

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
28. August 2014 (28.08.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/128214 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 44/44 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/053325

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Februar 2014 (20.02.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 002 849.3
20. Februar 2013 (20.02.2013) DE
10 2013 108 053.7 26. Juli 2013 (26.07.2013) DE

(71) Anmelder: **KURTZ GMBH** [DE/DE]; Frankenstr. 2,
97892 Kreuzwertheim (DE).

(72) Erfinder: **SOMMER, Harald**; Klosterweinberg 6, 97907
Hasloch am Main (DE). **KURTZ, Walter**; Eisenhammer 1,

97907 Hasloch am Main (DE). **REUBER, Norbert**; Zum
Schlangenbrunn 23, 97851 Bergrothenfels (DE).

(74) Anwalt: **GANAHL, Bernhard**; PATRONUS IP Patent-
und Rechtsanwälte, Truderinger Straße 246, 81825
München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A FOAM PARTICLE PART

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES PARTIKELSCHAUMSTOFFTEILS

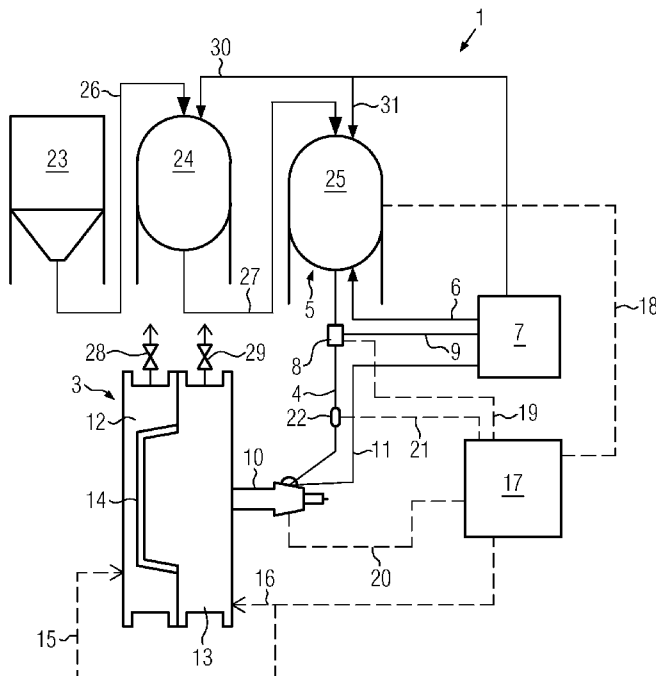


FIG. 2

(57) **Abstract:** The invention relates a method and a device for producing a foam particle part. The method has the following steps: - supplying foam particles from a material container to a molding tool by means of a line, and - thermoplastically welding the foam particles in the molding tool into the foam particle part while supplying heat, wherein steam is added to the foam particles to be supplied.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: - Zuführen von Schaumstoffpartikel von einem Materialbehälter mittels einer Leitung zu einem Formwerkzeug, - thermoplastisches Verschweißen der Schaumstoffpartikel im Formwerkzeug zum Partikelschaumstoffteil unter Zuführung von Wärme, wobei den zuzuführenden Schaumstoffpartikeln Wasserdampf hinzugegeben wird.



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

5

10 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils aus expandierbaren Partikeln auf Basis von thermoplastischem Polyurethan.

Partikelschaumstoffteile auf Basis thermoplastischer Polyurethane sind aus der WO 94/20568 bekannt. Diese Partikelschaumstoffteile werden aus expandierbaren, partikelförmigen, thermoplastischen Polyurethanen hergestellt. Zur Formteilherstellung werden die vorgeschäumten, gegebenenfalls druckbeladenen thermoplastischen Polyurethanpartikel in eine beheizbare Form gegeben und soweit erhitzt, dass die Partikel miteinander verschweißt werden. Das Erhitzen erfolgt durch Beaufschlagen mit Wasserdampf. Wenn nötig, kann vor der Formteilherstellung eine Druckbeladung der Partikel erfolgen. Nach dem Entformen soll das Formteil bis zur Gewichtskonstanz getempert werden. Die Temperung erfolgt bei Temperaturen von 20-120°C. Die thermoplastischen Polyurethanpartikel können mit einem Treibmittel, wie zum Beispiel Butan oder CO₂ versehen sein. Als Treibmittel können auch feste Treibmittel verwendet werden, die beim Erwärmen Gas abspalten, wie Azolcarbonamid oder p-Toluolsulfonsäurehydrat.

Aus der WO 2014/011537 A1 geht ein Verfahren zum Herstellen von Schuhsohlen aus thermoplastischen Polyurethan-Schaumstoffpartikel hervor.

