



(10) **DE 10 2014 009 883 B3** 2015.09.10

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 009 883.4**
(22) Anmeldetag: **04.07.2014**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **10.09.2015**

(51) Int Cl.: **B29B 17/00** (2006.01)
B29C 31/06 (2006.01)
B29B 9/06 (2006.01)
B29C 47/10 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
Wiedemann, Peter, 86633 Neuburg, DE

(74) Vertreter:
**Witzany, Manfred, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 85049
Ingolstadt, DE**

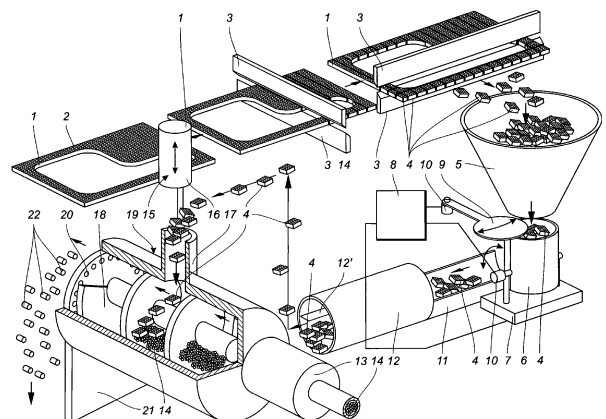
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 04 776	A1
DE	43 13 977	A1
DE	43 30 861	A1
DE	44 08 089	A1
DE	101 55 615	A1
DE	198 58 464	A1
DE	695 31 862	T2
DE	24 22 336	A
EP	0 751 828	B1
WO	2013/ 164 784	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Aufbereiten eines Fasern enthaltenden Werkstoffs**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Aufbereiten eines Fasern (2) enthaltenden Werkstoffs (1) wird der Werkstoff (1) in Portionen geteilt und die Portionen gewogen. Diese Portionen werden in Taktzeiten, welche direkt proportional zum ermittelten Gewicht der Portionen sind, einem thermoplastischen Polymer (14) zugeführt. Diese Mischung wird anschließend mindestens einer Extruderschnecke (18) zugeführt, wodurch sie thermisch erhitzt und gepresst wird. Auf diese Weise wird das Polymer (14) in einen plastifizierten Zustand versetzt, so dass es entsprechend umgeformt werden kann. Anschließend wird es wieder erstarrt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbereiten eines Fasern enthaltenden Werkstoffs, das mit einem thermoplastischen Polymer vermischt und in einem Extruder erhitzt und gepresst wird.

[0002] Aus der DE 44 08 089 A1 ist ein Verfahren zur Wiederaufbereitung eines Faser verstärkten thermoplastischen Materials bekannt. Dabei werden zwei verschiedene mit Glasfasern verstärkte thermoplastische Polymere vermischt. Das erste thermoplastische Polymer enthält dabei kurze Glasfasern mit einer Länge zwischen 10 Mikrometer und 400 Mikrometer, während das zweite thermoplastische Polymer lange Glasfasern zwischen 10 mm und 20 mm enthält. Diese beiden Polymere werden vermischt und aufgeschmolzen. Anschließend wird das Gemisch thermoplastisch verformt.

[0003] Aus der EP 0 751 828 B1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Formteilen bekannt. Dabei werden mit Verstärkungsfasern verstärkte thermoplastische Polymere einer Extruderschnecke zugeführt und durch Erhöhung von Druck und Temperatur in einen plastifizierten Zustand versetzt. Hierdurch wird das Material umgeformt, um ein Spritzgussformteil herzustellen. Dieses Verfahren hat sich in der Praxis bewährt und bildet den Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches einen qualitativ hochwertigen faserverstärkten thermoplastischen Polymercompound ergibt.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den folgenden Merkmalen gelöst.

