

(19)



(11)

EP 2 322 713 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.05.2011 Patentblatt 2011/20

(51) Int Cl.:
D21B 1/06^(2006.01) D21B 1/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09175707.0**

(22) Anmeldetag: **11.11.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Aarsen Holding B.V.**
3011 JG Rotterdam (NL)

(72) Erfinder: **Mischok, Jürgen**
99974 Mühlhausen (DE)

(74) Vertreter: **Michalski Hüttermann & Partner**
Patentanwälte
Neuer Zollhof 2
40221 Düsseldorf (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung von Bambusfasern, sowie Kunststoffe enthaltend dieselben

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Bambusfasern, aufweisend die folgenden Schritte:

- a) Zerteilen des Bambusrohres quer zu seiner Längsachse in einzelne Abschnittselemente,
- b) Spalten der Abschnittselemente entlang ihrer Längsachse in Spaltelemente,
- c) Zerfaserung der Spaltelemente zu einzelnen Fasern mittels Druckbeaufschlagung, und
- d) Trocknung der Bambusfasern,

wobei das Bambusrohr bzw. die Bambusfasern während dieses Verfahrens zusätzlich einem Entzuckerungsschritt unterworfen werden.

10

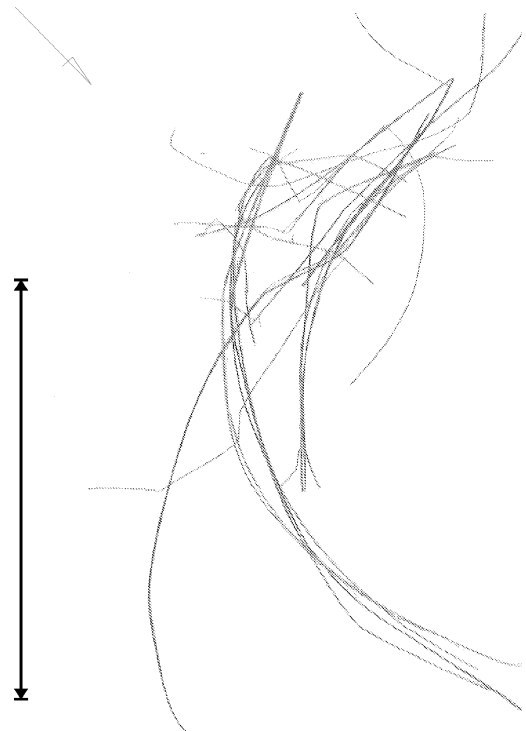


Fig. 1

EP 2 322 713 A1

Beschreibung

- 5 **[0001]** Faserverstärkte Kunststoffe kommen im Bereich der Technik in vielen Gebieten zum Einsatz. Sie weisen im Vergleich zu anderen Werkstoffen hohe spezifische Steifigkeiten und Festigkeiten bei geringem spezifischem Gewicht auf. Diese an sich widersprüchlichen Eigenschaften verdanken diese Werkstoffe der Tatsache, dass sie aus wenigstens zwei Komponenten bestehen, nämlich einer Faserkomponente sowie einer Matrixkomponente. Die Fasern der Faserkomponente weisen in Längsrichtung ein hohes Elastizitätsmodul auf und sind daher in der Lage, starke Zugkräfte aufzunehmen. Die Matrixkomponente bettet und stützt die Fasern, schützt sie vor Knicken und anderen Umwelteinflüssen und weist überdies eine hohe Bruchfestigkeit auf, so dass sie in der Lage ist, starke Drücke und Schubkräfte aufzunehmen.
- 10 **[0002]** Eine innige Verbindung zwischen Faser- und Matrixkomponente trägt dazu bei, dass Zugkräfte, Drücke und Schubkräfte gleichmässig auf den gesamten Werkstoff übertragen werden.
- [0003]** Bei der Faserkomponente handelt es sich in der Regel um Glas- oder Kohlefasern. Vereinzelt kommen auch Stahlfasern oder aber Fasern aus Aramid, Nylon oder PE zum Einsatz.
- 15 **[0004]** Bei der Matrixkomponente handelt es sich gewöhnlich um einen thermoplastischen, einen duroplastischen oder einem elastomeren Kunststoff. Letztere kommen nur vereinzelt zum Einsatz, zum Beispiel bei Keil- oder Zahnriemen. Erstere sind besonders vielseitig verwendend verarbeitbar, während die als zweites genannten faserverstärkten Kunststoffe mit duroplastischer Matrix in der Regel die höchsten Festigkeiten aufweisen.
- [0005]** Faserverstärkte Kunststoffe haben sich in all den Einsatzbereichen, bei denen es auf eine hohe Zug- und Bruchfestigkeit bei geringem spezifischen Gewicht ankommt, durchgesetzt, so zum Beispiel im Karosseriebau, im Flugzeugbau, im Schiffbau, im Tief und Hochbau sowie bei Artikeln des täglichen Lebensbedarfs.
- 20 **[0006]** Aufgrund der innigen Verbindung zwischen Faser- und Matrixkomponente, die für die oben genannten positiven Eigenschaften unverzichtbar ist, lassen sich faserverstärkte Kunststoffe in der Regel nur schlecht oder gar nicht wiederverwerten. So können zum Beispiel faserverstärkte Duroplaste zwar eingeschmolzen werden, dies erleichtert die Auftrennung in die Matrix und die Faserkomponente jedoch nicht. Eine chemische Extraktion der Fasern verbietet sich in der Regel aus Umwelt- sowie aus Kostengründen. Allenfalls lassen sich solche Kunststoffe zermahlen und als Streckmittel wiederverwenden. Letztere sind jedoch im Vergleich zu den Ausgangsstoffen von minderer Qualität.
- 25 **[0007]** Faserverstärkte Thermoplaste können unter Umständen ebenfalls zermahlen und als kurzfaserverstärkte Kunststoffe wiederverwendet werden. Durch das erneute Aufschmelzen werden jedoch die Eigenschaften des thermoplastischen Kunststoffs wesentlich verschlechtert.
- 30 **[0008]** Die erwähnten, eingeschränkten Recyclingmöglichkeiten gelten allerdings nicht für glasfaserverstärkte Kunststoffe, die einen überwältigend grossen Anteil der Gesamtmenge der faserverstärkten Kunststoffen darstellen, da sie die oben genannten Eigenschaften in Bezug auf Festigkeit und spezifisches Gewicht in nahezu idealer Weise verbinden. Überdies sind sie sehr kostengünstig in der Herstellung, insbesondere im Vergleich zu kohlefaserverstärkten Kunststoffen.
- 35 **[0009]** Da Glasfasern nicht brennen, können glasfaserverstärkte Kunststoffe zu Zwecken der Entsorgung nicht oder nur schlecht verbrannt werden. Ebenso wenig können sie zermahlen werden, da die Glasfasern eine grosse Oberflächenhärte aufweisen, die die zu benutzenden Mahlwerkzeuge, insbesondere zum Beispiel Extruder, beschädigen würde. Ausserdem werden beim Zermahlen von Glasfasern Mikrofasern freigesetzt, die stark gesundheitsschädlich sind. Aus diesem Grunde dürfen nach deutscher Gesetzgebung glasfaserverstärkte Kunststoffe nicht wiederverwertet werden, sondern müssen endgelagert werden.
- 40 **[0010]** Da aufgrund der Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet sind, Massnahmen zu treffen, um sicherzustellen, dass bis spätestens 01.01.2006 Altfahrzeuge zu mindestens 85% des durchschnittlichen Fahrzeuggewichts wiederverwertet werden müssen, und bis spätestens 01.01.2015 zu mindestens 95% wiederverwertet werden, ist mittelfristig absehbar, dass glasfaserverstärkte Kunststoffe im Automobilbau nicht mehr in nennenswertem Umfang verwendet werden können.
- 45 **[0011]** Nach einer Studie des VDI ist der Gewichtsanteil von Kunststoffen im Automobilbau in den letzten 30 Jahren von 6 Gew.-% auf 15 Gew.-% angestiegen, während der Metallanteil um denselben Betrag zurückging. Grund hierfür ist, dass mehr und mehr metallische KFZ-Bauteile aus Gewichts- und Korrosionsgründen durch Kunststoffbauteile ersetzt werden. Ein Grossteil dieser Kunststoffe sind glasfaserverstärkte Kunststoffe, deren Anteil in Zukunft aufgrund der genannten EU-Richtlinie mehr und mehr reduziert werden muss.
- 50 **[0012]** Es besteht also ganz offensichtlich ein dringender Bedarf für einen recyclefähigen Werkstoff, der geeignet ist, glasfaserverstärkte Kunststoffe im Automobilbau zu ersetzen, und der ähnliche Eigenschaften in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit, die Zug- und Bruchfestigkeit sowie das spezifische Gewicht aufweist. Aber auch für andere Einsatzbereiche ist ein solcher Werkstoff dringend erforderlich.
- 55 **[0013]** Aus dem Stand der Technik sind faserverstärkte Kunststoffe bekannt, deren Faserkomponente aus nachwachsenden Verstärkungsfasern bestehen, so zum Beispiel aus Flachs, Hanf oder Sisal.
- [0014]** So ist zum Beispiel aus der DE 297 20 598 ein Vliesstoff aus Natur- und Kunstfasern bekannt, bei welchem als Naturfasern Flachs, Hanf, Sisal, Capok, Jute, Ramie, Kokos, Nessel oder Banane verwendet werden. Aus der DE

