



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(51) Int Cl.:
D21H 13/50 (2006.01) D21H 15/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14180963.2**

(22) Anmeldetag: **14.08.2014**

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

• **Helfer, Peter**
85221 Dachau (DE)

(72) Erfinder:

• **Helfer, Peter**
85221 Dachau (DE)
• **Der andere Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(30) Priorität: **06.09.2013 DE 102013109772**

(71) Anmelder:

• **RESO GmbH & Co. KG**
86415 Mering (DE)

(74) Vertreter: **Wittmann, Ernst-Ulrich**
Fleuchaus & Gallo Partnerschaft mbB
Patent- und Rechtsanwälte
Steinerstrasse 15/A
81369 München (DE)

(54) **Papiergefüge und dessen Herstellung im Nassverfahren aus Carbonfasern**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft Papiergefüge aus Carbonfasern, mit wenigstens zwei Klassen bildenden Faserstoffen, die unterschiedliche Längen aus Carbonfasern aufweisen. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Mengen- und/oder Gewichtsanteil der einzelnen Faserstoffklassen im Papiergefüge zwischen 1 % und 99 %, vorzugsweise zwischen 5 % und 95%

liegt, und die mittlere Faserlänge der Carbonfasern über alle Klassen im Papiergefüge zwischen 1 mm und 20 mm liegt. Ferner betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung des Papiergefüges und die Verwendung des Papiergefüges für insbesondere die Herstellung von Verbundwerkstoffen.

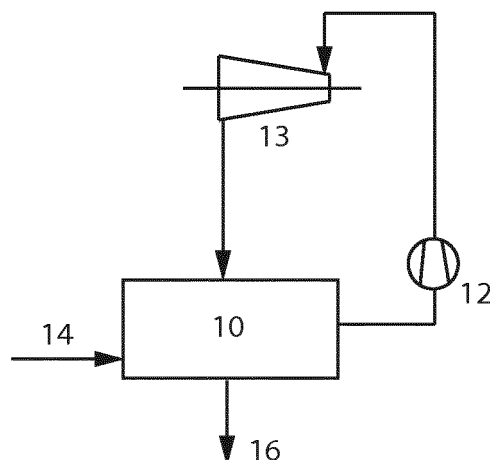


Fig.2b

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kohlefaservlieses aus einer wässrigen Suspension und ein entsprechendes Papiergefüge aus Kohlefasern.

[0002] Papier ist ein flächiger Werkstoff, der im Wesentlichen aus Fasern "meist pflanzlicher Herkunft besteht" und durch Entwässerung einer Faserstoffsuspension auf einem Sieb gebildet wird. Vorzugsweise wird Papier heute üblicherweise in einem Endlosverfahren hergestellt, bei welchem die Faserstoffsuspension mittels einem Stoffauflauf auf ein Sieb (Langsieb) oder zwischen zwei Siebe (Former) gebracht wird und ein initiales Blatt gebildet wird. Im Anschluss an diese Blattbildung wird das Fasergefüge mechanisch - meist unter Druck - entwässert, bevor es anschließend mittels thermischer Energie zum Beispiel auf Trockenzylindern auf eine vorgegebene Restfeuchte getrocknet und aufgerollt wird. Solche Verfahren sind heute weit verbreitet und werden für die Herstellung sowohl von Papier, Pappen als auch Karton in Bahnbreiten bis zu 12 m, Produktionsgeschwindigkeiten bis zu 2500 m/min und Flächengewichten bis zu über 500 g/m² verwendet. Die herzustellenden Flächengewichte lassen sich weiter steigern, indem mehrere initiale Papierbahnen im noch feuchten Zustand miteinander verbunden (vergautscht) werden, so dass sich der mögliche Flächengewichtsbereich auf einen sehr weiten Bereich ausdehnen lässt.

[0003] Es wird nun schon seit längerem versucht, diese bei der Herstellung von Papier aus natürlichen Fasern bekannten Verfahren auch für den Einsatz weiterer Papiergefüge zu verwenden, die heute noch in sogenannten Trockenverfahren u.a. durch Kämmen und Legen hergestellt werden. So werden heute zum Beispiel Carbonfaservliese trocken hergestellt, wobei hierzu besonders lange Fasern verwendet werden bzw. das Herstellungsverfahren relativ aufwendig und damit teuer ist. Auf der anderen Seite ist es ein dringender Wunsch der Industrie den vielversprechenden Werkstoff Carbonfaser noch breiter einzusetzen, wobei hierzu eine kostengünstigere, einfachere und produktivere Alternative zur Herstellung des Carbonfaservlieses dringend gesucht wird. Da es sich bei Carbonfasern auch um eine "Faser" handelt wäre es nun wünschenswert, Carbonfaservliese in einem kontinuierlichen und bekannten Nassverfahren herzustellen, um damit die Herstellungskosten zu senken und gleichzeitig die Produktivität und Verfügbarkeit dieses Basismaterials zu verbessern.

[0004] Hierbei ergeben sich jedoch große Schwierigkeiten, die bis heute noch nicht gelöst wurden. So handelt es sich bei der Kohlenstofffaser im Gegensatz zur klassischen Papierfaser aus Zellulose um eine hydrophobe Faser, welche üblicherweise in einer einheitlichen Länge vorliegt und sich in Wasser - als Suspendierungsmittel bei der Papierherstellung - nur sehr schwierig gleichmäßig verteilen lässt. Die Schwierigkeit liegt unter anderem darin, dass eine stabile Suspension nur sehr kurz ohne

den Eintrag von Turbulenzenergie bestehen bleibt, bzw. sich Knoten und Verspinnungen in der Suspension bilden oder sich die Fasern sehr schnell in der Suspension absetzen und damit in sehr unterschiedlichen Konzentrationen innerhalb der Suspension vorliegen. Die Verarbeitung solcher Suspensionen auf einer klassischen Papiermaschine ist dementsprechend sehr schwierig bzw. sogar unmöglich, da eine gleichmäßige Verteilung der Fasern in dem zu erzeugenden Vlies nicht erreicht wird.

[0005] Ausgehend von diesen Problemen und Schwierigkeiten des Standes der Technik ist es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren bereit zu stellen, mit welchem die bekannten Nachteile wenigstens teilweise überwunden werden können und es möglich wird ein Papiergefüge aus Carbonfasern bereit zu stellen, welches für nachfolgende Verarbeitungsstufen wie zum Beispiel dem Imprägnieren mit Harz, der flexiblen Formgebung und Formanpassung in einem weiten Bereich geeignet ist.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren zur Herstellung des Papiergefüges. Darüber hinaus wird die Aufgabe auch durch das entsprechende Papiergefüge selbst gelöst. Bevorzugte Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. des Papiergefüges sind Gegenstand der entsprechenden Unteransprüche.

