

(19)



(11)

EP 2 392 702 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.12.2011 Patentblatt 2011/49

(51) Int Cl.:
D01G 1/00 ^(2006.01) **D01G 1/04** ^(2006.01)
D01G 1/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11168116.9**

(22) Anmeldetag: **30.05.2011**

(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

(30) Priorität: **02.06.2010 DE 102010029633**

(71) Anmelder: **HD kunststoffe &
Kunststofferzeugnisse GmbH
51399 Burscheid (DE)**

(72) Erfinder: **Derenowski, Heinrich
42799 Leichlingen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Freischem
Salierring 47-53
50677 Köln (DE)**

(54) **Zerkleinerung von ultrahochmolekularen Polyethylenfasern**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung von Fasern aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol sowie die Verwendung der so erhaltenen Faserstücke.

EP 2 392 702 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung von Fasern aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol sowie die Verwendung der so erhaltenen Faserstücke.

[0002] Es ist bekannt, Polyethylenfasern aus UHMGPE (Polyethylen mit ultrahohem Molekulargewicht, auch abgekürzt als UHMWPE, HMPE, HPPE oder UHMW) durch Gelspinnen herzustellen (beispielsweise aus US200710148452A1). Üblicherweise hat UHMGPE ein Molekulargewicht M_w in einem Bereich von 2 bis 6×10^6 g/mol (vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra_high_molecular_weight_polyethylene).

[0003] Übliches UHMGPE ist noch spanend verarbeitbar (beispielsweise DE69525924T2, WO2008/097170-A1, DE69737356T2, DE69028519T12 oder DE69631076T2). Dabei muss allerdings schon UHMGPE mit einem Molekulargewicht M_w von deutlich unter 6×10^6 g/mol zunächst oftmals radioaktiv bestrahlt werden oder thermisch so behandelt werden, dass sich das Polymer zersetzt, damit das Molekulargewicht abnimmt und das Polymer überhaupt mechanisch verarbeitbar wird. Der Schmelzpunkt von UHMGPE liegt üblicherweise je nach Qualität zwischen 125 und 145 °C. Es ist bekannt, dass sich UHMGPE schon deutlich vorher, etwa ab Temperaturen von 120 °C thermisch zersetzt und das Molekulargewicht abnimmt.

[0004] UHMGPE mit einem Molekulargewicht M_w von mehr als 8×10^6 g/mol kann bislang mechanisch nicht mehr bearbeitet werden und ist praktisch nur als Faser erhältlich (vgl. WO2009/077168A2, WO2005/066401A1 oder WO2010/057982A1). Es sind Fasern mit einem Molekulargewicht M_w von bis zu 16×10^6 g/mol hinlänglich bekannt (vgl. D. M. REIN et al. "Electrospinning of Ultrahigh-Molecular-Weight Polyethylene Nanofibers" Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics, 2007, 766).

[0005] Im Stand der Technik sind bislang keine Verfahren bekannt, mit dem wirtschaftlich sinnvolle Mengen UHMGPE mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol zerkleinert werden können. Bislang sind daher keine anderen Formen außer Fasern aus einem entsprechenden UHMGPE bekannt. Insbesondere erwarten viele Kunststoffverarbeiter als Ausgangsmaterial Schüttgut, das mit einem solch hohen Molekulargewicht bislang nicht lieferbar war.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es also, die bekannten Fasern mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol in eine für die kunststoffverarbeitende Industrie besser verarbeitbare Form zu bringen, ohne dass das Molekulargewicht zu sehr abnimmt.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer ersten Ausführungsform gelöst durch ein Verfahren zur Verarbeitung von Fasern aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol, dadurch gekennzeichnet, dass man die Fasern

zerschneidet und während des Schneidevorgangs fixiert.

[0008] Bislang werden Polymerfasern oder Polymerstränge, die einen Extruder verlassen, mit einer Klinge geschnitten, ohne dass die Vorschubbewegung der Fasern bzw. Stränge während des Schneidvorgangs angehalten wird. Bei der Herstellung von Kunststoffgranulat werden beispielsweise mit einem rotierenden Messer die kontinuierlich aus den Düsen des Extruders herausquellenden Polymerstränge abgeschnitten. Es gab bislang keine Notwendigkeit, die Fasern oder das Extrudat beim Schneidvorgang anzuhalten. Darüber hinaus bestand auch das Vorurteil, dass ein Anhalten des Schnittgutes während des Schneidvorgangs unwirtschaftlich sei.