42 26 988 ist ein Formteil aus mit einem geschäumten Kunstharz durchtränkten Naturfasern bekannt, bei dem als Naturfasern Flachs, Hanf, Sisal, Kokos-, Baumwoll-, Seide- oder Jutefasern zum Einsatz kommen.

[0015] Die genannten Naturfasern haben jedoch im Vergleich zu den herkömmlicherweise verwendeten Fasern, wie zum Beispiel Glasfasern, Kohlefasern, Stahlfasern oder Aramidfasern eine geringe mechanische Widerstandsfähigkeit, insbesondere ein kleines Elastizitätsmodul. Aus diesen Gründen werden diese Fasern nicht in Strukturbauteilen verwendet, die Druck- und Zugkräfte aufnehmen müssen, sondern lediglich in Verkleidungsbauteilen. Überdies werden sie - im Querschnitt - als Streckmittel für Kunststoffe eingesetzt.

Aufgaben der vorliegenden Erfindung

[0016] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen faserverstärkten Kunststoff bereitzustellen, der recyclebar ist, dabei höchste Ansprüche an das spezifische Gewicht und die Zug- und Bruchfestigkeit erfüllt, und der daher auch für tragende Strukturen, zum Beispiel im Fahrzeugbau, im Flugzeugbau oder im Schiffbau verwendet werden kann.

[0017] Diese Aufgaben werden mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche der vorliegenden Erfindung gelöst.

[0018] Dabei ist zunächst ein Verfahren zur Herstellung von Bambusfasern vorgesehen, aufweisend die folgenden Schritte:

- a) Zerteilen des Bambusrohres quer zu seiner Längsachse in einzelne Abschnittselemente,
- b) Spalten der Abschnittselemente entlang ihrer Längsachse in Spaltelemente,
- c) Zerkleinerung der Spaltelemente zu einzelnen Fasern mittels Druckbeaufschlagung, und
- d) Trocknung der Bambusfasern,

wobei das Bambusrohr bzw. die Bambusfasern während dieses Verfahrens zusätzlich einem Entzuckerungsschritt unterworfen werden.

[0019] Es ist darauf hinzuweisen, dass die oben genannten Schritte nicht zwangsläufig in der dargestellten Reihenfolge durchgeführt werden müssen. So kann beispielsweise Schritt a) auch nach Schritt b) erfolgen (siehe unten).

[0020] Grundsätzlich bereitet es Probleme, Bambusrohrfasern herzustellen, die zur Verwendung in faserverstärkten Kunststoffen geeignet sind. So weist Bambusrohr in Längsrichtung wachstumsbedingte Knoten auf, die für die Herstellung der Rohfasern ungeeignet sind. Es kann daher nur das zwischen den Knoten befindliche Material für die Herstellung der Rohfasern verwendet werden. Dies impliziert, dass die hergestellten Bambusrohrfasern nicht länger sein können als der Abstand der Knoten eines Rohrs zueinander. Die Knoten weisen Abstände von maximal 400 mm auf. Bei den bevorzugt verwendeten Bambusarten liegen die Knotenabstände im Bereich zwischen 40 und 80 mm. Da die Abstände der Knoten zueinander variieren, bereitet es Schwierigkeiten, die Rohfasern maschinell herzustellen. Aus diesem Grunde wurden faserverstärkte Kunststoffe mit Bambusrohrfasern bislang noch nicht hergestellt.

[0021] Den Anmeldern der vorliegenden Erfindung ist es erstmals gelungen, Bambusrohrfasern in den genannten Längen in großer Menge kostengünstig herzustellen. Erst durch diesen Schritt ist es möglich, faserverstärkte Kunststoffe mit Bambusrohrfasern der genannten Längen wirtschaftlich herzustellen.