[0007] Das erfindungsgemäße Papiergefüge aus Carbonfasern weist wenigstens zwei Klassen bildende Faserstoffe auf, wobei sich die Faserstoffe wenigstens in ihrer Länge unterscheiden. Darüberhinaus liegt der Mengen- und/oder Gewichtsanteil der einzelnen Faserstoffklassen im Papiergefüge zwischen 1 % und 99 %, vorzugsweise zwischen 5 % und 95 %, und die mittlere Faserlänge der Carbonfasern über alle Klassen im Papiergefüge zwischen 1 mm und 20 mm.

[0008] Carbonfasern, welche auch als Kohlenstofffasern bezeichnet werden, sind industriell hergestellte Fasern aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien, die durch Pyrolyse in graphitartig angeordneten Kohlenstoff umgewandelt werden. Man unterscheidet isotrope und anisotrope Typen: Isotrope Fasern besitzen nur geringe Festigkeiten und geringere technische Bedeutung, anisotrope Fasern zeigen hohe Festigkeiten und Steifigkeiten bei gleichzeitig geringer Bruchdehnung. Eine Kohlenstoff-Faser hat einen Durchmesser von etwa 5 - 8 Mikrometer. Üblicherweise werden 1.000 bis 24.000 Einzelfasern (Filamente) zu einem Bündel (Roving) zusammengefasst, das auf Spulen endlos gewickelt wird. Dies ist u.a. ein möglicher Ausgangsstoff für die Herstellung des Papiergefüges.

[0009] Als Faserlänge wird gemäß der vorliegenden Erfindung der Abstand der beiden Enden einer Faser verstanden. Dieser wird abhängig vom Kräuselungszustand als Länge der gekräuselten oder als Länge der entkräuselten Faser angegeben, wobei Carbonfasern aufgrund ihrer Steifheit im Wesentlichen gestreckt vorliegen. Unter anderem um das Messen der Faserlänge zu vereinfachen, wird im allgemeinen mit einer Klasseneinteilung in

Längenklassen gearbeitet, wobei die einzelnen Längenklassen einen bestimmten Längenbereich darstellen. Die Weite eines solchen Bereichs ist die Klassenbreite. Das arithmetische Mittel der beiden, die jeweilige Klasse begrenzenden Klassengrenzen, ist die Klassenmitte. Die wichtigste Aufgabe einer Bestimmung der Faserlängen besteht darin, die Faserlängenverteilung festzustellen, d. h. mit welcher relativen Häufigkeit die Fasern in jeder Längenklasse vertreten sind. Diese Klassenhäufigkeit oder kurz Häufigkeit gibt an, in welchem Verhältnis im zu untersuchenden Fasergut, das die Grundgesamtheit darstellt, die zu einer Klasse gehörenden Fasern hinsichtlich eines bestimmten Merkmals zu den Fasern dieser Grundgesamtheit stehen.

[0010] Faseranzahlhäufigkeit (Häufigkeit nach der Faseranzahl): Die Grundlage bildet die Faseranzahl. Das Verhältnis der Anzahl der Fasern einer Längenklasse zur Gesamtanzahl der Fasern ist die Faseranzahlhäufigkeit dieser Klasse (Häufigkeit nach der Faseranzahl); sie wird auch unbetonte Häufigkeit genannt. Die Faseranzahlhäufigkeit ist die tatsächliche Verteilung der Faserlängen im Fasergut unabhängig vom Faserquerschnitt, von der Faserdicke und den Wechselbeziehungen zwischen Faserlänge, -querschnitt und -gewicht.

[0011] Faserlängenhäufigkeit (Häufigkeit nach der Faserlänge). Die Grundlage bildet die Faserlänge. Das Verhältnis der gesamten Länge der Fasern einer Längenklasse zur Gesamtlänge aller Fasern ist die Faserlängenhäufigkeit dieser Klasse (Häufigkeit nach der Faserlänge). Längenmäßig machen die Fasern einer Längenklasse um so mehr aus, je zahlreicher und je länger sie sind. Die Faserlängenhäufigkeit wird deshalb auch längenbetonte Häufigkeit genannt.

[0012] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Papiergefüges aus Carbonfasern liegt die mittlere Faserlänge der Carbonfasern im Papiergefüge über alle Klassen zwischen 2 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 4,5 mm und 6 mm.

[0013] Darüber hinaus und insbesondere sind die Faserstoffklassen wenigstens in einen Langfaseranteil und einen Kurzfaseranteil untergliedert. Dabei haben die Carbonfasern des Langfaseranteils beispielsweise eine Länge zwischen 25 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 5 mm und 2 mm und sind insbesondere größer als 6 mm. Die Carbonfasern des Kurzfaseranteils haben beispielsweise entsprechend eine Länge zwischen 10 mm und 0,1 mm, vorzugsweise zwischen 2 mm und 0,5 mm und sind insbesondere kleiner als 6 mm. Selbstverständlich liegt es auch im Sinn der vorliegenden Erfindung, dass der für die Herstellung des Papiergefüges verwendete Carbonfaserstoff in mehr als zwei Klassen untergliedert ist. Insbesondere kann hierbei neben dem Langfaseranteil (LF) und dem Kurzfaseranteil (KF) auch ein Faseranteil mit einer mittleren Faserlänge (MF) oder auch Feinstoff (FS) als eigene Klasse berücksichtigt werden.

[0014] Erfindungswesentlich ist, dass der Faserstoff in

wenigstens zwei Klassen -d.h. zwei unterschiedlichen Längen - vorliegt und nicht wie im Stand der Technik bekannt im Wesentlichen eine einheitliche Faserlänge aufweist. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass beim Papierherstellungsprozess, insbesondere bei der initialen Entwässerung eine gleichmäßige Faserverteilung erzielt wird und ein homogenes Vlies bereitgestellt werden kann.

[0015] Gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Papiergefüges aus Carbonfasern sind die Carbonfasern primäre und/oder wiederaufbereitete Carbonfasern. Dabei liegt der Vorteil der wiederaufbereiteten Carbonfasern nicht nur im Preis, sondern auch in der Schließung des Materialkreislaufes durch die Rückführung bereits gebrauchter Carbonfasern in den Produktionsprozess. Aufbereitungsverfahren für solche Carbonfasern, wie zum Beispiel die Pyrolysetechnik sind bekannt. Diese Carbonfasern werden vorzugsweise durch Schneiden und/oder Mahlen gekürzt und auf die gewünschte Faserlänge bzw. Faserlängenverteilung eingestellt, wobei dies beispielsweise durch nasses Schneiden (zum Beispiel in einer Suspension oder durch Anfeuchten der Fasern) auf die wenigstens zwei unterschiedlichen Längen erfolgen kann.