[0009] Überraschenderweise hat sich nun herausgestellt, dass die bislang als schneidresistent bekannten Fasern mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol doch geschnitten werden können, wenn beispielsweise während des Schneidvorgangs der Vorschub der Faser unterbrochen wird und die Faser an der Schneidkante fixiert wird. Auf diese Art ist im Unterschied zu bisherigen Möglichkeiten auch die Zerkleinerung dieser hochmolekularen Fasern ohne nennenswerte Einbußen der Materialeigenschaften und mit hohem Durchsatz möglich. Der Nachteil, der damit verbunden ist, die Faser beim Schneidvorgang nicht zu fixieren, ist der, dass die Schneidvorrichtung sich ab einem gewissen Materialdurchsatz stark erhitzt, und daher eine Zerkleinerung in wirtschaftlich interessantem Umfang nicht möglich ist. Die Ursache der Erhitzung kann bislang nur vermutet werden. Im Stand der Technik wurde bisher noch kein Lösungsansatz aufgezeigt.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch ein Verfahren zur Verarbeitung von Fasern aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol, dadurch gekennzeichnet, dass man die Fasern mit einer Klinge zerteilt und die Schneidkante der Klinge während des Zerteilungsvorganges relativ zur Faser auch in eine Richtung bewegt, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht.

[0011] Bislang werden Polymerfasern mit Klingen geschnitten, die senkrecht auf die Fasern auftreffen. Auch bei der Granulatherstellung trifft beispielsweise ein rotierendes Messer mit gerader Klinge auf die extrudierten Polymerstränge, die die Düsen des Extruders verlassen. Polymerfasern werden auch in Mühlen vermahlen. Dabei wird oftmals eine Mühle eingesetzt, die eine Schneidkante auf einer Walze aufweist, die gerade ist und genau parallel zu einer feststehenden Schneidkante neben der Walze angeordnet ist und mit dieser einen Schneidspalt bilden kann. Bei dem Versuch, Polyethylenfasern mit einem Molekulargewicht M_w von wenigstens 10.000.000 g/mol auf herkömmliche Art zu schneiden, war es zum einen mit den meisten Materialien für Klingen gar nicht möglich, die Fasern zu schneiden, und zum anderen gab es eine hohe Hitzeentwicklung. Eine herkömmliche Mühle zum Zerkleinern von Polymerfasern mit einer geraden Schneidkante hat im Versuch bereits nach kurzer Zeit

versagt.

[0012] Überraschenderweise wurde nun festgestellt, dass man die Schneidkante der Klinge während des Zerteilungsvorganges relativ zur Faser auch in eine Richtung bewegen kann, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht, und dadurch wesentlich weniger Hitzeentwicklung bei einem hohen Materialdurchsatz entsteht.

[0013] Werden die Fasern beim erfindungsgemäßen Verfahren während des Schneidvorganges fixiert, so kann man die Fasern mit einer Klinge vorteilhafterweise zerteilen und die Schneidkante der Klinge während des Zerteilungsvorganges relativ zur Faser vorteilhafterweise auch in eine Richtung bewegen, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht.

[0014] Werden die Fasern beim erfindungsgemäßen Verfahren mit einer Klinge zerteilt und die Schneidkante der Klinge während des Zerteilungsvorganges relativ zur Faser auch in eine Richtung bewegt, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht, kann man die Fasern vorteilhafterweise zerschneiden und während des Schneidvorganges fixieren.

[0015] Die Schneidkante der Klinge kann während des Zerteilungsvorganges relativ zur Faser vorzugsweise so in eine Richtung bewegt werden, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht, dass man die Schneidkante der Klinge in dieselbe Richtung wie die Krümmung der Faser krümmt (beispielsweise eine Klinge in Sichelform einsetzt), oder beispielsweise die Schneidkante der Klinge nicht nur in Schneidrichtung durch die Faser drückt, sondern zusätzlich auch in davon abweichende Richtung hin- und her bewegt (vgl. Fig. 1).

[0016] Vorzugsweise schneidet man die Fasern mit einem ziehenden Schnitt. Die Schneidbewegung erfolgt vorzugsweise schräg zum Werkzeug.

