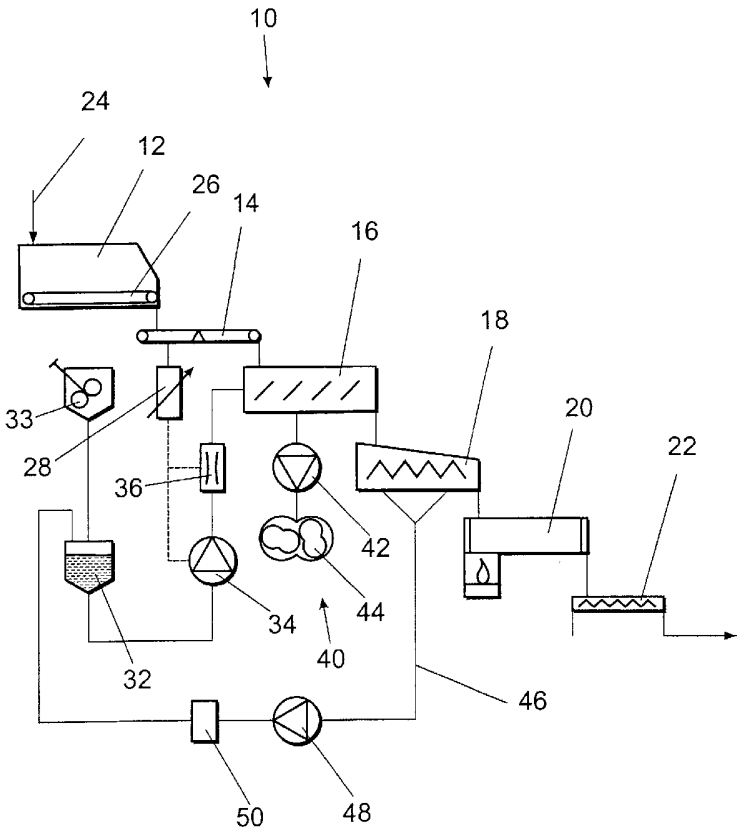
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR VACUUM IMPREGNATION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VAKUUMIMPRÄGNIERUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for the vacuum impregnation of small-particle material in an impregnating device (16, 16') comprising a dischargeable impregnating chamber (54, 84), an inlet (64, 64') for introducing the material into the impregnating chamber (54, 84), and an outlet (82, 82') for removing the material from the impregnating device (16, 16'). The inventive method comprises the following steps: a) the material is treated with a substance in order to produce a treated material having improved sealing behaviour in a stuffing screw compared to the untreated material, b) the treated material is transported to the inlet (64, 64) by means of a stuffing screw (52), c) the treated material is introduced into the impregnating chamber (54, 84) through the inlet (64, 64) by means of the stuffing screw (52) in such a way that the treated material seals the inlet (64, 64') as it is introduced, d) the material is impregnated in the impregnating chamber (54, 84) at low pressure using an impregnating agent, e) the impregnated material is transported to the outlet (82, 82), and f) the impregnated material is removed from the impregnating device (16, 16') via the outlet (82, 82) in such a way that the material seals the outlet (82, 82) as it is removed.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/013810 A1

SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zum Vakuumimprägnieren von kleinteiligem Material in einer Imprägniervorrichtung (16, 16') mit einer evakuierbaren Imprägnierkammer (54, 84), einer Eintrittsöffnung (64, 64') zum Einschleusen des Materials in die Imprägnierkammer (54, 84) und einer Austrittsoffnung (82, 82') zum Ausschleusen des Materials aus der Imprägniervorrichtung (16, 16') mit den Verfahrensschritten, a) Behandeln des Materials mit einer Substanz, um so ein behandeltes Material zu erzeugen, dessen Abdichtverhalten in einer Stopfschnecke im Vergleich mit dem unbehandelten Material verbessert ist, b) Transportieren des behandelten Materials mittels einer Stopschnecke (52) zur Eintrittsöffnung (64, 64), c) Einschleusen des behandelten Materials mittels der Stopfschnecke (52) durch die Eintrittsoffnung (64, 64) in die Imprägnierkammer (54, 84), so dass das behandelte Material die Eintrittsöffnung (64, 64') während des Einschleusens abdichtet, d) Imprägnieren des Materials in der Imprägnierkammer (54, 84) mit einem Imprägniermittel bei Unterdruck, e) Transportieren des imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung (82, 82) und, f) Ausschleusen des imprägnierten Materials durch die Austrittsoffnung (82, 82) aus der Imprägniervorrichtung (16, 16'). so dass das Material die Austrittsöffnung (82, 82) während des Ausschleusens abdichtet.

Vorrichtung und Verfahren zur Vakuumimprägnierung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vakuumimprägnieren von kleinteiligem Material. Der Begriff kleinteiliges Material umfasst dabei z. B. pflanzliche Faser-Rohstoffe (Strohspäne, Holzschnitzel, Naturfasern), wie man sie beispielsweise zur Herstellung von Pressplatten verwendet, sowie granuläres oder fibröses Kunststoffmaterial, das z. B. als Füllmaterial bzw. Webstoff Verwendung finden kann.

Insbesondere beim Imprägnieren von Spänen oder Fasern aus natürlichen Rohstoffen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, das zu imprägnierende Material im Vakuum mit einem Imprägniermittel zu vermischen. Dabei wird nämlich in den Poren des Rohstoffes befindliches Gas (Luft) während des Imprägnierens abgepumpt (Entgasung), wodurch sich die Aufnahmefähigkeit des Rohstoffes für Imprägniermittel deutlich erhöht.

Ein solches Vakuumimprägnier-Verfahren und eine entsprechenden Vorrichtung ist aus der DE 199 11 230 bekannt. Bei diesem Verfahren wird kleinteiliges Material durch eine erste evakuierbare Schleusenkammer in eine Imprägnierkammer eingeschleust und anschließend durch eine zweite

evakuierbare Schleusenkammer aus der Imprägnierkammer ausgeschleust. Der Imprägnierprozess erfolgt bei diesem Verfahren also intermittierend. Die Schleusenkammern sind jeweils während des Ein bzw. Austragens des Materials – währenddessen sind die Schleusenkammern belüftet – durch Absperrelemente gegenüber der Imprägnierkammer verschlossen, und werden anschließend evakuiert. Danach werden die Absperrelemente zur Imprägnierkammer geöffnet und das Material kann in bzw. aus der Imprägnierkammer befördert werden. Die Imprägnierkammer bleibt so während des ganzen Prozesses evakuiert. Nur die volumenmäßig kleineren Schleusenkammern werden abwechselnd belüftet und evakuiert.

Die Abpumpdauer und die Größe der Schleusenkammern sind konkurrierende Faktoren, die nachteiligerweise nicht gleichzeitig beliebig reduziert werden können. Sie begrenzen dadurch die Durchsatzgeschwindigkeit der Vorrichtung. Andererseits ist die Vorrichtung vergleichsweise störungsanfällig, da die sich öffnenden und schließenden Absperrelemente empfindlich gegen Verunreinigungen beispielsweise durch das eingetragene kleinteilige Material sind. Diese Verunreinigungen können Vakuumlecks verursachen, wodurch zu der ohnehin begrenzten Durchsatzgeschwindigkeit unerwünschte Stillstandzeiten hinzukommen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vakuumimprägnieren bereitzustellen, das/die eine höhere Prozesssicherheit und eine größere Effizienz gewährleistet.

Die Aufgabe wird in verfahrensmäßiger Hinsicht gelöst durch ein Verfahren zum Vakuumimprägnieren von kleinteiligem Material in einer Imprägniervorrichtung mit einer evakuierbaren Imprägnierkammer, einer Eintrittsöffnung zum Einschleusen des Materials in die Imprägnierkammer und einer Austrittsöffnung zum Ausschleusen des Materials aus der Imprägniervorrichtung mit den Verfahrensschritten

- Behandeln des Materials mit einer Substanz, um so ein behandeltes Material zu erzeugen, dessen Abdichtverhalten in einer Stopfschnecke im Vergleich mit dem unbehandelten Material verbessert ist,

- Transportieren des behandelten Materials mittels einer Stopschnecke zur Eintrittsöffnung,
- Einschleusen des behandelten Materials mittels der Stopfschnecke durch die Eintrittsöffnung in die Imprägnierkammer, so dass das behandelte Material die Eintrittsöffnung während des Einschleusens abdichtet,
- Imprägnieren des Materials in der Imprägnierkammer mit einem Imprägniermittel bei Unterdruck,
- Transportieren des imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung und
- Ausschleusen des imprägnierten Materials durch die Austrittsöffnung aus der Imprägniervorrichtung , so dass das Material die Austrittsöffnung während des Ausschleusens abdichtet.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Durch die erfindungsgemäße Verfahrensgestaltung wird sichergestellt, dass die Imprägnierkammer auch während des Ein- und/oder Ausschleusens permanent gegenüber der Umgebung abgedichtet ist, ohne dass vor- und nachgeschaltete Schleusenkammern intermittierend beschickt und entleert bzw. belüftet und evakuiert werden müssen. Störanfällige Absperrelemente zwischen den Schleusenkammern und der Imprägnierkammer entfallen ebenfalls.