[0022] Besonders nachteilig ist, dass Bambusrohr erhebliche Mengen an Zucker enthält. Dies verwundert zunächst, ist jedoch nachvollziehbar, wenn man sich vergegenwärtigt, dass Bambus (Unterfamilie: Bambusoideae) ebenso wie Zuckerrohr (Unterfamilie: Panicoideae) zur Familie der Süßgräser (Poaceae) gehört.

[0023] Dabei kommen vor allem Glucose, Fructose und Saccharose vor. Abschnittsweise werden dabei Gehalte von bis 1400 nmol Zucker pro mg Trockengewicht gemessen.

[0024] Der Zuckergehalt stellt jedoch für die erfindungsgemäß geplante Verwendung der Bambusfasern ein großes Problem dar. Zucker weist bekanntlich hygroskopische Eigenschaften auf und bildet daher Melassen. Diese können in dem herzustellenden, mit Bambusfasern verstärkten Kunststoff stören. So können sie z.B. Kavitäten schaffen, die die Stabilität des Kunststoffes beeinträchtigen. Außerdem können Melassen Ungeziefer, wie z.B. Insekten, anlocken, die Ihrerseits dann Fraßspuren hinterlassen, und zu unerwünschten Verfärbungen führen, wie sie z.B. durch Karamellisierung auftreten.

[0025] Der Erfinder der vorliegenden Erfindung hat dieses Problem erstmals und überraschend erkannt und entsprechend adressiert. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Endlosfasern aus Bambusrohren wird das Ausgangsmaterial, das Bambusrohr, daher zunächst entzuckert. Hierzu wird das geerntete Bambusrohr gewässert und anschließend gewaschen.

[0026] Das Auswaschen erfolgt dabei im Durchfluss oder in großen Becken im Batch-Verfahren. Bevorzugt liegt die Wassertemperatur dabei im Bereich zwischen einschließlich 20 °C und 30 °C. Sowohl im Batch- als auch im Durchflussverfahren kann das Wasser bevorzugt wellenartig bewegt werden.

[0027] Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die Entzuckerung erfolgt, nachdem das Bambusrohr quer zu seiner Längsachse in einzelne Abschnittselemente unterteilt und die Abschnittselemente entlang ihrer Längsachse in Spaltelemente (z.B. Viertel) geteilt sind, wie unten noch beschrieben wird. Dabei sollte bevorzugt auch das eigentliche Kno-

tenmaterial entfernt werden. Erst anschließend erfolgt dann die weitere Zerfaserung.

[0028] Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Bambus direkt nach dem Schlagen dem oben beschriebenen Entzuckerungsprozess zugeführt und erst im Anschluss daran quer zu seiner Längsachse in einzelne Abschnittselemente unterteilt wird.

5 **[0029]** Nach der Entzuckerung - insbesondere dann, wenn sie am ungeteilten Bambusrohr erfolgt - kann ein Trockenschritt eingelegt werden. Hierzu werden die entzuckerten Rohre bevorzugt in 2 m lange Abschnitte geschnitten. Die Trocknung kann beispielsweise in einem Trockentunnel erfolgen, wobei die Abschnitte auf einem Fließband gelagert werden. Der Trockenofen kann beispielsweise solarbetrieben sein.

10 **[0030]** Bevorzugt wird das Bambusrohr quer zu seiner Längsachse in einzelne Abschnittselemente zerteilt, indem das Bambusrohr vor und hinter einem wachstumsbedingten Knoten in Querrichtung zerteilt wird. Die dabei entstehenden Abschnittselemente stellen das zwischen den Knoten befindliche Material des Bambusrohres dar.

[0031] Bevorzugt ist im Übrigen vorgesehen, dass anschließend die eigentlichen Knoten entfernt werden. Die erhaltenen Abschnittselemente werden in einem weiteren Verarbeitungsschritt entlang ihrer Längsachse in mehrere Spalt-elemente, z.B. Viertel, gespalten, welche vorzugsweise die gleiche Länge wie die Abschnittselemente aufweisen, jedoch einen geringeren Durchmesser.

[0032] Die Zerfaserung erfolgt wie weiter unten beschrieben. Nach erfolgter Zerfaserung werden die so hergestellten Fasern erneut getrocknet. Dabei wird ein finaler Wassergehalt von < 0,1 Gew.-% angestrebt. Dieser Trocknungsschritt kann bevorzugt in einem Infrarottrockner erfolgen.

20 **[0033]** Bei dem genannten Verfahren wird ein finaler Zuckergehalt von ≥ 0 Gew.-% und ≤ 1 Gew.-%, bevorzugt 0,5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,1 Gew.-%, und ganz besonders bevorzugt 0,05 Gew.-% angestrebt. Solchermaßen hergestellte Bambusfasern werden im Folgenden auch als "praktisch zuckerfrei" bezeichnet.

25 **[0034]** Wichtig ist dabei auch, darauf hinzuweisen, dass die erfindungsgemäß hergestellten Bambusfasern nach der Trocknung kein Wasser mehr aufnehmen. Dies führt dazu, dass sie zu diesem Zeitpunkt nicht mehr entzuckert werden können, da das zur Entzuckerung notwendige Wasser nicht mehr in die Fasern eindringt. Aus diesem Grund erfolgt der Entzuckerungsschritt bevorzugt zu Beginn des Verfahrens. Umgekehrt ist jedoch die Tatsache, dass einmal getrocknete Bambusfasern kein Wasser mehr aufnehmen, ein besonderer Vorteil dieser Fasern, der sie von anderen Naturfasern (Jute, Sisal, Kapok, etc. unterscheidet.