[0016] Eine mögliches Verfahren zum Kürzen der Fasern ist ein Kreislaufverfahren, bei welchem zum Beispiel die Fasern in eine Bütte eines Holländers zeitlich versetzt in Wasser zugegeben werden, so dass die ursprünglich gleichlangen Faserstoffe unterschiedlich oft im Holländer gekürzt werden und so eine Faserstoffsuspension erzeugt wird, welche aus einer Vielzahl ungleich langer Fasern besteht. Entsprechend kann dies auch im Kreislaufverfahren mit modernen Mahl- und Schneidaggregaten erfolgen, wobei die Faserstoffsuspension hierbei über ein Rohrsystem mit Bütte und einem Refiner im Kreislauf geführt wird. Auch hier kann beispielsweise die Zugabe des Ausgangsfaserstoffes in den Kreislauf über eine bestimmte vorgegebene Zeit erfolgen, so dass die Fasern unterschiedlich oft dem Schneidprozess zugeführt werden. Vorzugsweise ist hierzu die Zugabezeit des Faserstoffes größer als die Umlaufzeit der Suspension im Mahlsystem.

[0017] Insbesondere bei der Verwendung von endlosen oder sehr langen Carbonfasern kann es gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform sinnvoll sein, dass die Carbonfasern in einem vorgelagerten Prozessschritt vorbereitet und insbesondere vorgekürzt werden, so dass insbesondere eine Zugabe dieser Fasern in ein wässriges System, wie vorstehend beschrieben möglich ist.

[0018] Alternativ zu dem vorstehend beschriebenen Verfahren können die Carbonfasern in wenigstens zwei getrennten Verfahren geschnitten, insbesondere auch nur einmalig gekürzt und anschließend in einem vorgegebenen Mengenverhältnis gemischt werden. Hierbei kann insbesondere sichergestellt werden, dass die Faserstoffe gezielt bzgl. der jeweiligen Faserlänge einge-

stellt und somit auch sehr enge Faserlängenbereiche erzielt werden können. Das Schneiden der Carbonfasern erfolgt vorzugsweise mittels einem Mahlaggregat, das aus einer Gruppe ausgewählt wird, welche Papierholländer, Papillonrefiner, Flachkegelrefiner, Steilkegelrefiner, Scheibenmühlen, Entstipper, Kombinationen hiervon und dergleichen aufweist. Solche Mahlaggregate sind im Stand der Technik bekannt.

[0019] Ausgehend hiervon ist es ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, dass durch die Mahlung bzw. das Schneiden der Faserstoffe - vorzugsweise mit einem der vorgenannten Mahlaggregate - durch die in den Aggregaten auf die Faser einwirkende Scherkräfte eine vorteilhafte Faserdispargierung erzielt wird. So werden durch die Scherkräfte die feinen Faserbündel der Rovings getrennt und liegen anschließend als Einzelfaser vor, so dass bei der Papierherstellung und initialen Entwässerung des Papiergefüges ein gleichmäßige Verteilung der Faserstoffe erzielt werden kann.

[0020] Entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Schneiden der Carbonfasern in einer wässrigen Suspension, deren Stoffdichte zwischen 35 % und 0,1 %, vorzugsweise zwischen 25 % und 1 % und insbesondere bei ca. 5 % liegt.

[0021] Gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Papiergefüges aus Carbonfasern liegt der Anteil im Papiergefüge der längeren Carbonfasern, insbesondere der Langfasern, zwischen 10 Gewichts-% und 75 Gewichts-%, vorzugsweise 25 Gewichts-% und 50 Gewichts-% und der Anteil der kürzeren Carbonfasern, insbesondere der Kurzfasern, zwischen 90 Gewichts-% und 25 Gewichts-%, vorzugsweise zwischen 75 Gewichts-% und 50 Gewichts-%. Der ggf. bestehende Rest des Faserstoffes ist Feinstoff, der eine Faserlänge von kleiner 0,5 mm bzw. 0,1 mm aufweist. Es liegt aber auch im Sinn der vorliegenden Erfindung, dass die Fasern trocken geschnitten und anschließend für die Herstellung des Papiergefüges in Wasser suspendiert werden.

[0022] Gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Papiergefüges aus Carbonfasern weisen die Carbonfasern eine kationische oder anionische Ladung auf, welche vorzugsweise durch eine Beschichtung auf die Carbonfasern aufgebracht wird. Vorteilhaft hierbei ist, dass solche modifizierten Fasern einen bestimmbaren Ladungscharakter besitzen und somit auch das Verhalten der Fasern in einer wässrigen Suspension insbesondere bei der Blattbildung durch Absstoßungs- bzw. Anziehungskräfte beeinflussbar ist. Besonders vorteilhaft lässt sich hierdurch auch die Formation, d.h. die Massenverteilung der Fasern in einem entsprechenden Faservlies beeinflussen.

[0023] Neben den oben bezeichneten Carbonfasern, kann das erfindungsgemäße Papiergefüge weitere Faserstoffe wie beispielsweise Cellulosefasern, Papierfasern, Altpapierfasern, Holzstofffasern, Kombinationen hiervon und dergleichen aufweisen. Solche Faserstoffe haben vorzugsweise einen Anteil am Gesamtgewicht

des Papiergefüges zwischen 25 Gewichts-% und 0,5 Gewichts-%, bevorzugt zwischen 15 Gewichts-% und 1 Gewichts-% und insbesondere zwischen 10 Gewichts-% und 1,5 Gewichts-%. Selbstverständlich liegt es aber auch im Sinn der vorliegenden Erfindung, dass das Papiergefüge aus 100% Carbonfasern hergestellt wird.