Vorzugsweise ist die Substanz, mit der das Material (vor-)behandelt wird, um ein behandeltes Material mit verbessertem Abdichtverhalten zu erhalten, ein flüssiges Imprägniermittel (insbesondere eine Imprägnierlösung). Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist natürlich deshalb besonders vorteilhaft, weil zur Verbesserung der Abdichteigenschaften des zu imprägnierenden Materials auf eine Substanz zurückgegriffen wird, die spätestens innerhalb der Imprägnierkammer ohnehin dem Material zugesetzt werden müsste. Auf den Einsatz von Substanzen, die lediglich der Abdichtung dienen, die aber ansonsten im Imprägnierverfahren bedeutungslos sind, wird vorteilhafterweise vollständig verzichtet.

Die Behandlung des Materials erfolgt dann vorzugsweise durch Zusetzen des flüssigen Imprägniermittels (der Imprägnierlösung) beim Transportieren des Materials zur Eintrittsöffnung und vorzugsweise beim Komprimieren des Materials während des Transportierens zur Eintrittsöffnung. Hierdurch wird bewirkt, dass sich eine Materialmischung mit einer höheren Dichte ergibt. Ferner bildet die Imprägnierlösung einen Dichtfilm zwischen dem Material und der Oberfläche der Mittel zum Transportieren des Materials. Beide Effekte, die ansteigende Materialdichte und der Oberflächenfilm, verbessern das Abdichtverhalten entscheidend.

Ohne die erfindungsgemäße (Vor-)Behandlung des Materials mit einer das Abdichtverhalten verbessernden Substanz (z.B. einem Imprägniermittel) lassen sich bei Einsatz einer Stopfschnecke (Eintrittsschnecke) nur sehr schwierig (wenn überhaupt) zufriedenstellende Imprägnierergebnisse erzielen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass beim Einspeisen von kleinteiligem unbehandelten Material, und zwar insbesondere beim Einspeisen von Strohspänen, Holzschnitzeln und Naturfasern, häufig Lecks auftreten, die das Vakuum in der Imprägnierkammer zusammenbrechen lassen; das unbehandelte Material dichtet mit anderen Worten gegenüber der Stopfschneckenwandung nur unzureichend ab. Überdies ist der Verschleiß in einer Stopfschnecke bei Verwendung unbehandelten Materials insbesondere dann hoch, wenn versucht wird, einen gut abdichtenden Materialpfropfen zu erzeugen. Vergleiche hierzu die Beschreibungseinleitung der DE 44 19 733 A1, in der typische Probleme bei Verwendung einer Stopfschnecke angegeben sind.

Als ein flüssiges Imprägniermittel, das auch das Abdichtverhalten des zu imprägnierenden Materials vorteilhaft beeinflust, kann im erfindungsgemäßen Verfahren beispielsweise eine Salzlösung mit einer Konzentration von 25-35% und mit einer Dichte von 1,1 bis 1,2 g/cm^3 verwendet werden. Eine solche Salzlösung weist eine klebrig-viskose Konsistenz auf. Die verringerte Fließfähigkeit (erhöhte Viskosität) der Imprägnierlösung einerseits und deren erhöhte Bindungswirkung („Klebrigkeit") andererseits verstärken die Pfropfenbildung des Materials zusätzlich. Dadurch ist sowohl eine Dichtigkeit des Materialpfropfens gegenüber einem Druckabfall (beim Eintritt in die

Imprägnierkammer) als auch gegenüber einem Druckanstieg – jeweils in Förderrichtung betrachtet – gewährleistet. Zudem kann auf diese Weise eine verbesserte Gleitwirkung zwischen dem komprimierten Material und beispielsweise der Innenwand der Stopfschnecken erzeugt werden, wodurch der Schneckenverschleiß reduziert wird.

Schließlich wird das Material, indem ihm flüssiges Imprägniermittel (insbesondere eine Imprägnierlösung) beim Transportieren zur Eintrittsöffnung zugesetzt wird, schon vor Erreichen der Imprägnierkammer vorimprägniert. Dies geschieht, wie oben geschildert, insbesondere beim Komprimieren in der Stopfschnecke, also unter Druck, wodurch sich die Imprägnierdauer in der Imprägnierkammer vorteilhaft verkürzt.

Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Material kontinuierlich durch die Eintrittsöffnung in die Imprägnierkammer eingeschleust und/oder kontinuierlich durch die Austrittsöffnung aus der Imprägniervorrichtung ausgeschleust.

Eine Vorrichtung zum Evakuieren der Imprägnierkammer, beispielsweise ein Vakuumpumpensystem, sorgt für den erforderlichen Unterdruck relativ zum Umgebungsdruck. Dies geschieht vorzugsweise dadurch, dass die Imprägnierkammer bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens permanent evakuiert wird. Alternativ kann die Imprägnierkammer aber auch mittels eines Ventils nur bei Bedarf, z.B. bei Überschreiten eines vorbestimmten Maximaldruckwertes an eine Vorrichtung zum Evakuieren der Imprägnierkammer angeschlossen werden und ansonsten davon getrennt werden. Das Ventil wird dann vorzugsweise mit einer entsprechenden Regelung zum druckabhängigen Öffnen oder Schließen des Ventils ausgestattet.

Die Vorteile des bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahrens und der bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung sind zahlreich: so ist bei kontinuierlichem Materialfluss sichergestellt, dass die für die Vakuumimprägnierung wichtigen Parameter (a) Volumenstrom des zugeführten Materials, (b) Gasdruck und (c) Feuchteniveau in der Imprägnierkammer im Wesentli-

chen konstant sind. Dadurch wird eine hohe Prozesssicherheit gewährleistet, die einerseits eine Einsparung von Rohstoffen und Energie bewirkt und zugleich eine gleichmäßige Imprägniermittelaufnahme, eine konstante Beschickung der nachgeschalteten Bearbeitungsstufen, wie z. B. des Vortrockners und Zerfaserungsmaschine, und damit letztlich Produktfolgen mit gleichbleibenden Eigenschaften ermöglicht.

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, das Material nicht nur (mittels der vorhandenen Stopschnecke) beim Transportieren zur Eintrittsöffnung, sondern auch beim Transportieren zur Austrittsöffnung (z.B. wiederum mittels einer Stopfschnecke) zu komprimieren. Die Dichte des kleinteiligen Materials kann dann nicht nur beim Ein- sondern auch beim Ausschleusen so erhöht werden, dass sich ein Pfropfen bildet, der in der Regel das Abdichtverhalten des Materials verbessert. Der Pfropfen bildet sich im wesentlichen im Bereich der größten Materialkompression (Dichtbereich) aus, wodurch zugleich die Ein- bzw. Austrittsöffnung der Imprägnierkammer bzw. der Imprägniervorrichtung definiert wird. Werden beispielsweise in Förderrichtung konisch verjüngte Stopfschnecken zum Komprimieren des Materials verwendet, so findet die Abdichtung im Bereich des in Förderrichtung befindlichen Endes der Stopfschnecke statt.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens und der Vorrichtung wird das Material beim Transportieren zur Austrittsöffnung komprimiert, um auch dort eine bessere Abdichtung zu erzielen. Dabei ist es vorteilhaft, überschüssige Imprägnierlösung, dass durch die Komprimierung abgepresst wird, in entsprechenden Einrichtungen aufzufangen und gegebenenfalls zur erneuten Verwendung zurückzuführen.

Die vorzugsweise als Stopfschnecken ausgebildeten Mittel zum Transportieren des Materials zur Eintrittsöffnung sowie zur Austrittsöffnung (im folgenden Eintrags- bzw. Austragsschnecke bezeichnet) weisen üblicherweise in Förderrichtung eine Verjüngung ihres Außenumfangs auf. Bei der Imprägnierung von gehacktem oder gehäckseltem Stroh beträgt das Verhältnis des eingangsseitigen Querschnitts zum ausgangsseitigen Querschnitt der Eintragsschnecke typischerweise 1,05:1-1,3:1 bei einem ein-

gangsseitigen Querschnitt von beispielsweise 600 mm. Die Austragsschnecke besitzt typischerweise eine Konizität von 1,1:1-1,4:1 bei einem eingangsseitigen Querschnitt von beispielsweise 400 mm. Die Konizitäts- und Querschnittsangaben sind beispielhaft für gehacktes oder gehäckseltes Stroh angegeben, dem während der Kompression in der Eintragsschnecke Imprägniermittel zugesetzt wird. Sie können hiervon je nach Kompressibilität und Korngröße des zu imprägnierenden Materials jedoch auch wesentlich abweichen.