30 **[0035]** Bambusfasern weisen daher ein sehr viel höheres Elastizitätsmodul auf als andere Naturfasern. Untersuchungen der Erfinder haben gezeigt, dass Bambusrohrfasern eine mittlere Zugfestigkeit von $87,5 \text{ N mm}^{-2}$, eine mittlere Reissdehnung von 10,5 % sowie ein mittleres Zug-E-Modul von 3420 N mm^{-2} aufweisen. Dies ist ein Grund für die hohe Reißfestigkeit der erfindungsgemäß hergestellten bambusfaserverstärkten Kunststoffe

[0036] Aufgrund der rauen Oberfläche der durch die Anmelder erstmals hergestellten Bambusrohrfasern (Filamente) eignen diese sich besonders gut für die Herstellung von Vliesen. Die auf diese Weise hergestellten Bambusfasern weisen bevorzugt folgende Dimensionierungen auf:

35

	bevorzugt	Besonder bevorzugt
Stärke (mm)	$\geq 0,01$ und ≤ 1 mm	$\geq 0,2$ und $\leq 0,5$ mm
Länge (mm)	$\geq 0,1$ und ≤ 400 mm	40 und ≤ 80 mm

40

[0037] Das Erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise wie folgt ablaufen:

45

Beispiel 1	Beispiel 2
Schlagen	Schlagen
Entzuckern	Zerteilen quer zur Längsachse
Zerteilen quer zur Längsachse	Spalten entlang der Längsachse ("vierteln")
Trocknen	Entzuckern
Spalten entlang der Längsachse ("vierteln")	Trocknen
Zerfasern	Zerfasern
Trocknen	Trocknen

50

55

[0038] Bevorzugt ist vorgesehen, dass für das erfindungsgemäße Verfahren Bambusrohre verwendet werden, die

mindestens 3 Jahre lang gewachsen sind, bevor sie gefällt wurden.

[0039] Erst nach dem dritten Lebensjahr, so hat der Erfinder festgestellt, ist das Bambusrohr ausreichend verholzt (lignifiziert), der Wasser- und der Zuckergehalt ausreichend stark vermindert und der Kieselsäuregehalt ausreichend hoch. Der Zuckergehalt liegt dann beispielsweise dann bereits unter 10 Gew.-%. Daher eignen sich diese Bambusrohre besonders für die genannten Zwecke, da sie eine besonders hohe Festigkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen. Besonders bevorzugt werden zur Herstellung Bambusrohre verwendet, die mindestens 4, sehr bevorzugt sogar 5, Jahre lang gewachsen sind, bevor sie gefällt wurden, da sich in diesen Fällen die oben genannten Vorteile noch verstärken.

[0040] Bevorzugt wird für das Verfahren Bambus des Typs "Mao-Bambus" verwendet.

[0041] Besonders bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass Bambusrohre verwendet werden, die nach dem Fällen liegend gelagert wurden.

[0042] Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass die Druckbeaufschlagung in Schritt e) mittels einer Presse erfolgt. Dabei werden die Spaltelemente vorzugsweise in eine Presse eingeklemmt und durch Aufbringung eines voreingestellten Druckes auf einfache Art und Weise zu einzelnen Fasern zerfasert.

[0043] Erfindungsgemäß sind ferner Bambusfasern vorgesehen, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar sind. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich erstmals praktisch zuckerfreie bambusfasern herstellen, die erstmals die Möglichkeit schaffen, Bambusfasern als Verstärkungsfasern für Kunststoffe zu verwenden.

[0044] Erfindungsgemäß ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Vlieses aufweisend die oben bezeichneten Bambusfasern vorgesehen, wobei das Verfahren ein Nadelvliesverfahren ist.

[0045] Dabei werden die Fasern in einer Krepel zu einem Vlies gelegt. Die Krepel fügt lose einzelne Fasern zu einem Faserflor zusammen und parallelisiert sie. Je nachdem, wie das Krepelband gebildet wird, hat das Vlies eine Vorzugsrichtung, die beim Verfestigen erhalten bleibt. Über einen Kreuzleger werden vor der Vernadelung bei schweren Qualitäten mehrere Lagen übereinander gelegt. Die Verfestigung des Vlieses erfolgt mit diversen Typen von Nadeln z. B. Kronennadeln. Derartige Verfahren sind beispielsweise in der DE 10215571 beschrieben.

[0046] Ferner sind erfindungsgemäß Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffs, Kunststoffbauteils oder eines Kunststoffhalbzeugs vorgesehen, wobei dem Kunststoffrohmaterial die oben bezeichneten Bambusfasern beigefügt werden.

[0047] Als Kunststoffrohmaterial für die Matrixkomponente kommen grundsätzlich alle Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere zum Einsatz. So können z.B. Polyolefine, Polybutylene, Polyurethane, Acrylharze, Polycarbonate, Thermoplastische Elastomere Styropolymere, Polyester, Polyacetale, Polyamide, Poethylene, Polypropylene, PVC, ABS und Compounds auf Basis der oben aufgeführten Materialien verwendet werden. Ebenso kommen technische Kunststoffe (PA, PAG, PAGG) in Frage.

[0048] Die erfindungsgemäße Verwendung von Bambusfasern als Faserkomponente in einem faserverstärkten Kunststoff weist eine Reihe von signifikanten Vorteilen auf: So lassen sich solchermassen ausgebildete Kunststoffe im Gegensatz zu glasfaserverstärkten Kunststoffen leicht schreddern, und können dann eingeschmolzen und wiederverwertet werden. Ebenso gut können sie auch thermisch wiederverwertet, d.h. verbrannt, werden.

[0049] Im Gegensatz zu mit Flachs, Hanf oder Sisal versetzten Kunststoffen weisen Bambusfaserverstärkte Kunststoffe eine weitaus höhere Reissfestigkeit auf, da die erfindungsgemäßen Bambusfasern ein sehr viel höheres Elastizitätsmodul aufweisen als erstere. Untersuchungen der Erfinder haben gezeigt, dass Bambusrohfasern eine mittlere Zugfestigkeit von $87,5 \text{ N mn}^{-2}$, eine mittlere Reissdehnung von 10,5 % sowie ein mittleres Zug-E-Modul von 3420 N mm^{-2} aufweisen.

[0050] Weiter haben Versuche der Erfinder gezeigt, dass ein Werkstück aus einem erfindungsgemäßen Kunststoff, bestehend aus Polypropylen als Matrix- und Bambusfasern als Faserkomponente, Zug- und Ducheigenschaften aufweist, die dem von glasfaserverstärkten Kunststoffen mit 20% Glasfaseranteil entsprechen.

[0051] Bambusfasern sind - trotz ihrer grundsätzlichen Brennbarkeit - im Gegensatz zu vielen anderen Naturfasern relativ schwer entflammbar, was bereits bei einem unveredelten erfindungsgemäßen Kunststoff zu einer erschwerten Entflammbarkeit führt. Gleichwohl lassen sich die erfindungsgemäßen Kunststoffe, wie oben angedeutet, zu Entsorgungszwecken verbrennen.

[0052] Hinzu kommt, dass Bambusfasern im getrockneten Zustand - wiederum im Gegensatz zu vielen anderen Naturfasern - praktisch keine Feuchtigkeitsaufnahme aufweisen.