[0024] Darüber hinaus und besonders bevorzugt weist das erfindungsgemäße Papiergefüge neben den Carbonfasern Verstärkungsfasern, insbesondere Binfefasern zum Beispiel aus Polyethylen auf. Diese haben vorzugsweise einen Anteil am Papiergefüge zwischen 25 Gewichts-% und 0,1 Gewichts-%, bevorzugt zwischen 20 Gewichts-% und 1 Gewichts-% und insbesondere zwischen 10 Gewichts-% und 1,5 Gewichts-% und weisen ferner vorzugsweise eine Faserlänge auf, welche zwischen 0,1 mm und 10 mm, bevorzugt zwischen 0,5 mm und 7 mm und insbesondere zwischen 1 mm und 5 mm liegt. Solche Faserstoffe sind im Stand der Technik bekannt, und werden zum Beispiel von den Schwarzwälder Textil-Werken angeboten. Diese synthetischen Faserstoffe sind beispielsweise aus HD-Polyethylen hergestellt und weisen neben einer spezifischen Faserlänge insbesondere einen sehr genau spezifizierbaren Schmelzpunkt auf. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei der Herstellung des Papiergefüges das Vlies in einer Trockenpartie einer Papiermaschine getrocknet wird und durch den spezifischen Schmelzpunkt die entsprechenden Fasern in der Trockenpartie oder -gruppe angeschmolzen oder vollständig geschmolzen werden und somit einen weiteren Festigkeitsbeitrag für die Verarbeitbarkeit des Carbonfaservlieses bieten können, da nach dem Abkühlen des Vlieses die wiedererhärteten Kunststofffasern eine mechanische Verbindung zwischen den Carbonfasern bereit stellen. Der typische Schmelzpunkt solcher Fasern liegt in einem Bereich zwischen 90 °C und 180 °C, insbesondere zwischen 110 °C und 145 °C und vorzugsweise in einem Bereich zwischen 130 °C und 135 °C. Neben diesen Binfefasern können gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch Fasern, Granulat oder Partikel von weiteren oder alternativen thermoplastischen Kunststoffen eingesetzt werden, wie sie beispielsweise als Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Polyamide (PA), Polylactat (PLA), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Polyetheretherketon (PEEK), Zelluloid und Polyvinylchlorid (PVC) bekannt sind. Auch deren Schmelzpunkt sollte vorzugsweise in einem Bereich zwischen 90 °C und 180 °C, insbesondere zwischen 110 °C und 145 °C und vorzugsweise in einem Bereich zwischen 130 °C und 135 °C liegen.

[0025] Selbstverständlich liegt es aber auch im Sinn der vorliegenden Erfindung, dass das Papiergefüge ohne Verstärkungsfasern, insbesondere Binfefasern und/oder thermoplastischen Kunststoffen hergestellt wird.

[0026] Dem Papiergefüge können neben den zuvor

genannten Stoffen auch weitere Additive wie beispielsweise mineralische Additive, insbesondere Füllstoffe und Pigmente wie Calciumcarbonat, Kaolin, Talkum, Spezialmineralien, Dispergiermittel wie Polyphosphate, Polyacrylate und/oder chemische Additive wie beispielsweise Retentionsmittel, Entwässerungsbeschleuniger, Aluminiumverbindungen, Polyaluminiumchloride, Polyacrylamide, Polyethylenimine, Polyvinylamine, Polyamidoamine, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, Mikropartikelsysteme, Netzwerkretentionsmittel, natürliche und/oder modifizierte Stärke, Fixiermittel, Leimungsmittel, Trockenverfestiger, Nassfestmittel wie Melaminharz-Nassfestmittel, Epichlorhydrin-Harze, Glyoxal-Harze, Entschäumer, optische Aufheller, Farbstoffe, Biozide und Kombinationen hiervon, zugegeben werden.

[0027] Neben dem zuvor beschriebenen Papiergefüge umfasst die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern und Wasser mit den Schritten:

- Bereitstellen und/oder Erzeugung wenigstens zweier Klassen von Carbonfasern mit unterschiedlichen Faserlängen, wobei die mittlere Faserlänge der Carbonfasern über alle Klassen im Papiergefüge zwischen 5 mm und 15 mm liegt;
- Einbringen und/oder Suspendieren der Carbonfasern in Wasser, wobei der Mengen- und/oder Gewichtsanteil der einzelnen Faserstoffklassen im Papiergefüge zwischen 1 % und 99 %, vorzugsweise zwischen 5 % und 95 % liegt;
- Einstellen einer Stoffdichte zwischen 1 % bis 0,01 % und Herstellung eines Papierblatts auf einer Entwässerungsvorrichtung.

[0028] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst dieses die Erzeugung wenigstens zweier Klassen von Carbonfasern mit unterschiedlichen Faserlängen in vorzugsweise einer wässrigen Suspension der Carbonfasern. Dabei kann dies vorzugsweise in einem Kreislaufsystem mit Rückführung und einem Mahl- und/oder Schneidaggregat erfolgen, wobei die Zugabe von Ausgangscarbonfasern (relativ lange Fasern) in das Wasser innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne erfolgt, so dass die zugegebenen Fasern unterschiedlich häufig dem Schneidprozess zugeführt werden. Wie zuvor bereits ausgeführt erhält man mittels dieser Methode eine relativ gut einstellbare Faserlängenverteilung. Gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Zugabe der Ausgangscarbonfasern in einer Zeitspanne, welche größer ist als die Zirkulationszeit der Carbonfasern im Kreislaufsystem. Somit wird sicher gestellt, dass zumindest Teile der Carbonfasern mehrfach dem Schneidprozess zugeführt werden.

[0029] Alternativ hierzu können die in Wasser eingebrachten Carbonfasern in wenigstens zwei unterschied-

lichen Mahlaggregaten und/oder wenigstens zwei unterschiedlichen Verfahrensschritten zur Erzeugung wenigstens eines Langfaseranteils und eines Kurzfaseranteils geschnitten und anschließend zur Herstellung des Papierblattes in einem vorgegebenen Mengenverhältnis gemischt werden. Hiermit können verschiedene Carbonfasern bereit gestellt werden, die sich in ihrer Faserlängenverteilung unterscheiden und genau auf den Bedarf des zu erzeugenden Papiergefüges zusammengestellt werden. Ziel ist es hierbei neben den relativ langen Fasern auch relativ kurze Fasern zur Herstellung des Faserservlieses bereit zu stellen. Nur so kann sichergestellt werden, dass ein Papiergefüge auf der Papiermaschine herstellbar ist, welches die Mindestanforderungen insbesondere an die gleichmäßige Massenverteilung erfüllt.

[0030] Die Herstellung des Papiergefüges kann gemäß der vorliegenden Erfindung auf einer Entwässerungsvorrichtung erfolgen, welche aus einer Gruppe von Maschinen ausgewählt wird, welche Langsiebmaschinen, Hybridformer, Rundsiebmaschinen, Schrägsiebmaschinen, Gapformer und Handschöpfvorrichtungen umfasst.