Weitere Verfahren zum Herstellen von Partikelschaumstoffteilen gehen aus der DE 1 243 123 A, der DE 1 704 984 A, der US 4,822,542 und der US 6,220,842 B1 hervor.

Der Vorteil von Partikelschaumstoffteilen aus Partikeln auf Basis von thermoplastischem Polyurethan (TPU-Partikel) liegt in der hohen Elastizität im Vergleich zu Partikelschaumstoffteilen auf Basis von anderen Kunststoffen, insbesondere Polystyrol und Polypropylen.

5 Es wurden deshalb große Anstrengungen unternommen, derartige Partikelschaumstoffteile auf Basis von Polyurethan der Massenfertigung zugänglich zu machen. Insbesondere sind derartige Partikel Schaumstoffe auf Basis von Polyurethan aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften für Schuhsohlen von größtem Interesse.

10 Geschäumte Schuhsohlen auf Basis thermoplastischen Polyurethans gehen aus der DE 10 2005 050 411 A1 hervor. Weiterhin ist es aus der WO 00/44821 bekannt, geschäumtes thermoplastisches Polyurethan für Schuhwerk („footwear“) zu verwenden.

15 Die Herstellung von Schuhsohlen aus geschäumten Partikeln aus thermoplastischem Polyurethan geht auch aus der WO 2012/065926 A1 hervor. Die geschäumten Polyurethanpartikel werden hierbei in ein Matrixmaterial eingebettet, das aus einem Polyurethanschaum besteht. Hier wird somit ein Hybridmaterial ausgebildet. Aufgrund der Eigenschaften der geschäumten Polyurethanpartikel weisen die Schuhsohlen gute Dämpfungseigenschaften auf, können mit geringer Kraft gebogen werden und besitzen hohe Rückstellkräfte („higher rebound resilience“).

20 Aus der WO 2008/087078 A1 geht ein weiteres Hybridmaterial, enthaltend eine Matrix aus Polyurethan und darin enthaltenen geschäumten Partikeln aus thermoplastischem Polyurethan, sowie ein Verfahren zur Herstellung solcher Hybridmaterialien hervor. Diese Hybridmaterialien werden als Fahrradsattel, Polsterungen und Schuhsohlen verwendet.

25 In der WO 2013/013784 A1 ist ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer Sohle oder eines Sohlenteiles eines Schuhs beschrieben, bei dem die Sohle aus geschäumtem, thermoplastischen Elastomer auf Urethanbasis (TPU, E-TPU, TPE-U) und/oder auf der Basis von Polyether-Block-Amid (PEBA) ausgebildet ist. Die Schaumstoffpartikel werden vorzugsweise mit einem Bindemittel verbunden. Als Bindemittel wird ein Zwei-Komponenten-Polyurethan-System verwendet.

30 Weiterhin gehen aus der DE 10 2009 029 286 A1 Polyurethanschuhsohlen hervor, die aus einem Polyurethanintegralschaumstoff ausgebildet sind.

35 In der WO 2010/010010 A1 sind expandierbare, treibmittelhaltige thermoplastische Polymer-Blends offenbart, die thermoplastisches Polyurethan (TPU) und Styrolpolymerisat enthalten. Die bevorzugten

Gewichtsanteile von thermoplastischem Polyurethan liegen zwischen 5 und 95 und die Gewichtsanteile von Styrolpolymerisat zwischen 5 und 95, wobei sich die Gewichtsanteile von thermoplastischem Polyurethan und Styrolpolymerisat zu 100 Teilen addieren. Der Polymer-Blend kann ein weiteres thermoplastisches Polymer enthalten.

5

Aus der WO 2013/182555 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Partikelschaumstoffteils aus thermoplastischen Polyurethanpartikeln bekannt, bei dem die Schaumstoffpartikel zur Beförderung in einem Gasstrom mit einem Wasser enthaltenden Gleitmittel benetzt werden. Hierdurch soll ein Verkleben der Schaumstoffpartikel während des Transportes vermieden werden. Die Schaumstoffpartikel werden mittels Düsen mit Wasser bespritzt.

10

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es seit langem intensive Bestrebungen gibt, Partikelschaumstoffteile auf Basis thermoplastischer Polyurethane (WO 94/20568 A1) herzustellen, da derartige Kunststoffe besondere mechanische Eigenschaften bezüglich Elastizität, Rückstellkräfte und

15 Biegsamkeit besitzen. Es gibt unterschiedliche Lösungen zum Herstellen derartiger Kunststoffkörper. Es wurde auch vorgeschlagen, die Polyurethanpartikel in ein Hybridmaterial einzubetten (WO 2008/087078 A1, WO 2012/065926 A1, WO 2013/013784 A1).