[0017] Setzt man eine Mühle mit einer Walze ein, so kann man beispielsweise die Schneidkante auf der Walze nicht gerade, sondern gekrümmt, insbesondere wie eine Spirale um die Walze anordnen. Beispielsweise kann man die Schneidkante der Klinge in eine Richtung bewegen, die wenigstens 45° und bis zu 135° von der Schnittrichtung abweicht. Beim Einsatz einer Mühle zum Zerteilen der Fasern mahlt man die Fasern vorzugsweise zu einem von seinem Aussehen her watte- oder wollähnlichen Erzeugnis. Dies hat den Vorteil, dass man diese Watte oder Wolle leicht in einem handelsüblichen Agglomerator (beispielsweise einem Pallmann Agglomerator Typ PVF 120) agglomerieren kann. Beim Einsatz einer Mühle wird diese vorzugsweise nicht wie sonst üblich bei Umdrehungsgeschwindigkeiten in einem Bereich von 8.000 bis 16.000 Umdrehungen pro Minute eingesetzt, sondern die Rotationsgeschwindigkeit der Walze wird auf eine Geschwindigkeit in einem Bereich von 1.000 bis 5.000 Umdrehungen pro Minute eingestellt.

[0018] Das Material zumindest der Schneidkante kann vorzugsweise ausgewählt sein aus der Gruppe Keramik, diamantbeschichtetes Metall oder nitriertes Metall. Es wurde festgestellt, dass die Temperatur während des

Schneidens oder Zerteilens so wesentlich weniger schnell anstieg und so ein höherer Materialdurchsatz realisiert werden konnte.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren stellt man die Menge an verarbeiteten Fasern vorzugsweise so ein, dass die Temperatur während des Zerteilungsvorganges oder Schneidvorganges 100 °C, insbesondere 60 °C nicht übersteigt. Dadurch wird gewährleistet, dass sich die Materialeigenschaften der Fasern nicht ändern. Es wurde nämlich beobachtet, dass sich gerade das Molekulargewicht und damit Eigenschaften wie Schnittfestigkeit der Fasern ab dieser Temperatur verringern können.

[0020] Die Fasern werden vorzugsweise zu Stücke mit einer Länge in einem Bereich von 0,01 bis 100 mm, insbesondere 0,1 bis 60 mm, ganz besonders bevorzugt höchstens 1 mm zerteilt. Unterhalb dieses Bereiches ist die Herstellung der Faserstücke nicht mehr sehr wirtschaftlich. Oberhalb dieses Bereiches ist die Weiterverarbeitung schwierig. Vorzugsweise setzt man Polyethylenfasern mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 20.000.000 g/mol ein. Vorzugsweise setzt man Polyethylenfasern mit einem Filamentdurchmesser in einem Bereich von 2 bis 50 µm ein.

[0021] Die Schneidwerkzeuge oder Schneidwalzen können beispielsweise durch Innenkühlung gekühlt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Garnstrang oder Faserstrang auch mit Luft gekühlt werden. Vorzugsweise wird die Kühlluft auch zum Abtransport des Schnittgutes eingesetzt.

[0022] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch Faserstücke, hergestellt nach einem erfindungsgemäßen Verfahren, dadurch gekennzeichnet dass 90% der Faserstücke eine Länge in einem Bereich von 0,1 bis 100 mm aufweisen.

[0023] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch ein Agglomerat, dadurch erhalten, dass man die erfindungsgemäßen Faserstücke agglomert. Dazu kann man einen handelsüblichen Agglomerator einsetzen (beispielsweise einem Pallmann Agglomerator Typ PVF 120). Bei der Agglomeration stellt man vorzugsweise eine Temperatur von weniger als 120°C, insbesondere weniger als 100 °C ein, um eine Zersetzung des Materials und mögliche Abnahme des Molekulargewichts möglichst zu verhindern. Der Behälter des Agglomerators kann beispielsweise gekühlt werden (beispielsweise mit Stickstoff, Luft oder Wasser).

[0024] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch ein Pulver, erhalten durch Vermahlen des erfindungsgemäßen Agglomerats und/oder der erfindungsgemäßen Faserstücke. Bei dem Vermahlen stellt man vorzugsweise eine Temperatur von weniger als 120°C, insbesondere weniger als 100 °C ein, um eine Zersetzung des Materials und möglicherweise Abnahme des Molekulargewichts möglichst zu verhindern. Die durchschnittliche Korngrö-

ße (ermittelt beispielsweise durch Siebung) des Pulvers liegt vorzugsweise in einem Bereich von 10 bis 2000 µm. Die Vermahlung kann beispielsweise mit einer handelsüblichen Pralltermühle vorgenommen werden. Die Mühle kann bei Bedarf mit flüssigem Stickstoff gekühlt werden.