[0006] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Aufbereiten eines Fasern enthaltenden Werkstoffs wird dieses in Portionen geteilt. Als Werkstoff kommen insbesondere Einzelfasern, Faserbündel, Fasermatten, Fasergelege und faserverstärkte thermoplastische Polymere in Betracht. Diese Aufzählung ist jedoch nicht abschließend zu verstehen. Diese Portionen werden gewogen und in vorbestimmten Taktzeiten einem Materialstrom mindestens eines thermoplastischen Polymers. Gegebenenfalls werden weitere Zusatzstoffe zugeführt. Dabei werden die Taktzeiten so gewählt, dass sie direkt proportional zum ermittelten Gewicht der einzelnen Portionen sind. Für den Fall, dass die Portionen im Wesentlichen das gleiche Gewicht aufweisen, sind die Taktzeiten ebenfalls gleich. Bei wesentlich unterschiedlichen Gewichten der einzelnen Portionen werden dagegen die Taktzeiten entsprechend dem Gewicht angepasst. Auf diese Weise wird erreicht, dass im Mittel der Materialstrom eine konstante Masse pro Zeit an Fasern enthaltendem Werkstoff auf-

weist. Dieses Verfahren ist insbesondere unabhängig von der Größe der Materialstücke des Fasern enthaltenden Werkstoffs, da es auf dessen Riesel- und Fließfähigkeiten nicht ankommt. Damit können auch recht große Stücke des Fasern enthaltenden Werkstoffs verarbeitet werden, die folglich entsprechend lange Fasern enthalten. Die Materialstücke müssen lediglich so klein bemessen sein, dass sie von einer Extruderschnecke förderbar sind. Damit ist die maximale Größe dieser Materialstücke im Wesentlichen davon abhängig, wie groß die Extruderschnecke ist, die in diesem Verfahren zur Anwendung kommt. Der Materialstrom, bestehend aus dem Fasern enthaltenden Werkstoff und dem thermoplastischen Polymer, wird mindestens einer Extruderschnecke zugeführt, in der dieses Material erhitzt und gepresst wird. Auf diese Weise wird das Polymer in einen plastifizierten Zustand versetzt, so dass es leicht geformt werden kann. Vorzugsweise wird der Fasern enthaltende Werkstoff dem bereits plastifizierten Polymer zugesetzt, um Faserbrüche durch die Extruderschnecke weitestgehend zu vermeiden. Schließlich wird das Polymer vorzugsweise durch eine Lochplatte gedrückt und abgekühlt, so dass es erstarrt. Damit erhält man ein ungeformtes, mit Fasern verstärktes Polymer, welches zur Herstellung neuer Polymerteile genutzt werden kann. Da in diesen Teilen die Fasern nicht in Vorzugsrichtung ausgerichtet und in der Regel verkürzt sind, besitzen diese nicht die Festigkeit klassischer faserverstärkter Formteile, die Festigkeit dieser Teile kommt dicht an die von mit neuen Fasern verstärkten Polymerteilen heran. Außerdem können auf diese Weise im Produktionsprozess von faserverstärkten Polymerteilen anfallende Beschnittreste sowie Altteile aufgearbeitet werden, so dass sie nicht deponiert werden müssen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Verbrennen dieser Teile in der Regel wegen der damit verbundenen toxischen Schadstoffbelastung nicht oder nur mit sehr großem Aufwand möglich ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren können daher Faserabfälle aufbereitet und dem Produktionsprozess für neue Teile aus diesen Materialien zugeführt werden. Damit wird ein erheblicher Beitrag zur Ressourcenschonung und Umweltentlastung geleistet. Dies ist insbesondere deshalb von hoher Bedeutung, da faserverstärkte Polymere in der industriellen Produktion vermehrt eingesetzt werden und klassische Materialien wie beispielsweise Stahl- und Aluminiumbleche zunehmend ersetzen.