[0053] Bambusfasern weisen im Gegensatz zu Kohle-, Glas-, Stahl- oder Aramidfasern durch ihre raue Struktur eine grosse Oberfläche auf. Dies führt zu einer besonders innigen Verbindung mit der Kunststoffmatrix.

[0054] Bambusfasern sind zudem ein nachwachsender Rohstoff, der im Vergleich zu den herkömmlicherweise verwendeten Fasern, aber auch im Vergleich zu anderen Naturfasern, sehr kostengünstig ist.

[0055] Überdies haben Bambusfasern eine antibakterielle Wirkung, was Ihre Verwendung in faserverstärkten Kunststoffen für den medizinischen Bereich denkbar macht.

[0056] Die genannte Beifügung kann auf die unterschiedlichsten Arten vonstattengehen. So können z.B. die Fasern zu Endlosfasern vertwistet oder verzwirnt werden. Diese Endlosfasern können mit einem Kunststoff coextrudiert und dann zu einem Granulat verarbeitet werden, wie in der EP2060664 der Anmelder der vorliegenden Anmeldung beschrieben.

ben.

[0057] Alternativ kann vorgesehen sein, dass einem ein- oder mehrlagigen Kunststoff-Faservlies, einem Prepreg oder einem SMC, Bambusfasern zugesetzt werden.

[0058] Der Anteil der Bambusfasern liegt dabei bevorzugt im Bereich zwischen > 0 und ≤ 80 Gew.-%. Besonders bevorzugt ist ein Bereich zwischen ≥ 10 und ≤ 50 Gew.-% vorgesehen.

[0059] Bevorzugt werden für dieses Verfahren Thermoplaste verwendet, es können aber auch Duroplaste verwendet werden.

[0060] Handelt es sich um ein Vlies, können z.B. gekrempelte Stapelfasern mit einer Stapellänge zwischen 15 und 100 mm verwendet werden. Dabei können verschiedene Fasertypen verwendet werden, z.B. der Thermoplast PE für eine Matrixfaser-Komponente und Acryl für eine Bindefaserkomponente. Ebenso geeignete Kombinationen sind verstrecktes PE-Terephthalat und unverstrecktes PE-Terephthalat sowie verstrecktes PE-Terephthalat und Copolyester. Wichtig dabei ist, dass die Bindefaserkomponente einen niedrigeren Schmelzpunkt aufweist.

[0061] Das Faservlies kann überdies vor dem Zusetzen der Bambusfasern durch Nadelbehandlung oder flächige Wärmeeinwirkung vorverfestigt werden.

[0062] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Bambusfasern einem Vlies, Prepreg, einer Folie, einer Bahn oder einem SMC zugesetzt werden, indem einer Lage des Vlieses, Prepregs, der Folie, der Bahn oder des SMC eine Lage eines Verbundes enthaltend Bambusfasern aufoder unterlegt wird.

[0063] Bei diesem Faserverbund kann es sich z.B. um ein Gewebe, ein Gewirke, ein Gestrück oder ein Gelege, eine Matte, ein Roving oder ähnliches handeln. Besonders bevorzugt handelt es sich um ein Vlies enthaltend Bambusfasern.

[0064] Ebenso bevorzugt ist vorgesehen, dass die Bambusfasern dem Vlies, Prepreg oder SMC zugesetzt werden, indem lose Bambusfasern auf eine Lage des Vlieses, Prepregs oder SMC aufgegeben werden.

[0065] Im Unterschied zu geschnittenen Glasfasern legen sich Bambusfasern ungeordnet auf dem Vlies, Prepreg oder SMC aus, während letztere zu einer polaren Ausrichtung tendieren, da sie sich im Gegensatz zu den Bambusfasern statisch aufladen.

[0066] Die sogenannte Wirrwar-Anordnung bietet jedoch wesentliche Vorteile, da das produzierte Material in praktisch allen Richtungen eine erhöhte Zugfestigkeit aufweist (anisotrope Verstärkung), während bei polarer Ausrichtung der Fasern in einer Richtung eine höhere Zugfestigkeit vorliegt als in den anderen Richtungen (isotrope Verstärkung).

[0067] Für die Wirrwarr-Anordnung wird bevorzugt ein Einfülltrichter mit Dosiereinrichtung verwendet.

[0068] Ebenso ist bevorzugt vorgesehen, dass ein Mischvlies aufweisend Bambusfasern sowie Kunststofffasern mindestens eines Typs hergestellt wird. Ein solches Mischvlies wird bevorzugt mit dem oben bereits beschriebenen Nadelvliesverfahren hergestellt.

[0069] Dabei werden die Fasern in einer Krempel zu einem Vlies gelegt. Die Krempel fügt lose einzelne Fasern zu einem Faserflor zusammen und parallelisiert sie. Je nachdem, wie das Krempelband gebildet wird, hat das Vlies eine Vorzugsrichtung, die beim Verfestigen erhalten bleibt. Über einen Kreuzleger werden vor der Vernadelung bei schweren Qualitäten mehrere Lagen übereinander gelegt. Die Verfestigung des Vlieses erfolgt mit diversen Typen von Nadeln z. B. Kronennadeln. Derartige Verfahren sind beispielsweise in der DE 10215571 beschrieben.

[0070] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens ist vorgesehen, dass den Ausgangsstoffen ein Haftvermittler zugefügt wird. Dieser trägt zu einer besonders innigen Verbindung zwischen Bambusfasern und der Matrixkomponente bei. Geeignete Haftvermittler sind z.B. MAH-PP, HC5, Polybond 3200, oder MHA. Grundsätzlich schafft die Freilegung möglichst vieler, auf den Oberflächen der Bambusfaser, insbesondere den Parenchymzellen, ausgebildeten Mikrofibrillen die Haftungsvoraussetzungen für die Verbindung mit anderen Verbindungs- bzw. Zusatzstoffen, insbesondere der mechanischen Verbindung mit anderen feinteiligen Kunststofffasern. Dieser Prozess kann durch die besagten Haftvermittler jedoch noch erleichtert werden.

[0071] Ebenso können den Ausgangsstoffen Additive zur Erhöhung der Schlagfestigkeit oder auch Entflammungshemmer zugefügt werden. Bei ersteren kann es sich z.B. um EPDM handeln, das in einem Anteil von 7-15 Gew.-% hinzugefügt wird und die Schlagfestigkeit wesentlich erhöht.

[0072] Letztere können alle handelsüblichen Entflammungshemmer sein. Grundsätzlich wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Bambusfaser selbst bereits schwer entflammbar ist und diese Eigenschaft auf den erfindungsgemässen Verbundkunststoff übertragen kann.