[0025] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch Formstück überwiegend aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol erhalten durch

- a. Kompaktieren der erfindungsgemäßen Faserstücke und/oder des erfindungsgemäßen Agglomerats,
- b. anschließendes Herstellen einer Mischung enthaltend 5 bis 20 vol.% Haftvermittler und 80 bis 95 vol.% kompaktierte Fasern oder kompaktiertes Agglomerat und
- c. anschließendes Verpressen der Mischung zu einem Formstück.

[0026] Der Haftvermittler kann aus handelsüblichen Haftvermittlern wie beispielsweise Epoxidharz ausgewählt sein.

[0027] Das Werkzeug zum Verpressen wird vorzugsweise mit einem Trennmittel wie beispielsweise Folie oder einer Silikonbeschichtung vorgesehen. Vorzugsweise findet das Verpressen höchstens bei 40 °C statt, da so die Materialeigenschaften des Polyethylen erhalten bleiben.

[0028] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch ein Formstück überwiegend aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol, erhalten durch Verpressen der erfindungsgemäßen Faserstücke und/oder des erfindungsgemäßen Agglomerats und/oder des erfindungsgemäßen Pulvers, wobei man während des Verpressens für eine Zeitdauer in einem Bereich von 0,5 bis 5 h eine Temperatur in einem Bereich von 120 bis 250 °C einwirken lässt.

[0029] Vorzugsweise setzt man Faserstücke und/oder das erfindungsgemäße Agglomerat und/oder das erfindungsgemäße Pulver mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 20.000.000 g/mol ein, um durch die mögliche Zersetzung beim Verpressen und damit möglicherweise Abnahme des Molekulargewicht dennoch ein erfindungsgemäßes Molekulargewicht des erfindungsgemäßen Formstückes zu erzielen. Vorzugsweise beschränkt man die Temperatureinwirkung auf einen Zeitraum von bis zu 2 h, damit die Zersetzung auf ein Mindestmaß begrenzt werden kann. Vorzugsweise wird eine Temperatur von wenigstens 220 °C eingesetzt, da überraschenderweise festgestellt wurde, dass eine kürzere Behandlung bei einer höheren Temperatur wesentlich weniger Zersetzung des Materials hervorgerufen hat, als eine längere Behandlung bei niedrigeren Temperaturen.

[0030] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird

in einer weiteren Ausführungsform gelöst durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Formstückes, als Unterbodenschutz für Fahrzeuge oder als Panzerung oder beschusshemmende Ausstattung von Wänden, Personen, Fahrzeugen oder Immobilien. Insbesondere können Wände von mobilen Bauten wie beispielsweise mobilen Toiletten entsprechend ausgerüstet werden.

[0031] Ausführungsbeispiel:

10 Beispiel 1:

[0032] Dyneema® SK 78 Faser der Firma DSM wurde mit Hilfe einer Vorrichtung zerteilt. Ein Filament dieser Faser hat einen Durchmesser von etwa 20 µm. Das auf Wickelspulen abzunehmende Garn (Faser) wurde über eine Zufuhr einem Transportvorschub zugeführt. Die über eine Getriebestufe ausgerüstete Vorschubwalze transportiert die entsprechend der Schnittlänge notwendige Faser zu einer Niederhaltevorrichtung aus Stahlbacken. Dazu wurde ein Bündel von etwa 100 Filamenten der Faser durch einen Spalt zwischen zwei relativ aufeinander zubewegbaren Stahlbacken hindurchgeführt und zwischen den Stahlbacken so eingeklemmt, dass das Filamentbündel etwa 3 cm überstand. Die Außenkanten der Stahlbacken waren durch Plasmanitrierung gehärtet. Anschließend wurde eine Stahlklinge an der Außenseite der Stahlbacken abgesenkt, so dass die Fasern durchtrennt wurden. Die Klinge wurde dabei auch praktisch senkrecht zur Schnittrichtung bewegt. Beim Schneidvorgang waren die Fasern so stark eingeklemmt, dass die Fasern während des Schneidens nicht relativ zu den Stahlbacken bewegt wurden. Anschließend wurden der Spalt zwischen den Stahlbacken wieder geöffnet und es wurde wieder Faser soweit nachgeführt, dass die Faser wieder 3 cm überstand. Dieser Vorgang wurde automatisiert sehr oft wiederholt, bis etwa 3 kg Fasern verarbeitet waren. Im Anschluss an den Schneidvorgang wurden die Fasern direkt abgesaugt, um eine unnötig lange thermische Belastung der Fasern zu vermeiden.