[0031] Für die Herstellung des Papiergefüges können erfindungsgemäß neben den Carbonfasern weitere Faserstoffe wie beispielsweise Cellulosefasern, Papierfasern, Altpapierfasern, Holzstofffasern, Kombinationen hiervon und dergleichen verwendet werden, wobei diese vorzugsweise mit einem Anteil zwischen 25 Gewichts-% und 0,5 Gewichts-%, bevorzugt zwischen 15 Gewichts-% und 1 Gewichts-% und insbesondere zwischen 10 Gewichts-% und 1,5 Gewichts-% dem Papiergefüge zugegeben werden können.

[0032] Das Schneiden der Carbonfasern erfolgt gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer wässrigen Suspension, deren Stoffdichte zwischen 35 % und 0,1 %, vorzugsweise zwischen 25 % und 1 % und insbesondere bei ca. 3 % liegt. Darüber hinaus können dem Papiergefüge Additive wie beispielsweise mineralische Additive, insbesondere Füllstoffe und Pigmente wie Calciumcarbonat, Kaolin, Talkum, Spezialmineralien, Dispergiermittel wie Polyphosphate, Polyacrylate und/oder chemische Additive wie beispielsweise Retentionsmittel, Entwässerungsbeschleuniger, Aluminiumverbindungen, Polyaluminiumchloride, Polyacrylamide, Polyethylenimine, Polyvinylamine, Polyamidoamine, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, Mikropartikelsysteme, Netzwerkretentionsmittel, natürliche und/oder modifizierte Stärke, Fixiermittel, Leimungsmittel, Trockenverfestiger, Nassfestmittel wie Melaminharz-Nassfestmittel, Epichlorhydrin-Harze, Glyoxal-Harze, Entschäumer, optische Aufheller, Farbstoffe, Biozide und Kombinationen hiervon, zugegeben werden.

[0033] Für die Mahlung und/oder das Schneiden der Carbonfasern wird gemäß der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung wie beispielsweise ein Papierholländer, Papillonrefiner, Flachkegelrefiner, Steilkegelrefiner, Scheibenmühlen, Entstipper verwendet, wobei die Steu-

erung der Vorrichtung insbesondere durch die Mahlgeräte-Belastungskurve erfolgt, welche beispielsweise eine Sinuskurve ist.

[0034] Die vorliegende Erfindung umfasst darüber hinaus auch das zuvor beschriebene Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern mit wenigstens zwei Klassen bildenden Faserstoffen, die unterschiedliche Längen aus Carbonfasern aufweisen, wobei der Mengen- und/oder Gewichtsanteil der einzelnen Faserstoffklassen im Papiergefüge zwischen 1 % und 99 %, vorzugsweise zwischen 5 % und 95 % liegt, und die mittlere Faserlänge der Carbonfasern über alle Klassen im Papiergefüge zwischen 1 mm und 20 mm liegt.

[0035] Schließlich umfasst die Erfindung auch die Verwendung eines Papiergefüges aus Carbonfasern wie es zuvor beschrieben wurde zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen, insbesondere Faser-Kunststoff-Verbindungen, keramischen Faserverbundwerkstoffen, Kombinationen hiervon und dergleichen.

[0036] Nachfolgend wird die Erfindung anhand verschiedener Ausführungsbeispiele beschrieben, wobei darauf hingewiesen wird, dass die Erfindung nicht auf die hier dargestellten Ausführungen beschränkt, sondern vielmehr auch entsprechende Abwandlungen im Sinne der vorliegenden Erfindung möglich sind. Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Zeichnungen in Verbindung mit den Ansprüchen.

[0037] Es zeigen:

Figuren 1a bis 1d Durchlichtaufnahmen verschiedener Faserstoffproben von Carbonfasersuspensionen zur Herstellung eines Papiergefüges;

Figuren 2a und 2b Prinzipskizzen zum Schneiden der Carbonfasern.

[0038] Figur 1a zeigt eine Durchlichtaufnahme eines Faserstoffes, der in einem Versuchsholländer (Volumen 15l) mit einer Menge von 400 g über einen Eintragszeitraum von 60 Sekunden eingebracht und in Summe über einen Zeitraum von 180 Sekunden gemahlen wurde. Dabei ergibt sich eine relativ gleichmäßige Faserlängenverteilung zwischen 0,2 mm und 6 mm. Bestimmt wurde die Faserlängenverteilung in drei Faserlängensklassen. Dabei liegt der Langfaseranteil bei ca. 20 %, der Anteil an mittellangen Fasern bei ca. 34 % und Kurzfasern bei ca. 46 %. Die Klassen umfassen dabei für Langfasern, Faserstoffe mit einer Länge zwischen 7 mm und 12 mm, mittellangen Fasern, Faserstoffe mit einer Länge zwischen 3 mm und 7 mm und Kurzfasern, Faserstoffe mit einer Länge zwischen 0,5 mm und 3 mm.

[0039] Figur 1b zeigt eine Durchlichtaufnahme eines Faserstoffes, der in dem selben zuvor verwendeten Versuchsholländer mit einer Menge von 50 g über einen Eintragszeitraum von 10 Sekunden eingebracht und in Summe über einen Zeitraum von 120 Sekunden gemahlen wurde. Durch den geringeren Eintrag erhöht sich auch

die spezifische Belastung der Fasern im Mahlaggreat, so dass auch der Anteil an Kurzfasern steigt. Dabei liegt der Langfaseranteil bei ca. 16 %, der Anteil an mittellangen Fasern bei ca. 29 % und Kurzfasern bei ca. 55 %.

[0040] Figur 1c zeigt eine Durchlichtaufnahme eines Faserstoffes, der in dem selben zuvor verwendeten Versuchsholländer mit einer Menge von 50 g über einen Eintragszeitraum von 10 Sekunden eingebracht und in Summe über einen Zeitraum von 90 Sekunden gemahlen wurde. Durch die kurze Bearbeitungszeit bleiben überwiegend lange Fasern zurück, die bei der Verarbeitung zu einem Papiergefüge deutliche Schwierigkeiten bereiten. Es kommt hierbei zu starken Verspinnungen zwischen den Fasern. Dabei liegt der Langfaseranteil bei ca. 17,5 %, der Anteil an mittellangen Fasern bei ca. 37,5 % und Kurzfasern bei ca. 45 %.