[0007] Für den Fall, dass der Fasern enthaltende Werkstoff in derart großen Stücken vorliegt, dass er von der mindestens einen Extruderschnecke nicht mit hinreichender Sicherheit gefördert werden kann, ist es vorteilhaft, den Werkstoff vorab in entsprechende Teile zu zerkleinern.

[0008] Für die Größe der Teile des Fasern enthaltenden Werkstoffs hat sich eine mittlere Kantenlänge von höchstens 10 cm bewährt, so dass diese Teile

problemlos von großen Extruderschnecken gefördert werden können. Sollen auch kleinere Extruderschnecken zum Einsatz kommen können, ist eine maximale mittlere Kantenlänge von höchstens 5 cm vorzuziehen. Als mittlere Kantenlänge ist dabei die mittlere Länge der einzelnen Stücke des Fasern enthaltenden Werkstoffs in Längsrichtung der Fasern zu verstehen. Häufig fällt der Werkstoff in Form von flächigen, dünnwandigen Körpern an. In diesem Fall besitzt der Fasern enthaltende Werkstoff in Dickenrichtung eine wesentlich kürzere Kantenlänge von beispielsweise wenigen Millimetern, während die Kantenlänge in anderen Erstreckungsrichtungen wesentlich größer ist. In diesem Fall spielt die Kantenlänge in Dickenrichtung für die Ermittlung der mittleren Kantenlänge keine Rolle, da sich die Fasern nur quer zur Dickenrichtung erstrecken. In anderen Worten ausgedrückt, die mittlere Kantenlänge definiert im Wesentlichen die Länge der Fasern.

[0009] Für die Untergrenze der mittleren Kantenlänge spielt die Verarbeitbarkeit des Fasern enthaltenden Werkstoffs keine Rolle. Diese bestimmt aber die mittlere Länge der Fasern. Daher sollte eine Mindestkantenlänge von 0,1 cm möglichst nicht unterschritten werden. Bei kleineren Kantenlängen wird die Stabilisierungseigenschaft der Fasern entsprechend reduziert, was zwar in bestimmten Anwendungsfällen durchaus akzeptabel erscheint, jedoch grundsätzlich nicht erwünscht ist. Vorzugsweise ist die mittlere Kantenlänge der Stücke mindestens 1 cm, so dass sich hinreichend lange Fasern im aufbereiteten Polymer befinden. Es hat sich herausgestellt, dass mittlere Kantenlängen von wesentlich mehr als 1 cm nur noch geringfügig mehr Stabilität im faserverstärkten Polymer bewirken.

[0010] Um den Aufbereitungsprozess möglichst effizient zu gestalten, wird die Portionierung vorzugsweise in einem Wiegebehälter durchgeführt. Damit kann der Portionierungsvorgang gleichzeitig mit dem Wiegevorgang erfolgen, was den Materialdurchsatz im Verfahren erhöht. Damit sind der Portionier- und Wiegevorgang nicht mehr die den Durchsatz limitierenden Schritte des Aufbereitungsverfahrens, so dass die Portionsgrößen auch entsprechend verkleinert werden können. Dies führt zu einer erhöhten Vergleichmäßigung der Zusammensetzung des Materialstroms und führt damit zu einer höheren Materialgüte des mit dem Verfahren erzeugten Werkstoffs.

[0011] Wird der Fasern enthaltende Werkstoff im Wiegebehälter kontinuierlich gewogen, so kann das Wiegeergebnis auch direkt zur Portionierung genutzt werden. Dabei wird der Wiegebehälter so lange mit dem Werkstoff gefüllt, bis das ermittelte Gewicht einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass jede Portion mit hoher Genauigkeit die gleiche Menge an Werkstoff enthält. Damit kann die Taktzeit, nach

der die Portion dem Materialstrom zugeführt wird, einfach konstant gehalten werden. Auf diese Weise ergibt sich eine recht einfache Prozessführung, die sich durch eine geringe Störanfälligkeit auszeichnet.