Alternativ zu einer sich konisch verjüngenden Stopfschnecke kann eine Kompression des Materials auch durch eine abnehmende Steigung der Schnecke bei gleichbleibendem Querschnitt oder durch eine Kombination aus beiden Varianten erreicht werden. Vorteilhafter ist jedoch immer eine konische Ausführung der Stopfschnecken, da der ausgangsseitige Querschnitt, an dem die Pfropfenbildung im Wesentlichen stattfindet, bei gleicher Fördermenge kleiner ist als bei einer Schnecke mit gleichbleibendem Querschnitt und somit eine geringere Querschnittsfläche abzudichten ist.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung der Eintragsschnecke und/oder der Austragsschnecke nachgeschaltete Mittel auf, mit denen das Material nach dem Einschleusen bzw. dem Ausschleusen aufgelockert wird.

Vorteilhaft ist es, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Menge des vor dem Eintritt in die Imprägnierkammer und/oder des während des Imprägnierens zusätzlich eingesetzten Imprägniermittels in Abhängigkeit von der Menge des zur Eintrittsöffnung transportierten unbehandelten Materials geregelt wird, um das Abdichtverhalten des Materials und/oder dessen Imprägnierung zu beeinflussen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich zum Imprägnieren einer Vielzahl von Materialien einsetzen. Als Materialbeispiele seien genannt:

1. natürliche nachwachsende Faser-Rohstoffe, beispielsweise:
   - alle Holzarten, das heißt sowohl Hart- als auch Weichhölzer;
   - Bagasse (Zuckerrohr), Bambus, Baumwollstauden (Baumwolle), Jute, Sisal, Hanf, Ramie, Getreidestroh aller Art, Reisstroh, Reissch-

len, Chinaschilf, Elefantengras, Riesengras (Miscanthus), Flachs (Fasern und Schäben), Kokos, Kenaf, Alfagras, Agavenfasern etc.

2. Kunststoffe, beispielsweise:
   - Viskose, Polystyrol, Vinyl-Polymerisate, Acrylnitril, Polyamide, Polyurethane, Polyester, Perlon, Nylon, Kevlar, Polyterephthalat etc.

Im Bereich der natürlich nachwachsenden Rohstoffe fallen insbesondere Partikel unter den Begriff „kleinteilig":

1. OSB (Oriented Strand Board)-Späne:
   Länge bis 150 mm, Breite bis 30 mmm, Dicke bis 1 mm.
2. Hackschnitzel:
   Länge bis 40 mm, Breite bis 15 mm, Dicke bis 6 mm; Schüttgewicht im Bereich 180-220 kg/m^3.
3. Späne:
   Abmessungen innerhalb eines weiten Bereichs variierbar; Schüttgewichte von 20-250 kg/m^3.
4. Strohhäcksel:
   Länge bis 60 mm, Breite bis 6 mm, Dicke entsprechend der Halmdicke.
5. Vereinzelte Fasern und Faserbündel beliebiger Länge.

Die angegebenen Abmessungen sind dabei als Beispiele zu verstehen.

Als flüssiges Imprägniermittel oder Bestandteil eines flüssigen Imprägniermittels können insbesondere folgende Materialien eingesetzt werden:

Brandschutzmittel; Fungizide, Biozide, keimtötende Mittel, Insektenschutzmittel, Termitenschutzmittel wie z.B. Polybor/Dinatriumoctaborat-Tetrahydrat oder Cashewnuss-Schalenöl/Alkenylphenol; organische und anorganische Silikate; Substanzen zum Erhöhen oder Verringern der elektrischen Leitfähigkeit; antistatische Mittel; metallisierende Mittel; Antioxidantien; wasserabweisende Mittel; stabilitätssteigernde Mittel; Lacke; Harze; Appreturen; Latices; härtende Öle, Wachse, Paraffine, Bitumen; Härtungs-, Puffer- und Absorbersubstanzen; geruchsverbessernde Substanzen; Tenside.

Es können flüssige oder wässrige Imprägniermittel insbesondere in folgenden Einsatzformen verwendet werden:

- Echte Lösungen aus flüssigen oder festen Stoffen in einem Lösungsmittel (z.B. Wasser);
- Emulsionen, Dispersionen;
- anorganische und organische Flüssigkeiten, z. B. Öle.

Bevorzugte Brandschutz-Imprägniermittellösungen, die in der erfindungsgemäßen Vorrichtung eingesetzt werden können, sind in der WO 97/46635 beschrieben; sie umfassen Ammoniumsulfat, Borax und Trinatriumphosphat, die vorzugsweise in Wasser gelöst sind. Sämtliche in der WO 97/46635 definierten Imprägniermittel-Lösungen sind im Wege der Verweisung ein Bestandteil dieser Anmeldung.

Dient ein flüssiges Imprägniermittel, wie es im Rahmen der vorliegenden Erfindung bevorzugt ist, als Mittel zur Verbesserung des Abdichtverhaltens des zu imprägnierenden Materials in der Stopfschnecke, so kann der Fachmann unter immerwährender Berücksichtigung der primären Aufgabe des Imprägniermittels (z.B. Brand- oder Insektenschutz oder dergleichen) die chemische Ausgestaltung des Imprägniermittel dem jeweiligen Anwendungszweck entsprechend variieren, um das Abdichtverhalten des zu imprägnierenden Materials in gewünschter Weise zu erhöhen.

Hinsichtlich der chemisch-physikalischen Grundlagen wird der Fachmann berücksichtigen, dass (a) durch eine geeignete Kombination nieder- und höhermolekularer Substanzen (kurzkettiger und langkettiger organischer Verbindungen), (b) durch Einsatz von Mischungen aus leicht- und schwerlöslichen Additiven (Salzen oder dergleichen), (c) durch Einstellung der Konzentration des z.B. in wässriger Lösung vorliegenden Imprägniermittels und/oder der Dichte und/oder Viskosität der entsprechenden Imprägniermittellösung und/oder (d) durch Zugabe wasserenthärtender Zusätze das Abdichtverhalten beeinflusst werden kann.

Ein zur Beeinflussung des Abdichtverhaltens eingesetztes Imprägniermittel kann z.B. (a) eine wässrige Lösung sein, die nur eine einzelne

Imprägniermittelsubstanz umfasst oder (b) eine Mischung aus mindestens zwei Produkten sein wie z.B. eine Kombination aus einem niedrigviskosen und je einem hochviskosen Mittel oder (c) Viskositäts-Regulative wie z.B. Silikate (insbesondere Natriummetasilikat), Phosphate, Polybor, Acrylate, Glycole (Polyethylenglycole), Glycerin, Stärken, Fettsäuren, Fettsäureester, Fettalkohole oder dergleichen umfassen.

Wird Imprägniermittel als Mittel zur Beeinflussung des Abdichtverhaltens eingesetzt, ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung eine Dosierung des Imprägniermittels aus einem einzelnen Vorratsbehälter möglich. Vom Vorratsbehälter aus kann dann über separate Leitungen die Imprägniermittelzubereitung (a) der Stopfschnecke (Eintragsschnecke) zugeführt werden, welche das behandelte Material zur Eintrittsöffnung transportiert, und/oder (b) in die Imprägnierkammer eingeleitet werden. Ist sowohl eine Zuleitung zur Eintragsschnecke als auch zur Imprägnierkammer vorgesehen, kann wahlweise die gesamte Menge an einzusetzendem Imprägniermittel vor der Imprägnierkammer (vorzugsweise in der Stopfschnecke) dem zu imprägnierenden Material zugesetzt werden (100% des einzusetzenden Imprägniermittels werden vor dem Eintritt in die Imprägnierkammer dem zu imprägnierenden Material zugesetzt) oder es können z.B. 50 oder 60% der Imprägniermittelzubereitung dem zu imprägnierenden Material zur Verbesserung von dessen Abdichtverhalten in der Stopfschnecke zugesetzt werden und die verbleibenden 50 bzw. 40% der Imprägniermittelzubereitung in die Imprägnierkammer gegeben werden. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass auch bei vollständiger (100%-iger) Zugabe des einzusetzenden Imprägniermittels zum zu imprägnierenden Material vor Eintritt in die Imprägnierkammer (vorzugsweise innerhalb der Stopfschnecke) über das Vakuum in der nachgeschalteten Imprägnierkammer und den damit verbundenen Luftentzug aus den Poren des zu imprägnierenden Materials eine sehr gute Penetration des Imprägniermittels in das zu imprägnierende Material (insbesondere Späne oder Fasern) erfolgt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird nicht ein einheitliches Imprägniermittel eingesetzt, sondern zwei verschiedene Additive, denen separate Zuleitungen zur Imprägnierkammer bzw. zur Eintragsschne-

cke (oder einem der Eintragsschnecke vorgelagerten Bereich, den das zu imprägnierende Material passieren muss) zugeordnet sind. Vorteilhaft ist es beispielsweise, dem zu imprägnierenden Material vor dem Eintritt in die Imprägnierkammer ein erstes Additiv zuzusetzen, das eine hohe Viskosität besitzt und sich auf der Oberfläche des zu imprägnierenden Materials gleichmäßig unter Ausbildung eines haltbaren Gleitfilms verteilen kann, um so die Gleiteigenschaften des zu imprägnierenden Materials in der Eintragsschnecke zu verbessern.