[0041] Figur 1d zeigt eine Durchlichtaufnahme eines Faserstoffes, der in dem selben zuvor verwendeten Versuchsholländer mit einer Menge von 50 g über einen Eintragszeitraum von 10 Sekunden eingebracht und in Summe über einen Zeitraum von 180 Sekunden gemahlen wurde. Nach einer Mahlung von 180 Sekunden sind praktisch keine Langfasern mehr vorhanden. Dabei liegt der Langfaseranteil bei ca. 5,5 %, der Anteil an mittellangen Fasern bei ca. 33 % und Kurzfasern bei ca. 61 %.

[0042] Die Figuren 2a und 2b zeigen zwei unterschiedliche Verfahren zur Aufbereitung des Faserstoffes.

[0043] Hierbei zeigt Figur 2a einen Holländer zur Mahlung des Faserstoffs in einer Bütte. Über die Zugabe 5 wird über den vorgegeben Zeitraum (welcher vorzugsweise größer ist als die Umtriebszeit der Suspension in der Bütte) der Faserstoff in die mit Wasser gefüllte Bütte 2 zugegeben und über das Mahlwerk des Holländers 4 gemahlen. Nach Abschluss der Mahlzeit wird das Mahlwerk gestoppt, der Faserstoff entnommen und zur Vliesherstellung überführt.

[0044] Figur 2b zeigt eine alternative Ausführung hierzu, bei welcher der Faserstoff einer Bütte 10 über die Zuleitung 14 zugegeben wird und mittels der Pumpe 12 dem Mahlaggreat zum Beispiel einem Kegelrefiner zugeführt wird. Sobald die Mahlung abgeschlossen ist, wird der Faserstoff über die Bütte und das Entnahmevertil 16 aus der Bütte dem Vliesherstellungsprozess zugeführt. Hierbei können selbstverständlich auch hintereinander verschiedene Faserstoffe mit unterschiedlichen Faserlängen erzeugt werden und für die Vliesherstellung nach der Mahlung bzw. dem Schneiden zusammengeführt werden.

Patentansprüche

1. Papiergefüge aus Carbonfasern, mit wenigstens zwei Klassen bildenden Faserstoffen, die unterschiedliche Längen aus Carbonfasern aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mengen- und/oder Gewichtsanteil der einzelnen Faserstoffklassen im Papiergefüge zwischen 1 %

- und 99 %, vorzugsweise zwischen 5 % und 95 % liegt, und die mittlere Faserlänge der Carbonfasern über alle Klassen im Papiergefüge zwischen 1 mm und 20 mm liegt.
2. Papiergefüge aus Carbonfasern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Faserlänge der Carbonfasern im Papiergefüge über alle Klassen zwischen 2 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 4,5 mm und 6 mm liegt.
 3. Papiergefüge aus Carbonfasern nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Faserstoffklassen wenigstens einen Langfaseranteil, dessen Faserstoffe eine Länge zwischen 25 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 5 mm und 2 mm und insbesondere größer 6 mm haben und einen Kurzfaseranteil, dessen Faserstoffe eine Länge zwischen 10 mm und 0,1 mm, vorzugsweise zwischen 2 mm und 0,5 mm und insbesondere kleiner 6 mm haben, aufweisen.
 4. Papiergefüge aus Carbonfasern gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Carbonfasern primäre und/oder wiederaufbereitete Carbonfasern sind und insbesondere durch Schneiden und/oder Mahlen, vorzugsweise durch nasses Schneiden auf die wenigstens zwei unterschiedlichen Längen gekürzt werden.
 5. Papiergefüge aus Carbonfasern nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil im Papiergefüge der längeren Carbonfasern, insbesondere der Langfasern, zwischen 10 Gewichts-% und 75 Gewichts-%, vorzugsweise 25 Gewichts-% und 50 Gewichts-% und der Anteil der kürzeren Carbonfasern, insbesondere der Kurzfasern, zwischen 90 Gewichts-% und 25 Gewichts-%, vorzugsweise zwischen 75 Gewichts-% und 50 Gewichts-% liegt und der ggf. bestehende Rest, Feinstoff mit einer Faserlänge von kleiner 0,5 mm bzw. 0,1 mm ist.
 6. Papiergefüge aus Carbonfasern nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schneiden der Carbonfasern in einer wässrigen Suspension erfolgt, deren Stoffdichte zwischen 35 % und 0,1 %, vorzugsweise zwischen 25 % und 1 % und insbesondere bei ca. 5 % liegt.
 7. Papiergefüge aus Carbonfasern nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Carbonfasern eine kationische oder anionische Ladung aufweisen, welche vorzugsweise durch eine Beschichtung auf die Carbonfasern aufgebracht wird.
 8. Papiergefüge aus Carbonfasern nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben den Carbonfasern weitere Faserstoffe wie beispielsweise Cellulosefasern, Papierfasern, Altpapierfasern, Holzstofffasern, Kombinationen hiervon und dergleichen aufweist, welche vorzugsweise mit einem Anteil zwischen 25 Gewichts-% und 0,5 Gewichts-%, bevorzugt zwischen 15 Gewichts-% und 1 Gewichts-% und insbesondere zwischen 10 Gewichts-% und 1,5 Gewichts-% dem Papiergefüge zugegeben werden und / oder neben den Carbonfasern Verstärkungsfasern, insbesondere Bindefasern aus Polyethylen vorgesehen sind, welche vorzugsweise mit einem Anteil zwischen 25 Gewichts-% und 0,1 Gewichts-%, bevorzugt zwischen 20 Gewichts-% und 1 Gewichts-% und insbesondere zwischen 10 Gewichts-% und 1,5 Gewichts-% dem Papiergefüge zugegeben werden und ferner vorzugsweise eine Faserlänge aufweisen, welche zwischen 0,1 mm und 10 mm, bevorzugt zwischen 0,5 mm und 7 mm und insbesondere zwischen 1 mm und 5 mm liegt.
 9. Papiergefüge aus Carbonfasern nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Papiergefüge Additive wie beispielsweise mineralische Additive, insbesondere Füllstoffe und Pigmente wie Calciumcarbonat, Kaolin, Talkum, Spezialmineralien, Dispergiermittel wie Polyphosphate, Polyacrylate und/oder chemische Additive wie beispielsweise Retentionsmittel, Entwässerungsbeschleuniger, Aluminiumverbindungen, Polyaluminiumchloride, Polyacrylamide, Polyethylenimine, Polyvinylamine, Polyamidoamine, Polydiallyldimethylammoniumchlorid, Mikropartikelsysteme, Netzwerketentionsmittel, natürliche und/oder modifizierte Stärke, Fixiermittel, Leimungsmittel, Trockenverfestiger, Nassfestmittel wie Melaminharz-Nassfestmittel, Epichlorhydrin-Harze, Glyoxal-Harze, Entschäumer, optische Aufheller, Farbstoffe, Biozide und Kombinationen hiervon, zugegeben werden.
 10. Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern und Wasser mit den Schritten:
 - Bereitstellen und/oder Erzeugung wenigstens zweier Klassen von Carbonfasern mit unterschiedlichen Faserlängen, wobei die mittlere Faserlänge der Carbonfasern über alle Klassen im Papiergefüge zwischen 1 mm und 15 mm liegt;