[0073] Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass mindestens eine Lage des Vlieses, Prepregs oder SMC vor der Zusetzung der Bambusfasern mit einem Bindemittel beschichtet wird. Hierbei kann es sich z.B. um ein Polyesterharz handeln. Dieser Schritt ist u.A. dann verzichtbar, wenn zwei verschiedene Fasertypen verwendet werden, die durch thermische Behandlung miteinander verbunden werden.

[0074] Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass das mit den Bambusfasern versetzte Vlies, Prepreg oder SMC einem Formpressvorgang unterworfen wird.

[0075] Dies kann ggf. nach der Kalandrierung und/oder nach dem Tempern erfolgen. Die Presstemperatur liegt dabei bevorzugt unterhalb der Schmelztemperatur der Kunststoffkomponente. Der Pressdruck kann z.B. im Bereich zwischen 6 und 10 kg cm⁻² liegen, und die Pressdauer kann z.B. 1,5-6 Minuten betragen.

[0076] Bevorzugt wird das besagte Werkstück dabei erhitzt, so dass etwaige enthaltene thermoplastische Kunststoffe aufschmelzen und so eine innige Verbindung mit den Bambusfasern eingehen können.

[0077] Zu diesem Zweck wird bevorzugt eine Temperatur verwendet, die oberhalb der Schmelztemperatur des betreffenden thermoplastischen Kunststoffs liegt. Dies kann beispielsweise eine Temperatur im Bereich zwischen 130 und 250 °C sein, dabei sollen alle numerischen Zwischenwerte als offenbart gelten. Für ein Mischvlies aus Bambusfasern und Polypropylen wird beispielsweise eine Temperatur von 170 °C verwendet. Vorteilhaft ist hierbei, dass etwaige vorhandene Restfeuchte aus den bambusfasern ausgetrieben wird.

[0078] Wenn das Vlies, wie oben erwähnt, aus zwei verschiedenen Fasertypen besteht, kann es dabei vorteilhaft sein, die Temperatur während des Temperschritts auf einem Wert oberhalb des Schmelzpunkts der einen und unterhalb des Schmelzpunkts der anderen Faser zu bringen.

[0079] Ebenso ist bevorzugt vorgesehen, dass das mit den Bambusfasern versetzte Vlies, Prepreg oder SMC kalandriert wird, zum Beispiel, um dem Material eine gewünschte Dicke zu verleihen.

[0080] Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass das mit den Bambusfasern versetzte Vlies, Prepreg oder SMC einem Temperschritt unterworfen wird. Dabei ist beispielsweise vorgesehen, dass die Temperatur nicht über den Schmelzpunkt des thermoplastischen Kunststoffs (beispielsweise 170 °C) geht, damit der Kunststoff nicht aufschmilzt, sondern lediglich thermische Spannungen beseitigt werden.

[0081] Erfindungsgemäß sind ferner vorgesehen ein faserverstärkter Kunststoff, herstellbar mit einem erfindungsgemäßen Verfahren, und/oder ein faserverstärkter Kunststoff, aufweisend erfindungsgemäß hergestellte Bambusfasern.

[0082] Ferner ist ein Bauteil aus einem faserverstärkten Kunststoff vorgesehen, das

- a) mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wird, und/oder
- b) erfindungsgemäß hergestellte Bambusfasern aufweist

[0083] Bei dem Bauteil handelt es sich bevorzugt um mindestens ein Bauteil ausgewählt aus der Gruppe enthaltend

- a) Karosserie-, Innenauskleidungs und/oder Verkleidungsteile im Automobil-, Flugzeugund/oder Schiffbau;
- b) Rotorblätter, z.B. für Windkraftanlagen
- c) Rohre für den Hoch- und den Tiefbau;
- d) Fassadenteile für den Hochbau;
- e) Fenster- und Türrahmen,
- f) Kunststoffprofile,
- g) Werkzeuge und/oder Arbeitsgeräte
- h) Kunststoffgehäuse
- i) Paneele.

Beispiele und Abbildungen:

[0084] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden praktisch zuckerfreie Bambusfasern mit einer Länge zwischen 30 und 60 mm hergestellt. Anschließend wird ein Mischvlies mit 50 Gew-% Anteil an Bambusfasern und 50 Gew-% Anteil an feinfaserigen Polypropylenfasern mit Hilfe des beschriebenen Nadelvliesverfahrens (needle punching) hergestellt. Dabei wird eine Materialdicke von 5 mm und ein Flächengewicht von 200 g/m² erzeugt.

[0085] Das resultierende Vlies wird 19 Minuten lang auf 140° C erhitzt. Dadurch wird eine Erweichung der Thermoplastischen Fasern erreicht, die so eine enge Bindung mit den Naturfasern eingehen. Das Werkstück wird anschließend abgekühlt und kann ggf. in Form gepresst werden.

[0086] Fig. 1 zeigt praktisch wasserfreie, mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Bambusfasern. Der Maßstabsbalken hat eine Länge von 100 mm.

[0087] Fig. 2 zeigt ein Mischvlies aufweisend Bambusfasern sowie Kunststofffasern (Polypropylen). Ein solches Mischvlies wird bevorzugt mit dem oben bereits beschriebenen Nadelvliesverfahren hergestellt. Dabei werden zunächst praktisch zuckerfreie Bambusfasern mit einer Länge zwischen 30 und 60 mm hergestellt. Anschließend wird ein Mischvlies mit 50 Gew-% Anteil an Bambusfasern und 50 Gew-% Anteil an feinfaserigen Polypropylenfasern hergestellt. Das besagte Mischvlies kann nun thermisch zu einem festen Bauteil verpresst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bambusfasern, aufweisend die folgenden Schritte:

- a) Zerteilen des Bambusrohres quer zu seiner Längsachse in einzelne Abschnittselemente,

EP 2 322 713 A1

- b) Spalten der Abschnittelemente entlang ihrer Längsachse in Spaltelemente,
c) Zerfaserung der Spaltelemente zu einzelnen Fasern mittels Druckbeaufschlagung, und
d) Trocknung der Bambusfasern,
wobei das Bambusrohr bzw. die Bambusfasern während dieses Verfahrens zusätzlich einem Entzuckerungsschritt unterworfen werden.