Ein zweites Additiv mit im Vergleich zum ersten Additiv niedrigerer Viskosität, dem vorzugsweise Penetrationshilfen wie Tenside, Metasilikate und ähnliches zugesetzt sein werden, wird dann vorzugsweise in die Imprägnierkammer eindosiert. Die Additive können dabei jeweils selbst Imprägniermittel enthalten, dies muss aber nicht der Fall sein.

Insgesamt stehen dem Fachmann eine ganze Reihe von unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten an, mittels derer er das Abdichtverhalten des zu imprägnierenden Materials in der Eintragsschnecke verbessern kann, ohne hierbei relevante Mehrkosten zu verursachen. Bevorzugt sind dabei immer diejenigen Verfahrensgestaltungen, bei denen ein flüssiges Imprägniermittel auch zur Einstellung eines ausreichenden Abdichtverhaltens des zu imprägnierenden Materials in der Eintragsschnecke eingesetzt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere zur Imprägnierung kleinteiliger Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen (insbesondere Stroh) anwendbar. Es ermöglicht daher den Einsatz von Stopfschnecken, die bislang für relativ trockene, nur begrenzt verdicht- und dabei transportierbare Materialien (wie z.B. Stroh) nicht geeignet erschienen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Vorrichtung ergeben sich aus den Ansprüchen und werden anhand der nachfolgenden Beispiele unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Imprägnieranlage mit einer erfindungsgemäßen Imprägniervorrichtung;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Imprägniervorrichtung;

Figur 3 einen Querschnitt durch eine Imprägnierkammer des Ausführungsbeispiels aus Figur 2;

Figur 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Imprägniervorrichtung.

Die in Figur 1 gezeigte Imprägnieranlage 10 umfasst einen Dosierbunker 12, eine sich in Prozessrichtung daran anschließende Bandwaage 14, der wiederum eine erfindungsgemäße Vakuum-Imprägniervorrichtung 16 nachgeschaltet ist. Weiter in Prozessrichtung ist eine Entwässerungsschnecke 18 angeordnet, an die sich ein Trockner 20 und dahinter eine Reversierschnecke 22 anschließt.

Zu imprägnierendes kleinteiliges Material, beispielsweise trockenes Stroh mit einer Feuchte von 20-25% und einem Schüttgewicht von ca. 45 kg/m^3, wird von einem nicht dargestellten Vorratsbehälter oder direkt aus einem nicht dargestellten Häcksler oder Hacker auf den Dosierbunker 12 aufgegeben (symbolisiert durch einen Pfeil 24). Der Dosierbunker 12 übergibt das Material mittels eines Förderbandes 26 an die Bandwaage 14, von der aus das Material der Vakuumimprägniervorrichtung 16 zugeführt wird. Auf der Bandwaage 14 wird das Gewicht des aufgegebenen Materials gemessen. Anhand des festgestellten Gewichts kann die Fördergeschwindigkeit des Förderbandes 26 und/oder der Bandwaage 14 mittels einer Regelung 28 verändert werden, so dass der von der Bandwaage an die Vakuum-Imprägniervorrichtung 16 übergebene Volumenstrom im Wesentlichen einen konstanten vorbestimmten Wert beibehält. Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass anstelle der Wägung auch eine Volumenmessung möglich ist.

Zur Funktionsweise der Imprägniervorrichtung und insbesondere zum Aspekt der Verbesserung des Abdichtverhaltens durch (Vor-)Behandlung des

zu imprägnierenden Materials wird unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 4 gesondert Stellung genommen.

Die Vakuum-Imprägniervorrichtung 16 ist an eine Imprägniermittel-Zugabevorrichtung angeschlossen. Diese besteht im Wesentlichen aus einem Imprägnierlösungsvorratsbehälter 32, einer Mess- und Regeleinheit 33 zum Messen und Dosieren der Imprägnierlösungskonzentration, einer regelbaren Dosierpumpe 34 sowie einem Durchflussmesser 36. Die Dosierpumpe 34 sowie der Durchflussmesser 36 sind mit der Regelung 28 (SPS-Steuerung) verbunden und können in Abhängigkeit von dem damit ebenfalls geregelten Volumen- oder Massenstrom des von der Bandwaage 14 übergebenen (Trocken)-Materials (Atro-Material) auf eine vorbestimmte Durchflussmenge von beispielsweise 35 Gew.-% oder 35 Vol.-% eingestellt werden. Die Durchflussmenge kann hinsichtlich des Volumens oder auch des Gewichts der Imprägniermittellösung, d.h. in Abhängigkeit von der Dichte und somit der Konzentration der Lösung, geregelt werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass immer die gerade benötigte Menge an Imprägnierlösung bzw. Imprägniermittel zum Imprägnieren bereitsteht, wodurch sich der Imprägniermittelverbrauch der Anlage reduzieren lässt.

Die Imprägniervorrichtung 16 ist ferner an ein Vakuumsystem 40 angeschlossen. Das Vakuumsystem 40 weist ein Regelventil 42 und eine oder mehrerer hintereinander geschaltete Vakuumpumpen 44 auf. Als Vakuumpumpen 44 kommen beispielsweise Drehschieberpumpen, Rootspumpen, Flüssigkeitsringpumpen oder Kombinationen solcher Pumpen und gegebenenfalls auch Kombinationen mit einem Vorvakuumbehälter in Betracht. Das in der Imprägniervorrichtung erzeugte Vakuum kann mittels des Regelventils 42 automatisch oder manuell auf einen vorgewählten Druckbereich von beispielsweise 10-50 mbar und vorzugsweise 25 mbar eingestellt werden. Dazu werden (a) ein nicht dargestelltes Druckmessgerät, das den Druck in der Imprägnierkammer aufnimmt, und (b) eine ebenfalls nicht dargestellte Regelung benötigt, die abhängig von dem aufgenommenen und dem vorgewählten Druck/-bereich das Regelventil betätigt und auf diese Weise die Imprägnierkammer wahlweise mit den Vakuumpumpen verbindet

oder sie von diesen trennt. Die Auslegung der Vakuumpumpe(n) hängt von den zu erwartenden Leckverlusten der Imprägniervorrichtung ab.

Das in der Imprägniervorrichtung 16 imprägnierte Material wird nach dem Imprägnieren an die Entwässerungsschnecke 18 übergeben. Diese ist vorliegend als in Förderrichtung konisch verjüngte Förderschnecke ausgebildet. Sie weist entlang ihres Umfangs im Wesentlichen im Bereich der Pfropfenbildung Öffnungen zum Entwässern auf (nicht dargestellt), durch die das an dem imprägnierten Material haftende überschüssige Imprägniermittel beim Komprimieren abfließen kann. Das Imprägniermittel wird nach dem Entwässern aufgefangen und über eine Rückführungsleitung 46 mit einem Regelventil 48 und einem Filter 50 in den Vorratsbehälter 32 geleitet. Durch das sofortige Entwässern, Auffangen und das kontinuierliche Rückführen überschüssigen Imprägniermittels wird der Imprägniermittelverbrauch nochmals reduziert.

Abhängig von der Menge und der Konzentration der rückgeführten Imprägnierlösung ändert sich auch die Konzentration der Imprägnierlösung in dem Vorratsbehälter 32. Die gewünschte Konzentration (einer beispielsweise 25%-igen wässrigen Lösung) wird mittels der Mess- und Regeleinheit 33 zum Dosieren der Imprägnierlösungskonzentration durch eine automatisch geregelte Zugabe von Wasser bzw. Lösungsmittel und/oder der zu lösenden Imprägniermittel-Substanz(en) wiederhergestellt. Insgesamt wird so sichergestellt, dass einer bestimmten Menge zu imprägnierenden Materials eine vorbestimmte Menge an Imprägniermittel zugegeben wird.

Das imprägnierte und entwässerte Material, in dem eingangs genannten Beispiel also Stroh, wird von der Entwässerungsschnecke 18 – jetzt mit einer Feuchte von 120-160% und einem Schüttgewicht von ca. 200 kg/m^3 – an den Trockner 20 weitergegeben. Darin wird es durch Erwärmen bis auf einen erwünschten Restfeuchtegehalt von dem restlichen Wasser aus der Imprägniermittellösung befreit. Es handelt sich hierbei beispielsweise um einen Trommeltrockner, bei dem das Material durch eine Rotation einer Trommel in Bewegung versetzt und auf diese Weise gut durchlüftet und zugleich in Richtung einer Austrittsöffnung des Trommeltrockners transpor-

tiert wird. Von dem Trockner 20 wird das Material an eine (reversierbare) Transportschnecke 22 übergeben. Von dieser wird das imprägnierte und getrocknete Material zu den sich anschließenden Bearbeitungsprozessen wie z. B. zur Zerfaserung weitergeleitet.