[0012] Ein potenzielles Problem des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass der Fasern enthaltende Werkstoff dem Materialstrom prinzipbedingt diskontinuierlich zugeführt werden muss. Dieses Problem kann zwar durch entsprechend kleine Portionen minimiert werden, trotzdem verbleibt im Materialstrom eine ungewollte periodische Schwankung des Mischungsverhältnisses zwischen dem Werkstoff und dem thermoplastischen Polymer. Um dieses Problem zu beseitigen, wird der portionierte Werkstoff in mindestens einem Rohr und/oder mindestens einer Rinne vergleichmäßig. Vorzugsweise ist das mindestens eine Rohr bzw. die mindestens eine Rinne in leichtem Gefälle angestellt, so dass sich ein kontinuierlicher und zeitlich gleichmäßiger Materialstrom einstellt. Der Massendurchsatz an Fasern enthaltendem Werkstoff entspricht dabei exakt der Portionsmasse geteilt durch die Taktzeit. Insbesondere ist daran gedacht, das Rohr und/oder die Rinne kontinuierlich oder oszillierend zur Drehung anzutreiben. Damit wird die Vergleichmäßigung des Massendurchsatzes verbessert. Zusätzlich kann im Rohr und/oder in der Rinne mindestens ein Mitnehmer vorgesehen sein, der die Durchmischung des Werkstoffs und damit die Vergleichmäßigung verbessert.

[0013] Insbesondere bei relativ groß geschnittenem Fasern enthaltenden Werkstoff hat sich herausgestellt, dass die Zufuhr zur mindestens einen Extruderschnecke relativ störanfällig ist. Insbesondere kann es immer wieder vorkommen, dass der Zulauf zur mindestens einen Extruderschnecke durch sich verkeilenden Werkstoff verstopft wird. Zur Lösung dieses Problems wird der Fasern enthaltende Werkstoff mit Druck der mindestens einen Extruderschnecke zugeführt. Dieser Druck kann beispielsweise durch eine entsprechend gestaltete Förderschnecke oder durch einen in einem Zylinder laufenden Kolben bereitgestellt werden. Diese Aufzählung ist jedoch nicht abschließend zu verstehen.

[0014] Nachdem der Fasern enthaltende Werkstoff zusammen mit dem thermoplastischen Polymer durch Erhöhung von Druck und Temperatur in einen plastifizierten Zustand gebracht wurde, lässt sich diese Mischung problemlos in jede beliebige Form bringen. Am Einfachsten wird dieses Material durch eine Lochplatte gepresst, so dass Stränge entstehen. Durch Zerschneiden dieser Stränge in entsprechende Teile ergibt sich ein Granulat, welches sich durch eine gute Rieselfähigkeit auszeichnet. Ein derartiges Granulat kann problemlos in Extrudern oder Spritzgussmaschinen als Rohstoff eingesetzt werden, um neue Formteile zu erstellen. Damit kann der Einsatz von neuem Rohstoff, insbesondere Polymer und Fa-

sen, entsprechend reduziert werden. Damit ist aus einem teuer zu entsorgenden Abfall ein wertvoller Rohstoff für den industriellen Einsatz geworden.

[0015] Die Fasern des Werkstoffs können aus unterschiedlichen Materialien bestehen, wobei insbesondere an Karbon- und Glasfasern gedacht ist. Diese Fasern werden in industriellen Prozessen sehr häufig eingesetzt, da sie sich durch hohe Festigkeiten und definierte physikalische Eigenschaften auszeichnen. Daneben ist dieses Verfahren aber auch für Naturfasern geeignet, wobei insbesondere an Kokos-, Hanf- und Flachsfasern gedacht ist. Diese Aufzählung ist aber nicht abschließend zu verstehen.

[0016] Der Erfindungsgegenstand wird beispielhaft anhand der Zeichnung erläutert, ohne den Schutzzumfang zu beschränken.