Beispiel 2:

[0033] Dyneema® SK 78 Faser der Firma DSM wurde mit Hilfe eines handelsüblichen Schneidkonverters für Fasern mit einer Schneidwalze (beispielsweise von der Firma Schlumberger; vgl. Franz Fourné "Synthetische Fasern: Herstellung, Maschinen und Apparate, Eigenschaften", Hanser Verlag, 1995, S. 583) zerteilt. Die Schneidwalze wurde allerdings so modifiziert, dass das Schneidmesser nicht gerade entlang der Hauptachse auf der Außenfläche der Walze angeordnet war, sondern das Schneidmesser wurde spiralförmig um die Walze herum angeordnet. Die Schneidkante wurde aus plasmanitriertem Stahl vorgesehen. Die Walze wurde mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von etwa 3.000 Umdrehungen pro Minute betrieben. Es wurde ein watte- oder wollähnliches Erzeugnis aus unterschiedlich langen Faserstücken erhalten, die jedoch praktisch alle eine Länge

zwischen 0,3 und 6 cm hatten.

Beispiel 3:

[0034] Die geschnittenen Fasern aus Beispiel 1 oder die gemahlenen/gerissenen Fasern aus Beispiel 2 wurde einem handelsüblichen Agglomerator Pallmann Agglomerator Typ PVF 120 zugeführt und mit üblichen Parametern agglomeriert. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Temperatur 100 °C nicht überstieg. Das Erzeugnis war als Schüttgut einsetzbar.

Beispiel 4:

[0035] Das Agglomerat aus Beispiel 3 wurde in einer handelsüblichen Prallttermühle zu einem Pulver mit einer durchschnittlichen Korngröße von etwa 1000 µm vermahlen. Das Erzeugnis war als Schüttgut einsetzbar.

Beispiel 5:

[0036] Das Pulver aus Beispiel 4 wurde mit üblichen Methoden zu einer Platte verpresst. Bei der Verpressung wurde über eine Zeitspanne von 1,5 h eine Temperatur von 210 °C eingestellt. Die Platte hatte nach der Verpressung eine Dicke von 1,5 cm. Diese Platte hielt einem Beschuss mit Natokaliber aus einem 308 Winchester-Gewehr stand. Das Material hatte noch ein Molekulargewicht Mw von mehr als 10.000.000 g/mol.

Beispiel 6:

[0037] Die aus Beispiel 1 erhaltenen Faserstücke wurden mit einem handelsüblichen Kompaktierer kompaktiert. Das Material hatte noch ein Molekulargewicht Mw von mehr als 10.000.000 g/mol. Anschließend wurde eine Mischung aus 12 Vol. % Epoxidharzbindemittel ASO-DUR®-SFE und 88 Vol. % der kompaktierten Faserstücke hergestellt und anschließend in üblicher Art und Weise verpresst. Das so erhaltene Formstück wurde entnommen. Während des gesamten Vorgangs wurde das Material nicht erhitzt, so dass eine Degradation des Materials nicht stattgefunden hat.