Die Vakuumimprägniervorrichtung 16 ist in Figur 2 in Form eines ersten Ausführungsbeispiels gezeigt. Sie weist eine Eintragsschnecke 52, eine daran angeflanschte Vakuumimprägnierkammer 54 und eine wiederum hieran angeflanschte Austragsschnecke 56 auf. Sowohl die Eintragsschnecke 52 als auch die Austragsschnecke 56 sind als in Förderrichtung konisch verjüngte Stopfschnecken ausgebildet. Die Vakuumimprägnierkammer 54 weist einen Mischer auf, der unter Bezugnahme auf Figur 3 noch näher erläutert wird. Das von der Bandwaage 14 übergebene Stroh (vgl. Fig. 1) gelangt zunächst beispielsweise unter Einfluss der Schwerkraft (Pfeil 58) eingangsseitig in die Eintragsschnecke 52. Diese befördert es mit einer zuvor eingestellten Geschwindigkeit in Richtung ihres ausgangsseitig verjüngten, axialen Endes. Die Fördergeschwindigkeit wird über die Drehzahl der Förderschnecke mittels einer Regelung 60 so eingestellt, dass unter Berücksichtigung der von der Bandwaage aufgegebenen Materialmenge immer gewährleistet ist, dass das Material im Bereich des verjüngten ausgangsseitigen Endes der Schnecke einen Pfropfen bildet.

Dem Material wird bereits in der Eintragsschnecke 52 Imprägniermittellösung über eine erste Zuleitung 62 zugesetzt, um das Abdichtverhalten des Materials im Bereich des ausgangsseitigen Endes der Eintragsschnecke 52 zu verbessern und um das Material gleichzeitig unter dem von der Eintragsschnecke 52 ausgeübten Druck vorzuimprägnieren. Zusätzlich oder alternativ kann dem Material über eine separate in Figur 2 nicht dargestellte Zuleitung eine Flüssigkeit zugesetzt werden, die kein Imprägniermittel umfasst, aber das Abdichtverhalten des Materials innerhalb der Eintragsschnecke 52 verbessert.

Das ausgangsseitige Ende der Eintragsschnecke 52 bildet zugleich eine Eintrittsöffnung 64, durch die das Material in die Imprägnierkammer 54 eingeschleust wird. Die als Durchlaufmischer konzipierte Imprägnierkammer

54 weist zwei mit einer Vielzahl von (verstellbaren) Mischwerkzeugen 70 versehene Wellen 66, 68 auf, vgl. Figur 3, die das Material gegenläufig rotierend auflockern, zusammen mit dem Imprägniermittel durchmischen und gleichzeitig in Richtung der Austragsschnecke 56 transportieren.

Die Imprägnierkammer 54 ist an das Vakuumsystem 40 angeschlossen (vgl. auch Fig. 1) und wird mit Hilfe des Regelventils 42 in Abhängigkeit von der Pumpleistung der Vakuumpumpen 44 bis auf einen gewünschten Druck von beispielsweise 25 mbar evakuiert. Durch den Unterdruck wird das eingetragene Material ausreichend entgast, um eine bessere Aufnahmefähigkeit für das anschließend oder gleichzeitig zugesetzte Imprägniermittel zu gewährleisten. Die Auslegung der Vakuumpumpe(n) hängt dabei von den zu erwartenden Leckverlusten der Imprägniervorrichtung ab. Die Leckverluste werden ihrerseits durch (a) die Querschnitte der Eintritts- und der Austrittsöffnung der Imprägniervorrichtung sowie (b) das Abdichtverhalten des Materials bestimmt.

Imprägniermittel wird in Form der Imprägnierlösung über eine zweite Zuleitung 72 während des Imprägnierens auch in die Imprägnierkammer 54 eingebracht. Dies geschieht, indem die Lösung mittels einer Düse 74 über dem Durchlaufmischer und dem darin durchmischten Material in die Imprägnierkammer 54 eingesprüht wird. Die Menge der insgesamt zugesetzten Imprägnierlösung, die zum Teil in die Eintragsschnecke 52 und zum Teil in die Imprägnierkammer 54 injiziert wird, wird mit dem Dosierpumpe 34 und dem Durchflussmesser 36 (hier nicht gezeigt, vgl. hierzu Fig. 1) auf das in Abhängigkeit von dem Volumenstrom des eingetragenen zu imprägnierenden Materials benötigte Maß beschränkt. Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform einer horizontal angeordneten Imprägnierkammer wird bevorzugt für geringe Imprägniergehalte verwendet.

Die Mischzeit und Mischintensität in der Imprägnierkammer 54 kann mittels einer weiteren Regelung 76 (Umrichter) geregelt werden, die die Drehzahl der Wellen 66, 68 in Verbindung mit am austrittsseitigen Ende der Imprägnierkammer 54 angeordneten Austrittsklappen steuert. Es ist auf diese Weise möglich, die Mischintensität zu erhöhen, indem die Drehzahl der

Wellen 66, 68 höher eingestellt wird, ohne die Mischzeit zu verkürzen, indem die Austrittsklappen 78 so lange wie gewünscht geschlossen bleiben und/oder so weit wie gewünscht geschlossen werden. So wird das Material einerseits schneller zum ausgangsseitigen Ende der Imprägnierkammer 54 befördert, verweilt dort aber eine entsprechend längere Zeit, um beispielsweise einer längeren Entgasung nach dem Imprägnieren unterzogen zu sein. Die Regelung der Austrittsklappen kann ferner in Abhängigkeit von der Stromaufnahme eines (nicht dargestellten) Antriebsmotors der Wellen 66, 68 erfolgen, um beispielsweise einen Materialstau zu verhindern. Wird eine geringere Wellendrehzahl gewählt, kann die Verweilzeit des Materials in der Imprägnierkammer insgesamt und insbesondere unterhalb der Einspritzdüse 74 aufgrund einer geringeren Transportgeschwindigkeit verlängert werden.

Die Einspritzdüse wird vorzugsweise im Anfangsbereich nahe der Eintrittsöffnung der Imprägnierkammer angeordnet. Sie kann je nach Imprägniervorgang aber auch näher zur Mitte der Imprägnierkammer hin angeordnet sein, um beispielsweise den Zeitraum zum Entgasen des Materials vor dem Imprägnieren zu verlängern.

Die Aufteilung der Imprägniermittellösung auf den in die Eintragsschnecke 52 und den in die Imprägnierkammer 54 injizierten Teil kann beispielsweise durch nicht dargestellte Durchflussmesserund/oder Ventile einstellbar sein.

Das imprägnierte Material wird durch Öffnen der Austrittsklappen 78 in den Eingangsbereich der ebenfalls zu ihrer Austrittsöffnung hin verjüngten Austragsschnecke 56 transportiert. Das Material wird in der Austragsschnecke wiederum im Bereich des verjüngten ausgangsseitigen Endes, das zugleich eine Austrittsöffnung 82 zum Ausschleusen des imprägnierten Materials aus der Imprägniervorrichtung 16 bildet, derart komprimiert, dass es einen Pfropfen bildet, der die Austrittsöffnung 82 abdichtet. Dass dies gewährleistet ist, stellt eine Regelung 80 sicher, die die Drehzahl der Austragsschnecke 56 in Abhängigkeit von dem – bei abwechselnd geöffneten und geschlossenen oder teilweise geschlossenen Austrittsklappen 78 diskontinuierlichen – Volumenstrom des imprägnierten Materials regelt. Die Schnecke

erfüllt dabei eine Doppelfunktion: während der Pfropfenbildung wird nämlich überschüssiges Imprägniermittel in der oben geschilderten Weise abgepresst und über die Rückführungsleitung 46 in den Vorratsbehälter 32 eingespeist. Durch das Abpressen überschüssigen Imprägniermittels wird der insgesamt benötigte Imprägniermittelanteil in Abhängigkeit von dem Volumenstrom des Materials weitgehend konstant gehalten.

Die beiden Pfropfen im Bereich der Eintrittsöffnung 64 der Imprägnierkammer 54 und der Austrittsöffnung 82 der Austragsschnecke 56 bewirken, dass das Material in dem gesamten Bereich dazwischen dem mittels des Vakuumsystems 40 erzeugten Vakuum ausgesetzt ist. Dabei durchläuft es innerhalb des Vakuums sowohl einen Abschnitt (unterhalb der Einspritzdüse), in dem das Imprägniermittel aufgebracht wird, als auch einen Abschnitt, in dem kein weiteres Imprägniermittel aufgebracht wird, sondern in dem es nur noch durchmischt und/oder transportiert wird, um zu entgasen und um insgesamt eine bestmögliche Penetration des Imprägniermittels in das Material zu erreichen.

Das durch die Austrittsöffnung 82 der Austragsschnecke 56 ausgeschleuste, imprägnierte Material wird der nachgeschalteten Entwässerungsschnecke 18 zugeführt, vgl. Figur 1. Bei ausreichender Entwässerung in der Austragsschnecke 56 kann jedoch auch auf eine nachgeschaltete, zusätzliche Entwässerungsschnecke 18 verzichtet werden, so dass das Material direkt aus der Imprägniervorrichtung 16 in einen nachgeschalteten Trockner 20 eingegeben werden.