[0017] Die einzige Figur zeigt eine schematische Prinzipdarstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ein Werkstoff **1**, welcher Fasern **2** enthält, ist lediglich beispielhaft als Beschnittrest dargestellt, wie er häufig bei der Herstellung von faserverstärkten Formteilen anfällt. Dieser Werkstoff **1** wird von Schneidmessern **3** in Teile **4** geschnitten, die eine für den folgenden Prozess geeignete mittlere Kantenlänge von beispielsweise 1 cm aufweisen.

[0018] Bedingt durch eine undefinierte Formgebung des zu verarbeitenden Werkstoffs **1** fallen die Teile **4** in einem stark variierenden Massenstrom an.

[0019] Die Teile **4** werden mittels eines Trichters **5** einem Wiegebehälter **6** zugeführt. Dieser Wiegebehälter **6** ist verschwenkbar auf einer Waage **7** montiert. Die Waage **7** überwacht permanent die Masse der im Wiegebehälter **6** befindlichen Teile **4**.

[0020] Sobald die im Wiegebehälter **6** enthaltene Gesamtmasse an Teilen **4** einem vorgegebenen Grenzwert im Wesentlichen entspricht oder diesen überschreitet, betätigt eine von der Waage **7** beeinflusste Steuerung **8** einen Stellmotor **10**, wodurch eine Klappe **9** den Trichter **5** verschließt. Zu diesem Zeitpunkt werden dem Wiegebehälter **6** somit keine Teile **4** mehr zugeführt. Die von den Schneidmessern **3** zurechtgeschnittenen Teile **4** füllen daher im Folgenden nicht mehr den Wiegebehälter **6**, sondern ausschließlich den Trichter **5**, der in diesem Zusammenhang als Vorratsspeicher genutzt wird. Nach einer vorgegebenen Taktzeit betätigt nun die Steuerung **8** einen weiteren Stellmotor **10**, der den Wiegebehälter **6** verschwenkt und somit die darin enthaltenen Teile **4** in eine Rinne **11** entleert. Diese Taktzeit wird von der letzten Entleerung des Wiegebehälters **6** an gemessen, so dass der Wiegebehälter **6** in im Wesentlichen periodischen, proportional zum Wiegeergebnis ermittelten Abständen entleert wird. Über

die Taktzeit gemittelt wird daher dem Wiegebehälter **6** ein konstanter Massenstrom entnommen.

[0021] Die Rinne **11** ist zur Horizontalen leicht im Gefälle geneigt, so dass sich der Massenstrom aus Teilen **4** allmählich vergleichmäßigt. Im weiteren Verlauf geht die Rinne **11** in ein Rohr **12** über, welches in gleicher Weise wie die Rinne **11** geneigt ist. Grundsätzlich ist daran gedacht, statt der Verbindung von Rinne **11** und Rohr **12** auch über die gesamte Vergleichmäßigungslänge eine Rinne **11** oder ein Rohr **12** vorzusehen. Insbesondere das Rohr **12** ist drehend angetrieben, um die Vergleichmäßigung des Massenstroms zu verbessern. Zu diesem Zweck ist innerhalb des Rohres **12** ein Rührer **12'** vorgesehen, der zusammen mit dem Rohr **12** umdreht und den Werkstoff durchmischt. Am Ende des Rohres **12** ergibt sich ein gleichmäßiger Massenstrom von Teilen **4**, der dem von der Steuerung **8** vorgegebenen Massengrenzwert geteilt durch die Taktzeit entspricht.