15

Grundsätzlich wäre es einfacher und kostengünstiger die Schaumstoffpartikel ohne eine zusätzliche Matrix miteinander zu verschweißen, wie es bei den Hybridmaterialien der Fall ist. Partikelschaumstoffteilen aus Polypropylen oder Polystyrol werden seit langem in großindustriellen Umfang durch Verschweißen der Schaumstoffpartikel ohne zusätzliche Matrix hergestellt. Es sind bereits Sportschuhe auf dem Markt, bei denen ein Teil der Sohle aus einem Partikelschaumstoffteil auf Polyurethanbasis ausgebildet ist, ohne dass ein Matrixmaterial zum Binden der Partikel verwendet wird. Diese

20 Sportschuhe sind jedoch sehr teuer. Dies liegt zum einem an ihren außergewöhnlichen mechanischen Eigenschaften und andererseits an der begrenzten verfügbaren Menge, da die Herstellung von Partikelschaumstoffteilen aus expandierbaren thermoplastischen Polyurethanpartikeln (eTPU-Partikel) nach wie vor erhebliche Probleme bereitet. Da eTPU-Partikel hohe gegenseitige Adhäsionskräfte aufweisen, kleben einzelne Partikel in einer lockeren Schüttung aneinander und verklumpen. Dies beeinträchtigt die Dosierung und den Füllvorgang. Mit den bisher bekannten Verfahren ist eine Massenproduktion von Partikelschaumstoffteilen auf Basis von eTPU-Partikeln nicht stabil durchführbar. Der Ausschuss ist im Vergleich zur Produktion von Partikelschaumstoffteilen auf Grundlage anderer Materialien erheblich größer. Der Durchsatz ist gering.

20

25

30

35

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils zu schaffen, mit welchen ein Formwerkzeug zuverlässig und vollständig

mit Schaumstoffpartikeln gefüllt wird, selbst wenn die Schaumstoffpartikel hohe gegenseitige Adhäsionskräfte aufweisen, wie es beispielsweise bei Schaumstoffpartikeln auf Polyurethanbasis der Fall ist.

5 Die Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils umfasst folgende Schritte:

- 10 - Zuführen von Schaumstoffpartikel von einem Materialbehälter mittels einer Leitung zu einem Formwerkzeug, wobei die Schaumstoffpartikel mit einem Treibgas in der Leitung befördert werden, und
- thermoplastisches Verschweißen der Schaumstoffpartikel im Formwerkzeug zum Partikelschaumstoffteil unter Zuführung von Wärme.

15 Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass den zuzuführenden Schaumstoffpartikeln Wasserdampf hinzugegeben wird.

20 Durch das Zugeben von Wasserdampf zu den zuzuführenden Schaumstoffpartikeln sind diese mit Wasserdampf während ihres Transportes vom Materialbehälter zum Formwerkzeug benetzt, wodurch sich deren Gleiteigenschaften verbessern. Die Benetzung der Oberfläche der Schaumstoffpartikel führt zu einer Verminderung der Adhäsionskräfte, so dass die Gefahr einer Verklumpung der Schaumstoffpartikel gering ist.

25 Durch das Zugeben von Wasserdampf wird ein gleichmäßiges Benetzen der Schaumstoffpartikel bewirkt. Die Menge an Wasserdampf kann so dosiert werden, dass alle Schaumstoffpartikel gleichmäßig benetzt werden und die Schaumstoffpartikel nicht aktiviert werden und sich miteinander verbinden.

Die Zuführung des Wasserdampfes kann im Materialbehälter und/oder an einer oder mehreren Stellen entlang der Leitung erfolgen.

30 Die Zugabe von Wasserdampf bewirkt zudem eine Erwärmung der Schaumstoffpartikel, so dass die Schaumstoffpartikel bereits vorgewärmt sind, wenn sie in das Formwerkzeug gelangen. Das thermoplastische Verschweißen der Schaumstoffpartikel erfolgt hierdurch schneller und zuverlässiger.

35 Luft ist das bevorzugte Treibgas, da es kostengünstig ist und alle erforderlichen physikalischen Eigenschaften besitzt. An Stelle von Luft kann auch ein Inertgas eingesetzt werden, wie z.B. Kohlendioxid. Wasserdampf ist als alleiniges Treibgas ungeeignet, da Wasserdampf die Schaumstoffpartikel aktivie-

ren würde, wodurch sie in der Leitung verklumpen würden. Zudem würde ein Großteil des Wasserdampfes kondensieren, wodurch ein erheblicher Druckabfall erzeugt werden würde. Der Transport der Schaumstoffpartikel wäre nicht gewährleistet. Weiterhin wäre die Menge an Wasser, die dem Formraum zugeführt werden würde, erheblich, was das Verschweißen der Schaumstoffpartikel beeinträchtigt.