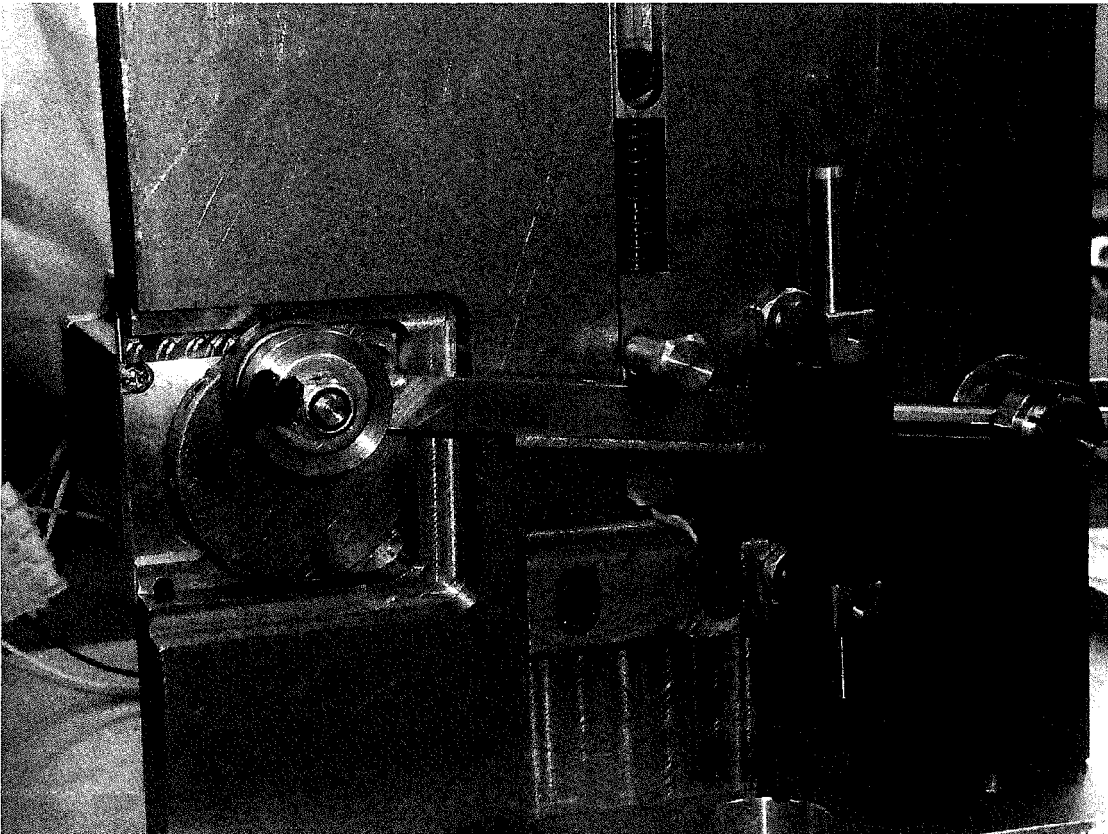
Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung von Fasern aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Fasern zerschneidet und während des Schneidevorgangs fixiert.
2. Verfahren zur Verarbeitung von Fasern aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Fasern mit einer Klinge zerteilt und die Schneidkante der Klinge während des Zertei-

lungsvorganges relativ zur Faser auch in eine Richtung bewegt, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Fasern mit einer Klinge zerteilt und die Schneidkante der Klinge während des Zerteilungsvorganges relativ zur Faser auch in eine Richtung bewegt, die wenigstens 20° von der Schnittrichtung abweicht.
4. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Fasern zerschneidet und während des Schneidevorgangs fixiert.
5. Faserstücke, hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** 90% der Faserstücke eine Länge in einem Bereich von 0,01 bis 100 mm aufweisen.
6. Agglomerat, dadurch erhalten, dass man die Faserstücke gemäß Anspruch 5 agglomeriert.
7. Pulver, erhalten durch Vermahlen des Agglomerats gemäß Anspruch 6 und/oder der Faserstücke gemäß Anspruch 5.
8. Formstück überwiegend aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol erhalten durch
 - a. Kompaktieren der Faserstücke gemäß Anspruch 5 und/oder des Agglomerats gemäß Anspruch 6,
 - b. anschließendes Herstellen einer Mischung enthaltend wenigstens 5 bis 20 vol. % Haftvermittler und 80 bis 95 vol. % kompaktierte Fasern oder kompaktiertes Agglomerat und
 - c. anschließendes Verpressen der Mischung zu einem Formstück.
9. Formstück überwiegend aus Polyethylen mit einem Molekulargewicht Mw von wenigstens 10.000.000 g/mol, erhalten durch Verpressen der Faserstücke gemäß Anspruch 5 und/oder des Agglomerats gemäß Anspruch 6 und/oder des Pulvers gemäß Anspruch 7, wobei man während des Verpressens für eine Zeitdauer in einem Bereich von 0,5 bis 5 h eine Temperatur in einem Bereich von 120 bis 250 °C einwirken lässt.
10. Verwendung des Formstückes gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, als Unterbodenschutz für Fahrzeuge oder als Panzerung oder beschusshemmende Ausstattung von Wänden, Personen, Fahrzeugen oder Immobilien.

Figuren (1/1)



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

- US 200710148452 A1 [0002]
- DE 69525924 T2 [0003]
- WO 2008097170 A1 [0003]
- DE 69737356 T2 [0003]
- DE 69028519T12 [0003]
- DE 69631076 T2 [0003]
- WO 2009077168 A2 [0004]
- WO 2005066401 A1 [0004]
- WO 2010057982 A1 [0004]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **D. M. REIN et al.** Electrospinning of Ultrahigh-Molecular-Weight Polyethylene Nanofibers. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, 2007, 766 [0004]
- **FRANZ FOURNÉ.** Synthetische Fasern: Herstellung, Maschinen und Apparate, Eigenschaften. Hanser Verlag, 1995, 583 [0033]