Das in Figur 4 gezeigte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vakuum-Imprägniervorrichtung 16´ weist ebenfalls eine Eintragsschnecke 52´ und eine Austragsschnecke 56´ auf, die als konisch verjüngte Stopfschnecken ausgebildet sind. Anders als in dem zuvor gezeigten Ausführungsbeispiel ist die zwischen den beiden Stopfschnecken angeordnete Imprägnierkammer 84 hier jedoch als eine großvolumige Mischschnecke ausgebildet. Die Imprägnierkammer 84 ist aus der Horizontalen in Prozessrichtung ansteigend herausgekippt. Ferner unterscheidet sich die Imprägniervorrichtung 16´ von der Imprägniervorrichtung 16 gemäß Fig. 1 dadurch, dass die

gesamte Imprägniermittelmenge mittels der Leitung 62´ in die Eintragsschnecke 52´eingebracht wird und keine weitere Leitung zum direkten Eindüsen von Imprägniermittel in die Imprägnierkammer 84 vorgesehen ist.

Die zur Vakuumimprägnierung eingesetzte Mischschnecke ist mit zwei Regelmechanismen ausgestattet, um die gewünschte Mischdauer und Mischintensität zu erreichen. Zum einen ist eine Verstelleinrichtung (durch Pfeil 86 angedeutet) vorgesehen, mittels der die Neigung der Imprägnierkammer gegenüber der Horizontalen verstellbar ist, und zum anderen ist eine Drehzahlregelung 88 zur Einstellung der Fördergeschwindigkeit der Mischschnecke vorgesehen.

Das über die Eintragsschnecke 52´ injizierte Imprägniermittel wird zusammen mit dem nunmehr bereits vorimprägnierten Material durch die Eintrittsöffnung 64´ in die Imprägnierkammer eingeschleust und sammelt sich dort in einem unteren Abschnitt 98 an. Je nach Neigung der Imprägnierkammer 84, Drehzahl der Mischschnecke und eingeschleuster Imprägniermittelmenge kommt das Material über eine längere Mischdauer mit dem Imprägniermittel in Berührung. Diese Art der Tauchbad-Imprägnierung ist insbesondere für höhere Imprägniergehalte geeignet.

In Förderrichtung am Ende der Mischschnecke der Imprägnierkammer 84 wird das imprägnierte Material an die Austrittsschnecke 56´ übergeben, die das Material wie in dem zuvor genannten Ausführungsbeispiel einerseits komprimiert und dabei überschüssiges Imprägniermittel abpresst und die andererseits zugleich einen Materialpfropfen im Bereich der Austrittsöffnung 82´ zum Ausschleusen des Materials aus der Imprägniervorrichtung 16´ bildet. Der Materialpfropfen in der Eintrittsöffnung 64´ sowie der Materialpfropfen in der Austrittsöffnung 82´ begrenzen auch hier das mittels des Vakuumsystems 40´ evakuierte Volumen.

Das imprägnierte Material wird von der Austragsschnecke 56´ an eine Auflösungseinheit 90 übergeben, die im Wesentlichen zwei Nadelwalzen 92, 94 aufweist, mit denen das imprägnierte, teilweise verklumpte Material nach dem Ausschleusen aufgelockert wird, bevor es beispielsweise – so-

fern keine nachgeschaltete Entwässerungsschnecke vorgesehen ist – an einen Trockner (vgl. Fig. 1) übergeben wird. Eine ähnliche Auflösungseinheit kann auch hinter der Eintrittsöffnung innerhalb der Imprägnierkammer 84 zum Auflockern des Materials nach dem Einschleusen vorgesehen werden.

Die Drehzahlen der Eintrags-, der Austragsschnecke 52', 56' und der Mischschnecke sowie die Neigung der Imprägnierkammer 84 werden mittels Regelungen 60', 80', 86 und 88 geregelt.

Alle Regelungen der gezeigten Ausführungsbeispiele können über eine Recheneinheit miteinander und insbesondere auch mit den übrigen Regelungen der Imprägnieranlage 10 (vgl. Fig. 1) verbunden sein, so dass der Imprägnierprozess vollautomatisch abläuft. Es erweist sich ferner als vorteilhaft, weitere Mess- und Regelkreise vorzusehen, mit denen beispielsweise der Druck oder die Druckänderung in Imprägnierkammer 54 bzw. 84 überwacht und der jeweilige Messwert dazu verwendet wird, die Drehzahl der Eintrags- und Austragschnecke in Abhängigkeit von der aufgegebenen Material- und Imprägniermittelmenge so zu verändern, dass eine größtmögliche Vakuumabdichtung gewährleistet ist.
Neben den gezeigten Ausführungsbeispielen sind noch weitere Ausführungsformen der Imprägnierkammer möglich. Beispielsweise kann diese eine drehbare Trommel mit verstellbaren oder festen Schaufeln zum Durchmischen des Materials und des Imprägniermittels aufweisen. Sie kann ferner auch einen Kettenförderer oder einen Schaufeltransport (Redler-System) aufweisen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Vakuumimprägnieren von kleinteiligem Material in einer Imprägniervorrichtung (16, 16´) mit einer evakuierbaren Imprägnierkammer (54, 84), einer Eintrittsöffnung (64, 64´) zum Einschleusen des Materials in die Imprägnierkammer (54, 84) und einer Austrittsöffnung (82, 82´) zum Ausschleusen des Materials aus der Imprägniervorrichtung (16, 16´) mit den Verfahrensschritten

- Behandeln des Materials mit einer Substanz, um so ein behandeltes Material zu erzeugen, dessen Abdichtverhalten in einer Stopfschnecke im Vergleich mit dem unbehandelten Material verbessert ist,
- Transportieren des behandelten Materials mittels einer Stopschnecke (52) zur Eintrittsöffnung (64, 64´),
- Einschleusen des behandelten Materials mittels der Stopfschnecke (52) durch die Eintrittsöffnung (64, 64´) in die Imprägnierkammer (54, 84), so dass das behandelte Material die Eintrittsöffnung (64, 64´) während des Einschleusens abdichtet,
- Imprägnieren des Materials in der Imprägnierkammer (54, 84) mit einem Imprägniermittel bei Unterdruck,
- Transportieren des imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung (82, 82´) und
- Ausschleusen des imprägnierten Materials durch die Austrittsöffnung (82, 82´) aus der Imprägniervorrichtung (16, 16´), so dass das Material die Austrittsöffnung (82, 82´) während des Ausschleusens abdichtet.

2. Imprägnierverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substanz, mit der das Material behandelt wird, um ein behandeltes Material zu erzeugen, dessen Abdichtverhalten in einer Stopfschnecke im Vergleich mit dem unbehandelten Material verbessert ist, ein flüssiges Imprägniermittel ist.

3. Imprägnierverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material kontinuierlich durch die Eintrittsöffnung (64, 64´) in die Imprägnierkammer (54, 84) eingeschleust

und/oder kontinuierlich durch die Austrittsöffnung (82, 82´) aus der Imprägniervorrichtung (16, 16´) ausgeschleust wird.

4. Imprägnierverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material beim Transportieren zur Austrittsöffnung (82, 82´) komprimiert wird.

5. Imprägnierverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Material beim Transportieren zur Austrittsöffnung (82, 82´) komprimiert und dabei überschüssiges Imprägniermittel aufgefangen wird.

6. Imprägnierverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material nach dem Einschleusen und/oder Ausschleusen aufgelockert wird.

7. Imprägnierverfahren nach einem vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zur Eintrittsöffnung (64, 64´) und Austrittsöffnung (82, 82´) transportierten Materials geregelt wird, um das Abdichtverhalten des Materials zu beeinflussen.

8. Imprägnierverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Imprägnierens zusätzliches Imprägniermittel in die Imprägnierkammer (54, 84) eingebracht wird.

9. Imprägnierverfahren nach einem der Ansprüche 2-8, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des vor dem Eintritt in die Imprägnierkammer (54, 84) und/oder des während des Imprägnierens zusätzlich eingesetzten Imprägniermittels in Abhängigkeit von der Menge des zur Eintrittsöffnung (64, 64´) transportierten unbehandelten Materials geregelt wird, um das Abdichtverhalten des Materials und/oder dessen Imprägnierung zu beeinflussen.

10. Imprägnierverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Imprägnierkammer (54, 84) permanent evakuiert wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche.