Die Schaumstoffpartikel werden von dem Materialbehälter entlang eines Transportweges dem Formwerkzeug zugeführt, wobei vorzugsweise an mehreren Stellen entlang des Transportweges den Schaumstoffpartikeln Wasserdampf hinzugegeben wird. Die mit dem Wasserdampf zugeführte Wärmemenge ist so bemessen, dass die Schaumstoffpartikel nicht vor dem Erreichen des Formwerkzeuges vollständig aktiviert werden und bereits auf dem Transportweg miteinander verschweißt werden. Daher wird vorzugsweise die Menge an Wasserdampf exakt dosiert. Die Menge des zuzuführenden Wasserdampfes hängt von unterschiedlichen Parametern ab, wie z.B. die Strömungsmenge der zuzuführenden Schaumstoffpartikel, die Querschnittsfläche und die Geometrie der Leitungen, dem Material der Schaumstoffpartikel, etc. Die Einstellung der zugeführten Menge an Wasserdampf erfolgt durch Einstellen des Druckes, mit welchem der Wasserdampf zumindest einer Düse zugeführt wird, mit welcher er in die Leitung des Transportweges eingespeist wird. Hierbei ist auch die Querschnittsfläche der Öffnung der Düse zu berücksichtigen. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, den Wasserdampf durch Verändern der Größe der Öffnung der Düse einzustellen.

Bei der Zugabe von Wasserdampf kondensiert dieser zum Großteil an den Schaumstoffpartikeln. Da bei der Kondensation des Wasserdampfes dieser sein Volumen reduziert, erfolgt durch die Zugabe des Wasserdampfes in die aus dem Treibgas und den Schaumstoffpartikeln bestehende Strömung keine oder nur eine sehr geringe Druckerhöhung. Durch die Zugabe des Wasserdampfes, insbesondere an mehreren Stellen der Leitung, ändert sich somit die Strömungsdynamik kaum gegenüber einem herkömmlichen System ohne Zugabe von Wasserdampf.

Es gibt Materialzusammensetzungen auf Polyurethanbasis, die bereits bei 50° C klebrig werden. Schaumstoffpartikel, die aus solchem eTPU ausgebildet sind, sollten daher nicht über 50°C im Bereich des Transportweges erwärmt werden. Mit anderen Materialzusammensetzungen auf Polyurethanbasis sind höhere Temperaturen möglich.

Da einerseits die Schaumstoffpartikel nicht über eine bestimmte Temperatur im Transportweg erwärmt werden sollen und andererseits während des gesamten Transportweges Wasserdampf vorhanden sein sollte, ist es vorteilhaft, an mehreren Stellen entlang des Transportweges Wasserdampf zuzufüh-

ren. Hierdurch kann auch bereits kondensierter Wasserdampf ersetzt werden, so dass entlang des Transportweges eine in etwa gleichmäßige Wasserdampfbeaufschlagung erzielt wird.

5 Vorzugsweise wird die Menge an Wasserdampf derart eingestellt, dass an der Oberfläche aller Schaumstoffpartikel sich ein dünner Film aus kondensiertem Wasser bildet, der die Adhäsionswirkung der Wasserstoffpartikel herabsetzt. Je mehr Wasserdampf zugegeben wird, desto stärker werden die Oberflächen der Schaumstoffpartikel benetzt. Durch die Zugabe von Wasserdampf wird jedoch auch Wärme zugeführt, wobei die Wärmemenge nicht so groß sein darf, dass die Oberflächen der Schaumstoffpartikel aktiviert werden. Daher müssen bei der Bestimmung der Menge an Wasserdampf 10 die entgegengesetzten Anforderungen aufgrund der Benetzung und der Vermeidung einer Aktivierung ausgeglichen werden.

Durch das Zugeben an mehreren Stellen entlang des Transportweges wird der Film immer wieder aufgefrischt, so dass möglichst über den gesamten Transportweg eine zuverlässige Förderung der Schaumstoffpartikel möglich ist. 15

Der Wasserdampf wird den Schaumstoffpartikeln vorzugsweise im Materialbehälter und/oder an einer in Transportrichtung dem Materialbehälter nachgeordneten Treibdüse und/oder an einem in Transportrichtung dem Formwerkzeug vorgeordneten Füllinjektor und/oder an einem oder mehreren Abschnitten der Leitung zugegeben. Insbesondere erfolgt die Zugabe an Stellen oder Bereichen vor 20 Kurven und/oder Engstellen der Leitung vom Materialbehälter zum Formwerkzeug.