[0022] Dieser Werkstoff **1** wird mittels eines Stopfers **15** – bestehend aus einem Kolben **16**, der in einem Zylinder **17** verschiebbar ist – einer Extruderschnecke **18** eines Extruders **19** zugeführt. Der Extruder **19** ist teilweise geschnitten dargestellt, um die Extruderschnecke **18** sehen zu können. In den Extruder **19** mündet eingangs eine Dosierpumpe **13**, mit der ein thermoplastisches Polymer **14** mit konstantem Massenstrom zugeführt wird. Das thermoplastische Polymer **14** ist hinreichend feinkörnig, so dass es mit der Dosierpumpe **13** problemlos exakt dosiert werden kann. Damit ergibt sich im Extruder **19** eine definierte Mischung zwischen dem Werkstoff **1** und dem thermoplastischen Polymer **14**. Diese Extruderschnecke **18** bringt diese Mischung auf einen Druck und eine Temperatur, so dass das thermoplastische Polymer **14** in einen plastifizierten Zustand überführt wird, in dem es beliebig formbar ist. Um zu vermeiden, dass sich die Fasern **2** durch die Knetwirkung der Extruderschnecke **18** und/oder zusätzliche, nicht dargestellte Knetwerke verkürzen, werden die Teile **4** der Extruderschnecke **18** weiter stromabwärts im Verhältnis zum thermoplastischen Polymer **14** zugeführt.

[0023] Anschließend wird diese Masse durch eine Lochplatte **20** gedrückt, so dass sich Stränge ergeben, die von einem Schneidmesser **21** zu einem Granulat **22** geschnitten werden. Dieses Granulat **22** wird abgekühlt, so dass es in einen festen Zustand überführt wird. Es dient dann als Rohstoff für einen nicht dargestellten Extruder oder eine Spritzgußmaschine, um neue Formteile herzustellen.

Bezugszeichenliste

1	Werkstoff
2	Faser
3	Schneidmesser
4	Teil

5	Trichter
6	Wiegebehälter
7	Waage
8	Steuerung
9	Klappe
10	Stellmotor
11	Rinne
12	Rohr
12'	Rührer
13	Dosierpumpe
14	thermoplastisches Polymer
15	Stopfer
16	Kolben
17	Zylinder
18	Extruderschnecke
19	Extruder
20	Lochplatte
21	Schneidmesser
22	Granulat

lange zugeführt wird, bis das ermittelte Gewicht einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der portionierte Fasern (2) enthaltende Werkstoff (1) in mindestens einem Rohr (12) und/oder mindestens einer Rinne (11) vergleichmäßig wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fasern (2) enthaltende Werkstoff (1) mit Druck der mindestens einen Extruderschnecke (18) zugeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das plastifizierte Polymer (1) zusammen mit dem Fasern (2) enthaltenden Werkstoff (1) zu einem Granulat (22) geformt und/oder geschnitten wird.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern (2) Karbon-, Glas- und/oder Naturfasern sind.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten eines Fasern (2) enthaltenden Werkstoffs (1), bei dem der Werkstoff (1) in Portionen geteilt und die Portionen gewogen werden, wobei die Portionen in Taktzeiten, die direkt proportional zum ermittelten Gewicht der Portionen sind, mindestens einer Extruderschnecke (18) zugeführt werden, der außerdem mindestens ein Massenstrom eines thermoplastischen Polymers (14) zugeführt wird, welches erhitzt und gepresst wird, um das thermoplastische Polymer (14) in einen plastifizierten Zustand zu versetzen, wobei der Fasern (2) enthaltende Werkstoff (1) dem thermoplastischen Polymer (14) vorzugsweise im plastifizierten Zustand zugesetzt wird, wonach die Mischung wieder erstarrt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fasern (2) enthaltende Werkstoff (1) vor dem Portionieren in Teile (4) zerkleinert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teile (4) eine mittlere Kantenlänge von höchstens 10 cm, vorzugsweise höchstens 5 cm aufweisen.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teile (4) eine mittlere Kantenlänge von mindestens 0,1 cm, vorzugsweise mindestens 1 cm aufweisen.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Portionierung in mindestens einem Wiegebehälter (6) erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem mindestens einen Wiegebehälter (6) der Fasern (2) enthaltende Werkstoff (1) so

Anhängende Zeichnungen