13. Vorrichtung zum Vakuumimprägnieren von kleinteiligem Material mit einer evakuierbaren Imprägnierkammer (54, 84), einer Eintrittsöffnung (64, 64´) zum Einschleusen des Materials in die Imprägnierkammer (54, 84) und einer Austrittsöffnung (82, 82´) zum Ausschleusen des Materials aus der Imprägniervorrichtung (16, 16´), mit einer Stopfschnecke (52, 52') zum Transportieren des Materials zur Eintrittsöffnung (64, 64´), mit einer der Stopfschnecke zugeordneten oder vorgeschalteten Einrichtung (62, 62') zum Behandeln des kleinteiligen Materials mit einer Substanz, um so ein behandeltes Material zu erzeugen, dessen Abdichtverhalten in der Stopfschnecke (52, 52') im Vergleich mit dem unbehandelten Material verbessert ist, mit Mitteln zum Transportieren imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung (82, 82´) und mit einer Vorrichtung (40, 40´) zum Evakuieren der Imprägnierkammer (54, 84).

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Stopfschnecke (52, 52') und die Mittel zum Transportieren des imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung (82, 82´) derart ausgebildet sind, dass das Material beim Einschleusen in die Imprägnierkammer (54, 84) die Eintrittsöffnung (64, 64´) und beim Ausschleusen aus der Imprägniervorrichtung (16, 16´) die Austrittsöffnung (82, 82´) zumindest im wesentlichen druckdicht abdichtet.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Transportieren des imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung (82, 82´) dazu ausgebildet sind, das Material zu komprimieren.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Transportieren des imprägnierten Materials zur Austrittsöffnung (82, 82´) eine Stopfschnecke (56) beinhalten.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13-16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Regelung (60, 60´, 80, 80´) zum Regeln der Drehzahl einer oder mehrerer der vorhandenen Stopfschnecken (52, 52´, 56, 56´) aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche13-17, dadurch gekennzeichnet, dass die der Stopfschnecke zugeordnete oder vorgeschaltete Einrichtung (62, 62') zum Behandeln des kleinteiligen Materials dazu eingerichtet ist, dem Material ein flüssiges Imprägniermittel und/oder ein flüssiges, das Abdichtverhalten des kleinteiligen Materials erhöhendes Mittel zuzusetzen.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung im Bereich der Stopfschnecke (56, 56´) zum Transportieren des Materials zur Austrittsöffnung (Austragsschnecke) eine Einrichtung (46, 46´) zum Auffangen und Rückführen von überschüssigem Imprägniermittel aufweist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung der Eintragsschnecke (52, 52´) und/oder der Austragsschnecke (56, 56´) nachgeschaltete Mittel (90) zum Auflockern des Materials nach dem Einschleusen bzw. Ausschleusen aufweist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Mittel (62, 62´, 72) zur Zugabe von Imprägniermittel in die Imprägnierkammer (54, 84) aufweist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Regelung (28, 34, 36) zum Regeln der Imprägniermittelzugabe insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl der Stopfschnecken (52, 52´, 56, 56´) aufweist.