Der Wasserdampf wird vorzugsweise mit einer Temperatur von 100 bis 140 °C zugegeben.

25 Der Wasserdampf steht bei der Zugabe zu den Schaumstoffpartikeln vorzugsweise unter einem Druck, der dem Druck in dem Gefäß (Materialbehälter oder Förderleitung) entspricht, in dem sich die Schaumstoffpartikel befinden.

30 Die Menge des zugegebenen Wasserdampfes (bei 100°C und 1 bar) beträgt etwa das 20- bis 500-fache des Volumens des Formraums des Formwerkzeuges.

Vorzugsweise werden die Schaumstoffpartikel unter Druckerhöhung konditioniert, wobei die konditionierten Schaumstoffpartikel dem Materialbehälter zugegeben werden und dort unter einem bestimmten Druck vorgehalten werden. Der Druck im Materialbehälter liegt vorzugsweise im Bereich von 2 bis 5 bar. Durch das Konditionieren der Schaumstoffpartikel werden sie mit Luft beladen, die als Treibmittel wirkt. Da das Konditionieren allmählich erfolgt, beispielsweise über einen Zeitraum von 2 bis 24 35 Stunden, behalten die komprimierten Schaumstoffpartikel eine glatte Oberfläche.

Während des Zuführens von Schaumstoffpartikel vom Materialbehälter zum Formwerkzeug wird der Druck in der Leitung in dem Formwerkzeug derart eingestellt, dass er etwas geringer als im Materialbehälter ist. Hierdurch entsteht einerseits eine Strömung vom Materialbehälter zum Formwerkzeug und andererseits werden durch den Druck die Schaumstoffpartikel klein gehalten, so dass sie möglichst wenig miteinander kollidieren und die Gefahr, dass sie aneinander haften und verklumpen, gering gehalten wird. Im Formwerkzeug beträgt der Druck vorzugsweise etwa 0 bis 3 bar und insbesondere etwa 0,2 bis 1 bar weniger als im Materialbehälter. Bei Verwendung von Treibluft können die Schaumstoffpartikel auch gegen einen Gegendruck gefördert werden. So kann der Druck im Materialbehälter etwa 0,05 bis 0,15 bar kleiner als Formwerkzeug sein.

Die Schaumstoffpartikel können im Materialbehälter vereinzelt werden. Die Vereinzelung erfolgt beispielsweise durch Zuführen eines Gas- bzw. Luft- und/oder Dampfstroms, der die Schaumstoffpartikel im Materialbehälter verwirbelt. Dieser Gasstrom wird im Folgenden als Fluidisierungsstrom bezeichnet. Anstelle oder in Kombination mit einer Verwirbelung können zum Vereinzeln der Schaumstoffpartikel auch Vereinzelungswalzen, eine Zellenradschleuse, eine Revolverkammer, ein Siebboden (Zwischenboden) durch den die Partikel aufgrund einer Druckdifferenz oder (Rüttel-)Bewegung hindurchgepresst werden und/oder eine Schneckenfüllung vorgesehen sein.

Die Schaumstoffpartikel werden vorzugsweise zunächst vereinzelt der Förderleitung zugeführt und in der Förderleitung in einem Gasstrom, insbesondere Luftstrom, der mit dem Wasserdampf angereichert ist, möglichst mit Abstand zueinander transportiert, so dass die einzelnen Schaumstoffpartikel zuverlässig den Transportweg passieren und in das Formwerkzeug gelangen.

Der Verklumpung während des Transportes entgegenwirkende Mittel und Effekte sind nachfolgend aufgeführt, die einzeln oder in Kombination angewandt werden können:

- Hinzugeben von Wasserdampf zu den Schaumstoffpartikeln, wodurch die Adhäsionsfähigkeit der Schaumstoffpartikel herabgesetzt wird und deren Gleitvermögen erhöht wird.
- Fördern der Schaumstoffpartikel in einem erhöhten Druckniveau, wodurch deren Größe klein gehalten wird, wodurch die Packungsdichte in der Leitung gering gehalten werden kann und gleichzeitig ein hoher Strom von expandierenden Schaumstoffpartikeln pro Zeiteinheit erzielt wird. Die Schaumstoffpartikel können vor dem Fördern konditioniert werden oder auch unkonditioniert unter Druckbeaufschlagung gefördert werden.
- Vereinzeln der Schaumstoffpartikel im Materialbehälter, so dass die Schaumstoffpartikel mit möglichst wenig Kontakt mit anderen Schaumstoffpartikeln durch die Leitung transportiert werden.
- Beschichten der Schaumstoffpartikel mit einem Gleitmittel, wie z.B. Wachs.