- Einbringen und/oder Suspendieren der Carbonfasern in Wasser, wobei der Mengen- und/oder Gewichtsanteil der einzelnen Faserstoffklassen im Papiergefüge zwischen 1 % und 99 %, vorzugsweise zwischen 5 % und 95 % liegt, und
 - Einstellen einer Stoffdichte zwischen 5 % bis 0,01 % und Herstellung eines Papierblatts auf einer Entwässerungsvorrichtung.
- 5
11. Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Erzeugung wenigstens zweier Klassen von Carbonfasern mit unterschiedlichen Faserlängen in wässriger Suspension der Carbonfasern, vorzugsweise in einem Kreislaufsystem mit Rückführung und einem Mahl- und/oder Schneidaggregat erfolgt und die Zugabe von Ausgangscarbonfasern in das Wasser innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne erfolgt, so dass die zugegebenen Fasern unterschiedlich häufig dem Schneidprozess zugeführt werden und / oder die in Wasser eingebrachten Carbonfasern in wenigstens zwei unterschiedlichen Mahlaggregaten und/oder zwei unterschiedlichen Verfahrensschritten zur Erzeugung wenigstens eines Langfaseranteils und eines Kurzfaseranteils geschnitten werden und zur Herstellung des Papierblattes in einem vorgegebenen Mengenverhältnis gemischt werden.
- 10
12. Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern gemäß einem der Ansprüche 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- für die Herstellung des Papiergefüges neben den Carbonfasern weitere Faserstoffe wie beispielsweise Cellulosefasern, Papierfasern, Altpapierfasern, Holzstofffasern, Kombinationen hiervon und dergleichen verwendet werden und welche vorzugsweise mit einem Anteil zwischen 25 Gewichts-% und 0,5 Gewichts-%, bevorzugt zwischen 15 Gewichts-% und 1 Gewichts-% und insbesondere zwischen 10 Gewichts-% und 1,5 Gewichts-% dem Papiergefüge zugegeben werden.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
13. Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Schneiden der Carbonfasern in einer wässrigen Suspension erfolgt, deren Stoffdichte zwischen 35 % und 0,1 %, vorzugsweise zwischen 25 % und 1 % und insbesondere bei ca. 3 % liegt.
- 50
14. Verfahren zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Mahlung und/oder das Schneiden der Carbonfasern mit einer Vorrichtung wie beispielsweise einem Papierholländer, Papillonrefiner, Flachkegelrefiner, Steilkegelrefiner, Scheibenmühlen, Entstipper vorgenommen wird, wobei die Steuerung der Vorrichtung insbesondere durch die Mahlgeräte-Belastungskurve erfolgt, welche beispielsweise eine Sinuskurve ist.
- 55
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14 zur Herstellung eines Papiergefüges aus Carbonfasern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.
16. Verwendung eines Papiergefüges aus Carbonfasern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen, insbesondere Faser-Kunststoff-Verbunden, keramischen Faserverbundwerkstoffen, Kombinationen hiervon und dergleichen.