- 5
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bambusrohre verwendet werden, die mindestens 3 Jahre lang gewachsen sind, bevor sie gefällt wurden.
- 10
3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bambusrohre verwendet werden, die nach dem Fällen liegend gelagert wurden.
4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckbeaufschlagung in Schritt e) mittels einer Presse erfolgt.
- 15
5. Bambusfasern, herstellbar mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-4
6. Verfahren zur Herstellung eines Vlieses aufweisend Bambusfasern gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ein Nadelvliesverfahren ist
- 20
7. Verfahren zur Herstellung eines Faserverstärkten Kunststoffes, Kunststoffbauteils oder eines Kunststoffhalbzeugs, **dadurch gekennzeichnet, dass** einem Kunststoffrohmaterial Bambusfasern gemäß Anspruch 5 beigefügt werden.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei einem ein- oder mehrlagigen Kunststoff Faservlies, einem Prepreg oder einem SMC, Bambusfasern zugesetzt werden.
- 25
9. Verfahren gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bambusfasern einem Vlies, Prepreg, einer Folie, einer Bahn oder einem SMC zugesetzt werden, indem einer Lage des Vlieses, Prepregs, der Folie, der Bahn oder des SMC eine Lage eines Verbundes enthaltend Bambusfasern, bevorzugt eines Vlieses enthaltend Bambusfasern, auf oder unterlegt wird.
- 30
10. Verfahren gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bambusfasern dem Vlies, Prepreg oder SMC zugesetzt werden, indem lose Bambusfasern auf eine Lage des Vlieses, Prepregs oder SMC aufgegeben werden.
- 35
11. Verfahren gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mischvlies aufweisend Bambusfasern sowie Kunststofffasern mindestens eines Typs hergestellt wird.
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Lage des Vlieses, Prepregs oder SMC vor der Zusetzung der Bambusfasern mit einem Bindemittel beschichtet wird.
- 40
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit den Bambusfasern versetzte Vlies, Prepreg oder SMC kalandriert wird.
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit den Bambusfasern versetzte Vlies, Prepreg oder SMC einem Formpressvorgang unterworfen wird.
- 45
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit den Bambusfasern versetzte Vlies, Prepreg oder SMC einem Tempersschritt unterworfen wird.
- 50
16. Faserverstärkter Kunststoff, herstellbar mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-15.
17. Faserverstärkter Kunststoff, aufweisend Bambusfasern gemäß Anspruch 5.
18. Bauteil aus einem faserverstärkten Kunststoff, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 55
- a) dieses mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-15 hergestellt wird, und/oder
b) dieses Bambusfasern gemäß Anspruch 5 aufweist

EP 2 322 713 A1

19. Bauteil gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Bauteil um mindestens ein Bauteil ausgewählt aus der Gruppe enthaltend

- 5
- a) Karosserie- oder Verkleidungsteile im Automobil-, Flugzeug- und/oder Schiffbau;
 - b) Rotorblätter, z.B. für Windkraftanlagen
 - c) Rohre für den Hoch- und den Tiefbau;
 - d) Fassadenteile für den Hochbau;
 - e) Fenster- und Türrahmen,
 - f) Kunststoffprofile,
 - 10 g) Werkzeuge und/oder Arbeitsgeräte
 - h) Kunststoffgehäuse
 - i) Paneele
- handelt.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