- Einblasen eines Pulvers/Staubs als Gleitmittel zu den zu transportierenden Schaumstoffpartikeln.
 - Bewegen, insbesondere Rütteln, der Leitung und/oder des Formwerkzeugs während des Befüllens.
- Die Leitung ist hierzu vorzugsweise als biegsamer Schlauch ausgebildet.

5 Da der Transport der Schaumstoffpartikel ein stochastisches System ist, kann nicht vollständig vermieden werden, dass einzelne Schaumstoffpartikel miteinander in Kontakt treten. Durch das Hinzugeben von Wasserdampf zu den Schaumstoffpartikeln wird verhindert, dass die miteinander in Berührung tretenden Schaumstoffpartikel nicht auf Dauer aneinander haften bleiben, verklumpen und die Leitung oder Bereiche des Formwerkzeuges versperren.

10

Grundsätzlich ist es auch möglich, nicht konditionierte Schaumstoffpartikel zu verwenden und/oder die Befüllung des Formwerkzeuges nicht unter Druck durchzuführen. Dann ist es zweckmäßig, wenn das Formwerkzeug aus zumindest zwei zueinander beweglichen Teilen besteht, so dass der Formraum nach dem Befüllen desselben durch Zusammenfahren der beiden Teile verringert werden kann, um die darin befindlichen Schaumstoffpartikel zu verdichten. Ein solches Formwerkzeug wird auch als Crack-Spalt-Formwerkzeug bezeichnet. Ein Crack-Spalt-Formwerkzeug kann auch grundsätzlich in Kombination mit einer Druckbefüllung vorgesehen sein, wobei dann jedoch die Verdichtung durch das Zusammenführen der beiden Teile des Formwerkzeuges nur um einen kleinen Weg ausgeführt wird, da durch die Druckbefüllung bereits eine hohe Befüllungsdichte erzielt wird. Bei manchen Kunststoffkörpern ist eine hohe Verdichtung mittels eines Crack-Spalt-Werkzeuges nachteilig. Dies gilt insbesondere bei Kunststoffkörpern mit unterschiedlicher Dicke, da dünnere Abschnitte wesentlich stärker als die dickere Abschnitte verdichtet werden. Eine solche ungleichmäßige Verdichtung ist normalerweise nicht erwünscht. Weiterhin entsteht ein anisotropes Schrumpfverhalten mit in Schließrichtung des Crackspaltes geringerem Schrumpf.

15

20

25

Für ein Druckbefüllen ist das Formwerkzeug mit einem dichten Formraum ausgebildet, wobei an den Formraum Druckventile angeschlossen sind, aus welchen die Treib- bzw. Füllluft beim Befüllen des Formwerkzeuges bei Erreichen eines bestimmten Druckes austritt.

30

Der zum Transport der Schaumstoffpartikel zugeführte Wasserdampf ist vorzugsweise ein Sattedampf, d.h. ein gesättigter, trockener Dampf. An kalten Oberflächen, wie den noch nicht erwärmten Schaumstoffpartikeln, kondensiert der Wasserdampf zu Wasser. Da der Wasserdampf beim Kondensieren zu Wasser erheblich sein Volumen reduziert, entstehen durch das Zuführen von Wasserdampf keine Druck- bzw. Volumenprobleme.