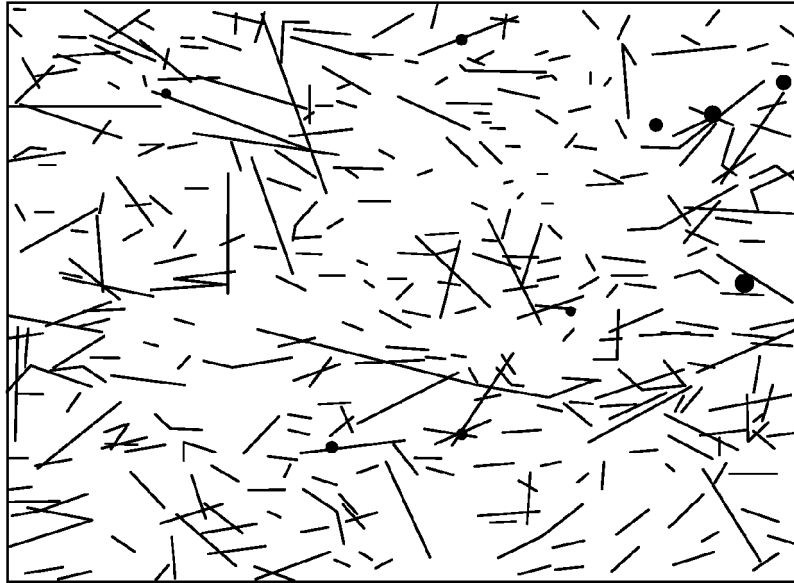


Fig. 1a

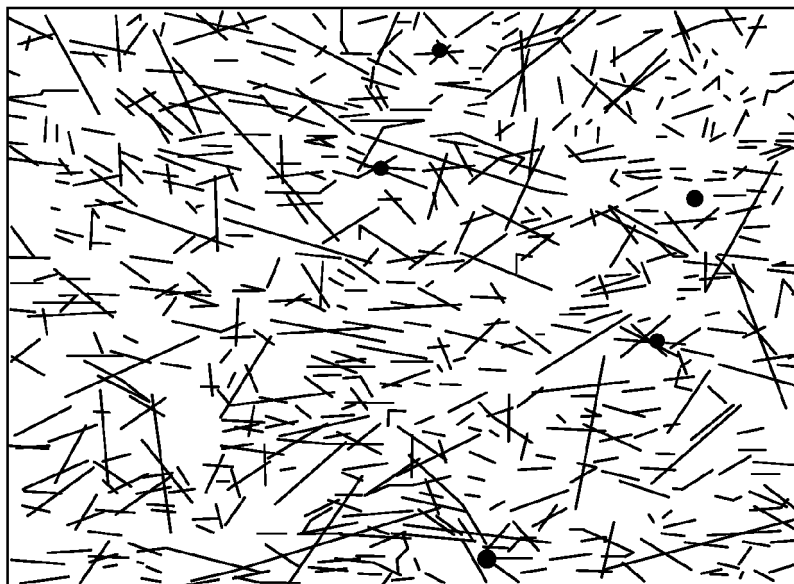


Fig. 1b

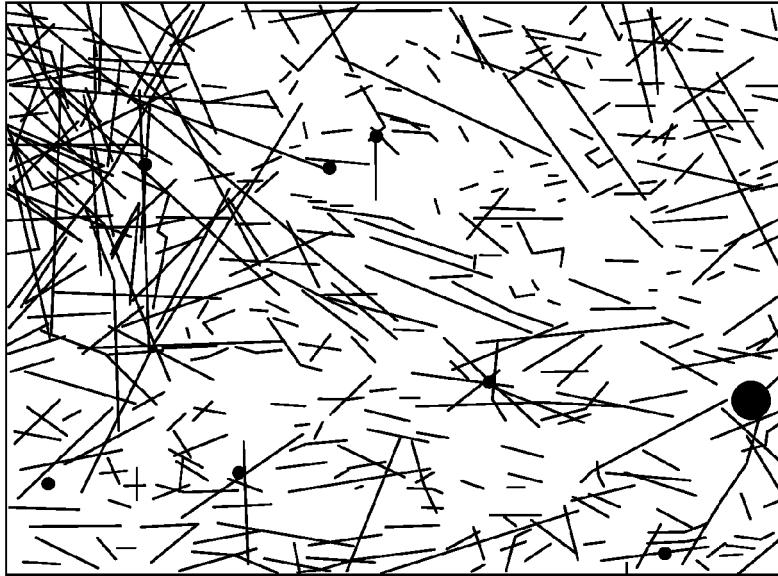


Fig. 1c

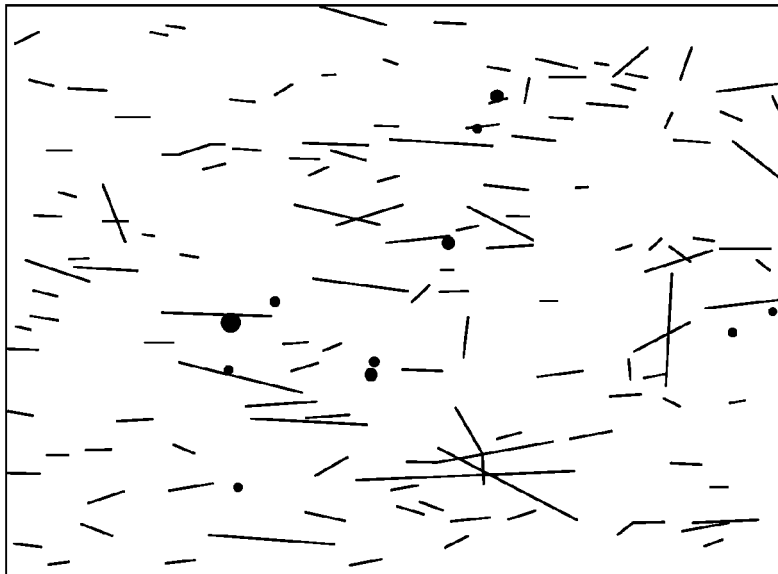


Fig. 1d

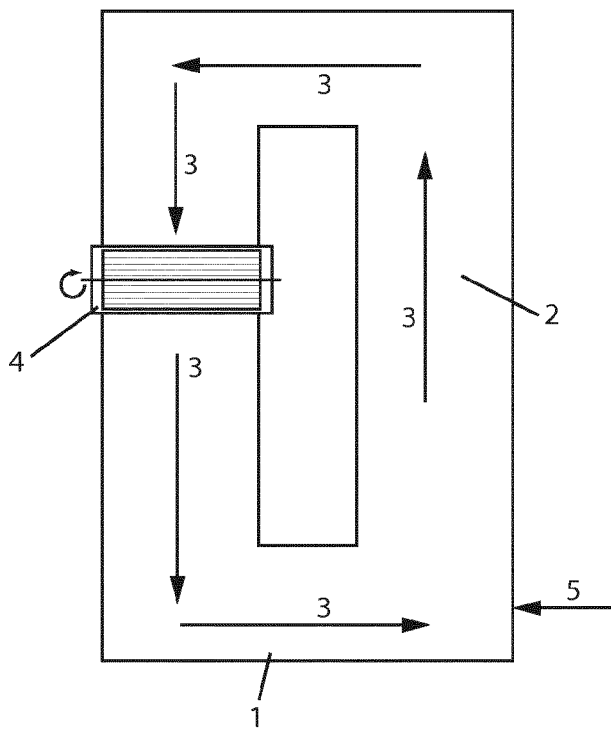


Fig. 2a

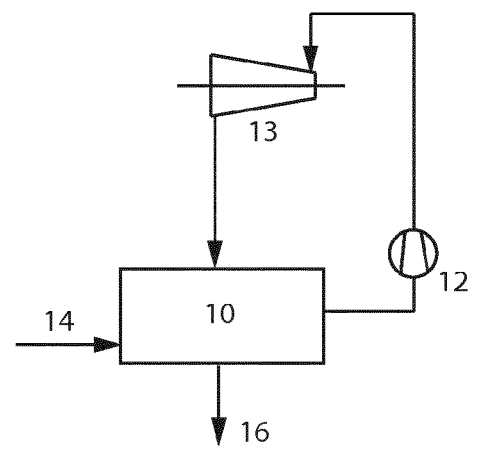


Fig. 2b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 18 0963

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
E	EP 2 770 104 A1 (RESO GMBH & CO KG [DE]; HELFER PETER [DE]) 27. August 2014 (2014-08-27) * Absatz [0011]; Ansprüche 4,6 * -----	1-16	INV. D21H13/50 D21H15/06
A	DE 15 40 949 A1 (MINNESOTA MINING & MFG) 22. Januar 1970 (1970-01-22) * Zusammenfassung * -----	1-16	
A	EP 1 186 704 A1 (CHEN RUEY LING [TW]) 13. März 2002 (2002-03-13) * das ganze Dokument * -----	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D21H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Februar 2015	Prüfer Naeslund, Per
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 14 18 0963

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

05-02-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 2770104	A1	27-08-2014	DE 102013101899	A1		28-08-2014
			EP 2770104	A1		27-08-2014

DE 1540949	A1	22-01-1970	DE 1540949	A1		22-01-1970
			GB 1107792	A		27-03-1968
			US 3367851	A		06-02-1968

EP 1186704	A1	13-03-2002	CA 2326379	A1		22-05-2002
			EP 1186704	A1		13-03-2002
			US 6540874	B1		01-04-2003

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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