10

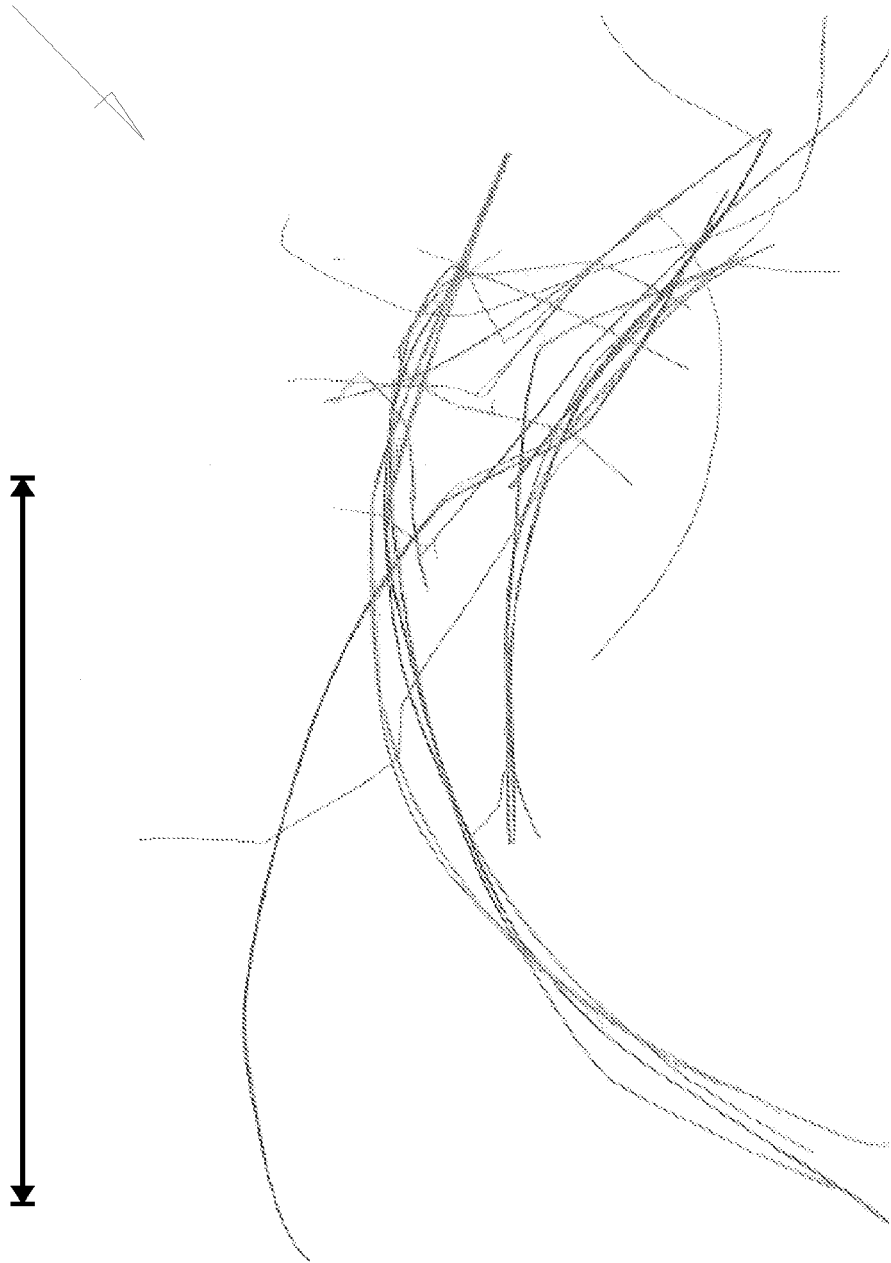


Fig. 1

20

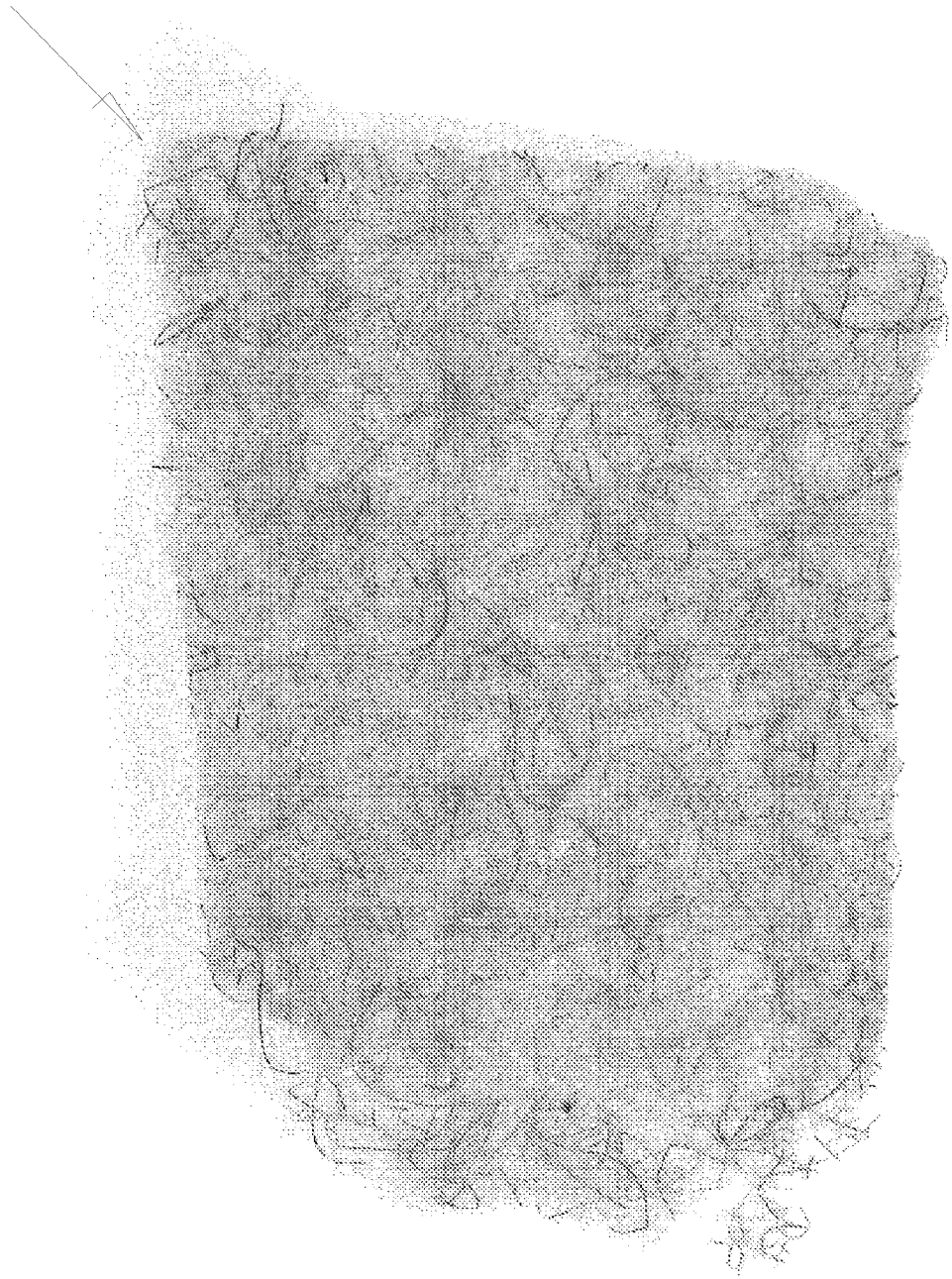


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 09 17 5707

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 2 060 664 A1 (TRANSMARE B V [NL]) 20. Mai 2009 (2009-05-20)	1-5,7-19	INV. D21B1/06 D21B1/12
Y	* Ansprüche 1-15 *	6	
X	WO 2008/063014 A1 (I BIG INC [KR]; BAEK IL-GI [KR]) 29. Mai 2008 (2008-05-29)	1-5	
Y	* Absätze [0020], [0030] - [0050] * * Ansprüche *	7-19	
Y,D	DE 42 26 988 A1 (SCHMUCKER WULFRAM JOHN [DE]) 17. Februar 1994 (1994-02-17)	7-19	
	* Spalte 1, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 47 *		
X	WO 2006/115310 A1 (LEE KWON-HYOK [KR]; WON JONG-MYOUNG [KR]) 2. November 2006 (2006-11-02)	1-3,5	
	* Seite 5, Zeile 14 - Zeile 28 * * Seite 7, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 9 * * Anspruch 1 *		
Y,D	DE 297 20 598 U1 (SANDLER C H GMBH [DE]) 5. Februar 1998 (1998-02-05)	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* das ganze Dokument *		D21B D01B B29B B32B D21C
A	DE 299 16 767 U1 (SIEWERT GMBH FUER KUNSTSTOFFTE [DE]) 24. Februar 2000 (2000-02-24)	7-19	
	* das ganze Dokument *		
A	EP 0 971 065 A2 (RAUER LOTHAR DR ING [DE]; WILHELM JOHANNES DR PHIL PH [DE]) 12. Januar 2000 (2000-01-12)	1	
	* das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. April 2010	Prüfer Pregetter, Mario
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

 1
 EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 17 5707

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2060664 A1	20-05-2009	DE 102007055103 A1	20-05-2009
WO 2008063014 A1	29-05-2008	KEINE	
DE 4226988 A1	17-02-1994	KEINE	
WO 2006115310 A1	02-11-2006	CN 1854388 A JP 2008501074 T US 2008295982 A1	01-11-2006 17-01-2008 04-12-2008
DE 29720598 U1	05-02-1998	KEINE	
DE 29916767 U1	24-02-2000	DE 10046493 A1	10-05-2001
EP 0971065 A2	12-01-2000	DE 19831433 A1	13-01-2000

EPO FORM PC481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 29720598 [0014]
- DE 4226988 [0014]
- DE 10215571 [0045] [0069]
- EP 2060664 A [0056]