35

- Die Schaumstoffpartikel sind vorzugsweise aus expandierbarem, thermoplastischem Polyurethan (eTPU) ausgebildet. Das thermoplastische Polyurethan kann ein Polymer-Blend sein, der einen vorbestimmten Anteil an Polyurethan enthält. Ein solcher thermoplastischer Polymer-Blend ist aus der WO 2010/010010 A1 bekannt. Der Polymer-Blend enthält vorzugsweise einen Gewichtsanteil von
- 5 zumindest 5% an Polyurethan und insbesondere vorzugsweise zumindest 50% an Polyurethan. Die Schaumstoffpartikel können auch aus einem Polymer-Blend mit einem Gewichtsanteil von zumindest 80% bzw. 90% Polyurethan ausgebildet sein. Auf die WO 2010/010010 A1 wird bezüglich der Ausbildung des Polymer-Blends vollinhaltlich Bezug genommen.
- 10 Die Schaumstoffpartikel können mit einem Treibmittel versehen sein. Geeignete Treibmittel sind bspw. Pentan, Butan oder CO₂ oder Gemische davon. Als Treibmittel können auch feste Treibmittel, wie Azolcarbonamid oder p-Toluolsulfonsäurehydracit, verwendet werden. Es können auch Schaumstoffpartikel verwendet werden, die keine Treibmittel aufweisen.
- 15 Weitere Aspekte der Erfindung, die in Kombination mit dem oben erläuterten Verfahren oder auch unabhängig von dem oben erläuterten Verfahren zum Verhindern eines Verklumpens bzw. einer Brückenbildung von Schaumstoffpartikeln während des Transportes zum Formwerkzeug verhindern, werden nachfolgend erläutert.
- 20 Um insbesondere eine derartige Brückenbildung zu vermeiden, kann der Schaumstoffpartikelschüttung ein Trenn- oder Gleitmittel zugeführt werden. Dies kann beispielsweise durch Einblasen von Gasen, insbesondere Luft, oder Gas-Festkörpermischungen, beispielsweise Feinstaub erfolgen. Dabei kann dieses Einbringen bereits im Füllbehälter oder unmittelbar in den Füllstrom bzw. in die Füllstrecke erfolgen.
- 25 Eine weitere Möglichkeit, eine unerwünschte Brückenbildung zu verhindern, besteht darin, dass ein Gleitzusatz in Form eines Waxes beigemischt wird. Auch hierbei kann dies sowohl im Silo als auch in der Füllstrecke erfolgen. Die Menge des beigegebenen Waxes beträgt vorzugsweise zwischen 0,05 und 0,5 Gewichts-% bezogen auf die Menge der Schaumstoffpartikel. Vorzugsweise wird das
- 30 Wachs zusammen mit dem Wasserdampf den Schaumstoffpartikeln zugeführt
- Nach einem weiteren Aspekt kann auch unerwünschte Brückenbildung vermieden oder können bereits gebildet Brücken aufgebrochen werden dadurch, dass die Füllstrecke zumindest abschnittsweise mechanisch bewegt, insbesondere gerüttelt oder mit Schwingungen beaufschlagt wird.

Darüber hinaus bietet auch die exakte Dosierung der Schaumstoffpartikel in den beschriebenen Förderstrom die Möglichkeit die Brückenbildung zu verhindern.

Dies geschieht bspw. dadurch, dass entweder die Partikel durch zwei gegenläufige Bürstenwalzen gekapselt unterhalb des Füllbehälters zum Dosieren vereinzelt werden. Eine andere Art der Vereinzelung der Partikel kann man durch die Anordnung einer ebenfalls gekapselten revolverartig rotierenden Trommel mit in Achsrichtung angeordneten Bohrungen zur Aufnahme der Partikel unterhalb des Füllbehälters in Kammern erreicht werden. Diese Kammern der Trommel können dann exakt befüllt werden, wobei dann nach einer erfolgten Drehung der Trommel der Inhalt der einzelnen Kammern nacheinander in den Förderstrom abgegeben wird. Neben der Vereinzelung kann dadurch auch eine volumenmäßige Dosierung der in die Kavität zu transportierenden Partikel erreicht werden.

Das Füllen kann bevorzugt als Gegendruckfüllverfahren ausgeführt sein, wobei sowohl ein Füllinjektor als auch ein Formraum des Formwerkzeuges druckbeaufschlagt sind. Durch die Einstellung eines Differenzdrucks kann dabei die Rohdichte des Formteils gesteuert werden.

Das Gegendruckfüllverfahren kann mit einer Konditionierung insbesondere nach Art einer Druckbelastung vor dem eigentlichen Füllvorgang verbunden sein.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung werden die ETPU Partikel vor dem Druckfüllen vorzugsweise in einem separaten Behälter evakuiert. Dies führt zunächst zu einer Volumenvergrößerung der einzelnen Partikel, verbunden mit einer stärkeren Volumenreduzierung beim anschließenden Druckfüllen im Vergleich zum herkömmlichen Druckfüllen, wodurch ein leichteres Füllen ermöglicht wird.

Alternativ zur Druck- oder Gegendruckfüllung kann nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung die Form im Crack-Spalt-Verfahren gefüllt werden.

Die Verdichtung kann dabei über die gesamte Form gleichmäßig erfolgen. Nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann zumindest eine Formhälfte jedoch aus mehreren Sektionen bestehen, die getrennt voneinander betätigt, das heißt in Richtung auf die gegenüberliegende Formhälfte bewegt werden können. Dabei können die Verdichtungen in den unterschiedlichen Sektionen unabhängig voneinander eingestellt werden.

Als weiteres Füllverfahren kann eine Schneckenfüllung oder Plattenfüllung Anwendung finden. Dabei wird das Schaumstoffpartikelmaterial über einen Schneckenförderer bzw. Schneckenextruder oder

einen Plattenextruder in die Form gefüllt, wobei die Schaumstoffpartikel zudem in Wasser als Trägermaterial dispergiert sein können.