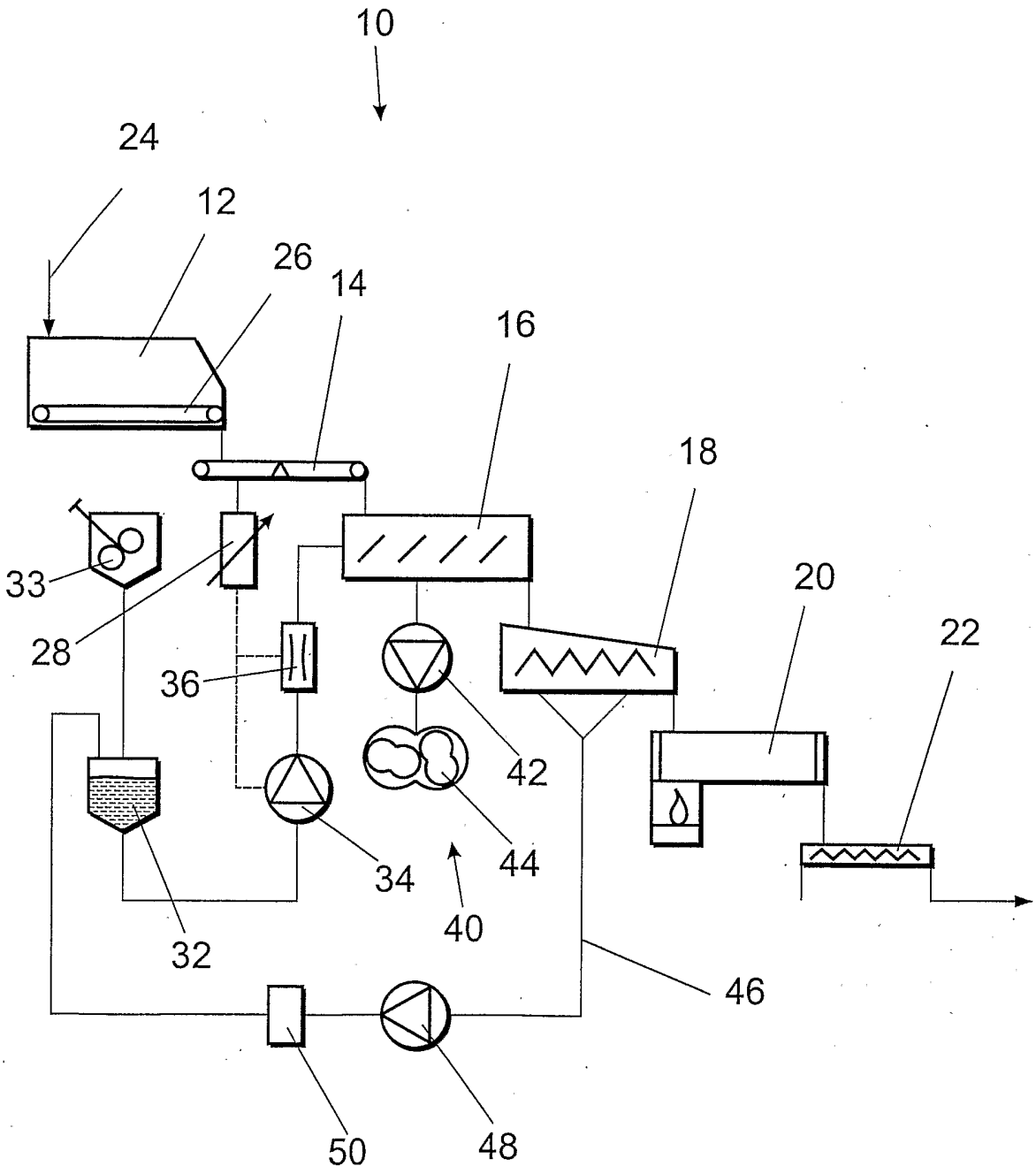


Fig. 1

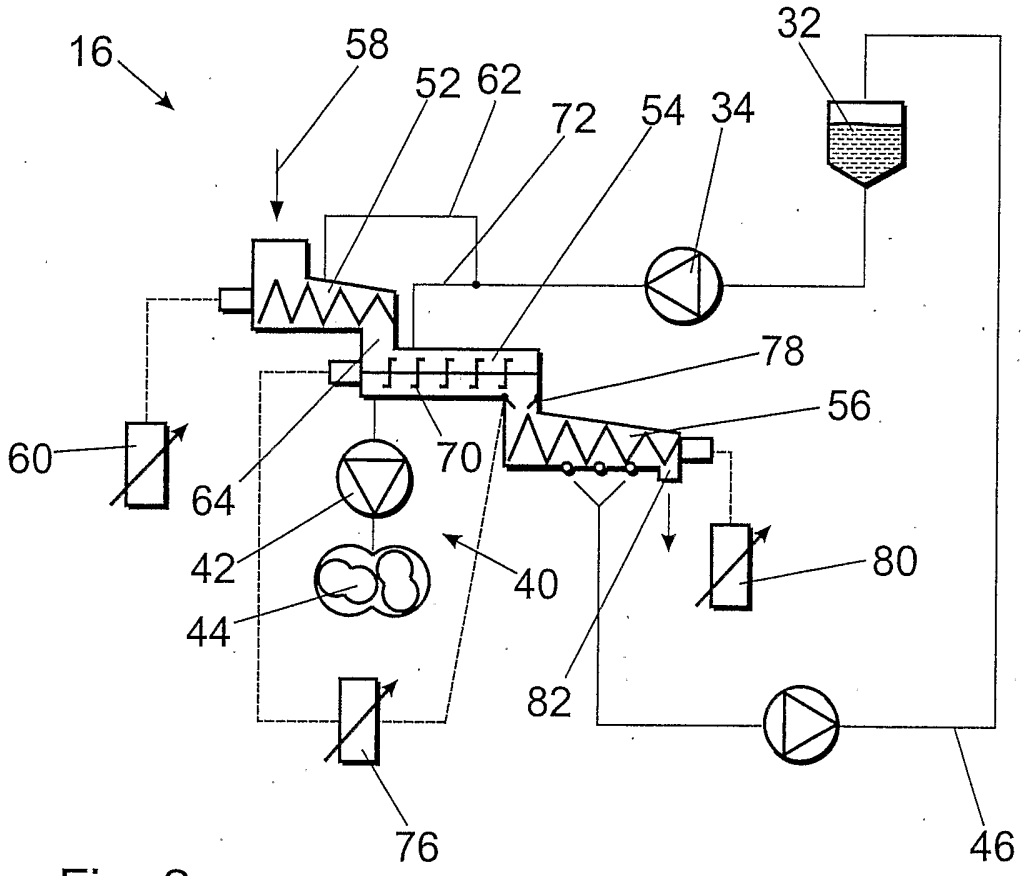

16
58
52
62
72
54
34
32
78
56
60
70
64
42
40
80
44
82
76
46

Fig. 2

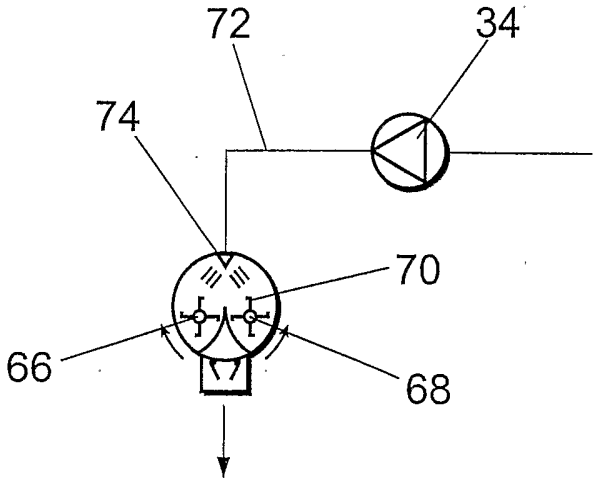

72
34
74
70
66
68

Fig. 3

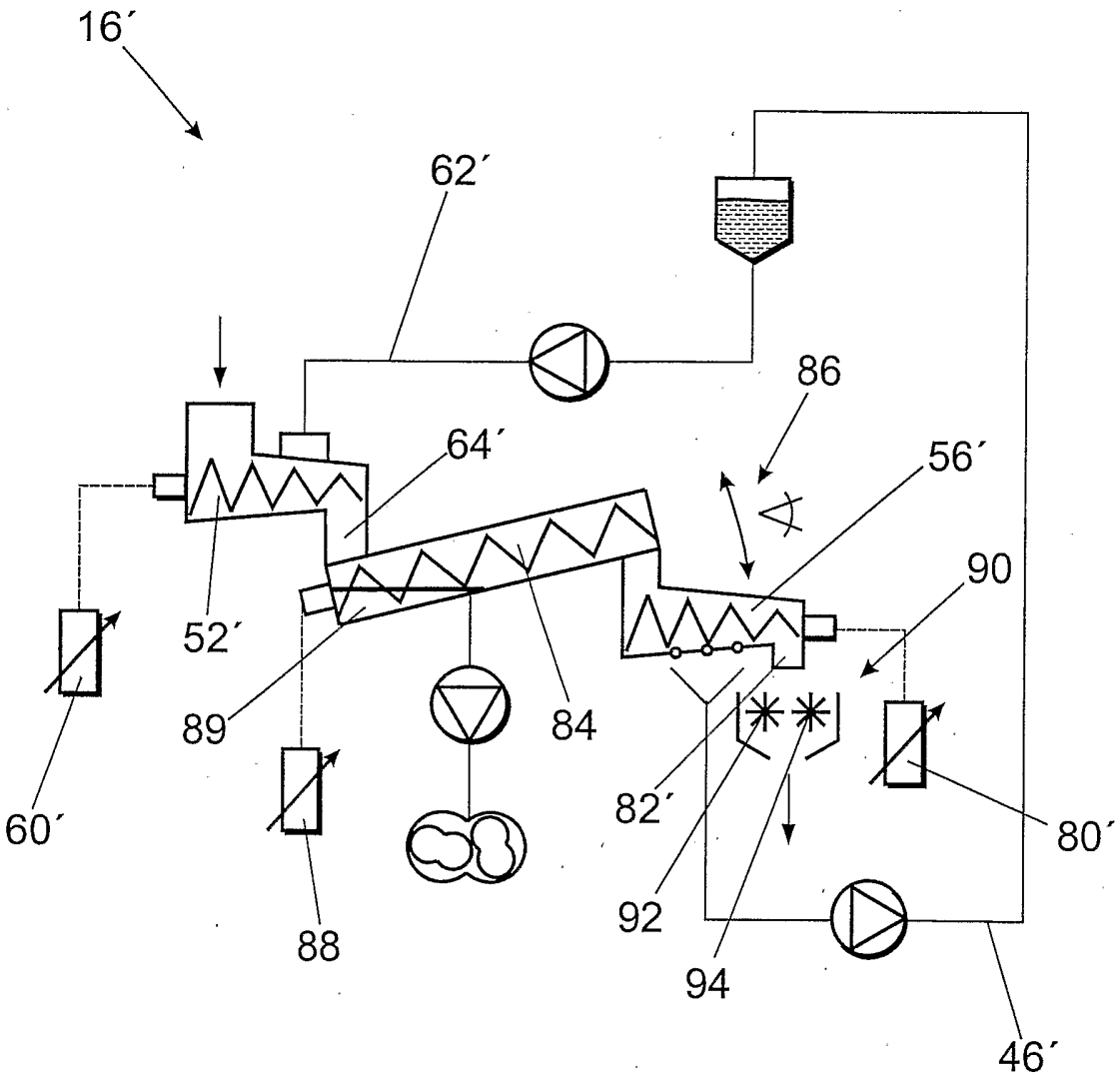


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In onal Application No
PCT/EP 02/08972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B27N1/02 D21C7/06

) **Internationale Patentklassifikation[7]: B27N 1/02,**
D21C 7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B27N D21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 11 230 A (KOTEREWA KATHARINA ;NOPPER HERBERT GEORG (DE)) 16 September 1999 (1999-09-16) cited in the application abstract; claims; figures	1-22
A	DE 44 19 733 A (EPPLE ALBRECHT) 7 December 1995 (1995-12-07) cited in the application	
A	DE 196 53 067 A (NOLTE GMBH & CO KG SPANPLATTEN) 4 June 1998 (1998-06-04)	
A	DE 196 21 606 A (PICON SCHMIDT & CO GMBH) 4 December 1997 (1997-12-04)	

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 October 2002	07/11/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	J-E. Söderberg

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 372 (M-648), 4 December 1987 (1987-12-04) & JP 62 144903 A (NOBUO IKEDA), 29 June 1987 (1987-06-29) abstract	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/08972

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19911230 A	16-09-1999	DE 19911230 A1	16-09-1999
		AU 1142299 A	05-04-1999
		CA 2303870 A1	25-03-1999
		WO 9914022 A1	25-03-1999
		EP 1017549 A1	12-07-2000
DE 4419733 A	07-12-1995	DE 4419733 A1	07-12-1995
DE 19653067 A	04-06-1998	DE 19653067 A1	04-06-1998
DE 19621606 A	04-12-1997	DE 19621606 A1	04-12-1997
		AU 3030197 A	05-01-1998
		BR 9709375 A	11-01-2000
		WO 9746635 A1	11-12-1997
		EP 0958330 A1	24-11-1999
JP 62144903 A	29-06-1987	JP 1778589 C	13-08-1993
		JP 4067483 B	28-10-1992
		EP 0213741 A1	11-03-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/EP 02/08972

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B27N1/02 D21C7/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B27N D21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 11 230 A (KOTEREWA KATHARINA ;NOPPER HERBERT GEORG (DE)) 16. September 1999 (1999-09-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen ---	1-22
A	DE 44 19 733 A (EPPLE ALBRECHT) 7. Dezember 1995 (1995-12-07) in der Anmeldung erwähnt ---	
A	DE 196 53 067 A (NOLTE GMBH & CO KG SPANPLATTEN) 4. Juni 1998 (1998-06-04) ---	
A	DE 196 21 606 A (PICON SCHMIDT & CO GMBH) 4. Dezember 1997 (1997-12-04) ---	

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
31. Oktober 2002	07/11/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	J-E. Söderberg

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 372 (M-648), 4. Dezember 1987 (1987-12-04) & JP 62 144903 A (NOBUO IKEDA), 29. Juni 1987 (1987-06-29) Zusammenfassung -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/EP 02/08972

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19911230	A	16-09-1999	DE	19911230 A1	16-09-1999
			AU	1142299 A	05-04-1999
			CA	2303870 A1	25-03-1999
			WO	9914022 A1	25-03-1999
			EP	1017549 A1	12-07-2000
DE 4419733	A	07-12-1995	DE	4419733 A1	07-12-1995
DE 19653067	A	04-06-1998	DE	19653067 A1	04-06-1998
DE 19621606	A	04-12-1997	DE	19621606 A1	04-12-1997
			AU	3030197 A	05-01-1998
			BR	9709375 A	11-01-2000
			WO	9746635 A1	11-12-1997
			EP	0958330 A1	24-11-1999
JP 62144903	A	29-06-1987	JP	1778589 C	13-08-1993
			JP	4067483 B	28-10-1992
			EP	0213741 A1	11-03-1987