Um insbesondere ein konstantes Gewicht des fertigen Formteils bei vollständiger und gleichmäßiger Füllung der Form zu erreichen, kann vor dem eigentlichen Füllvorgang vor oder in der Füllstrecke eine Vor- oder Zwischendosierung des Schaumstoffpartikelmaterials erfolgen. Dabei kann die diese Dosierung gravimetrisch, volumetrisch oder mit einem kombinierten Verfahren erfolgen. Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform erfolgt zunächst die gravimetrischen Bestimmung einer Sollmenge und danach eine Überprüfung, ob das Volumen der abgewogenen Sollmenge zwischen einem vorgegebenen Minimal- und einem ebenso vorgegebenen Maximalwert liegt. Dabei entspricht der Minimalwert der Menge, bei der die Form gerade noch vollständig gefüllt ist und der Maximalwert der Menge, die sich gerade noch in die Form füllen lässt.

Im Vergleich zu herkömmlichen aus Partikeln bestehenden schäumbaren Materialien weist ETPU eine wesentlich höhere Dichte auf. So liegt die Dichte bei ETPU regelmäßig im Bereich zwischen 120 bis 200 g/l, während die Dichte von beispielsweise EPS und EPP im Bereich zwischen 15 und 50 bzw. 20 bis 120 g/l liegt. Dies führt dazu, dass zum Aufschäumen bzw. zum Verschweißen der ETPU Partikel ein erheblich höherer Energie- bzw. Wärmeeintrag notwendig ist. Die Partikel können bereits vor oder während des Füllens mit insbesondere Wasserdampf vorgewärmt werden, wobei dies vorzugsweise mit beim Verarbeitungsprozess anfallender Abwärme erfolgt. Neben der Verringerung des Wärmebedarfs werden die Partikel auch weicher und lassen sich leichter komprimieren.

Um die Adhäsionskraft der Partikel gegenüber den Oberflächen der Fülleinrichtung, insbesondere des Füllrohrs, zu verringern und einen unerwünschten Abrieb der Partikel an diesen Oberflächen zu vermeiden, sind vorzugsweise diese Oberflächen glatt ausgebildet und bestehen aus einem oxidationsfreien oder zumindest oxidationsarmen Material oder einer solchen Beschichtung. So kann beispielsweise die Fülleitung aus einem Rohr aus Edelstahl bestehen und eine polierte Innenfläche aufweisen.

Die Füllstrecke bzw. Füllleitung wird nach einem weiteren Ausführungsbeispiel regelmäßig, insbesondere nach jedem Füllvorgang gereinigt, beispielsweise mit einem Reinigungsfluid gespült.

Wenn das Befüllen der Form durch Druckfüllen mit vergleichsweise hohem Fülldruck, das heißt regelmäßig einer Kombination aus Füllbehälterdruck, Fluidisierluftdruck und/oder Staudruck, erfolgt, sind die Volumina der Zwickel, die zur Durchleitung des Dampfes und damit zum Aufheizen der Partikel notwendig sind, stark reduziert. So kann beispielsweise bei einem Kompressionsgrad der ETPU

- Partikel von mehr als 150% kaum noch mit einem klassischen Querdampfverfahren gearbeitet werden, da der Wärmeeintrag nur noch stark reduziert durch Wärmeübertragung auf die zu den Zwickelvolumina weisenden Flächen der Partikel erfolgt, sondern hauptsächlich durch Wärmeleitung zwischen den Partikeln selbst. Dies führt zum Einen zu stark verlängerten Bedampfungszeiten und zum
- 5 Anderen können verbrannte Oberflächen an den Stellen, an denen der Dampf in die Form eingeleitet wird, nicht ausgeschlossen werden. Das gleiche Problem kann auftreten, wenn im Crack-Spalt-Verfahren befüllt wird und beim Schließen der Form durch hohe Spaltmaße eine starke Kompression der Partikel erfolgt.
- 10 Um dieses Problem zumindest zu verringern erfolgt nach einer Ausführungsform nach dem Füllen und Schließen der Form der Wärmeeintrag nicht durch eine herkömmliche Querbedampfung von einer Seite, sondern es wird Querdampf von zwei gegenüberliegenden Seiten der Form in den Forminnenraum unter Bildung eines Staudrucks eingeleitet. Der Druck auf einer Fahr- und Festseite des Formwerkzeuges wird aktiv durch Öffnen der Dampfventile auf Fahr- und Festseite gleichzeitig aufgebaut.
- 15 Dadurch werden die Partikel zunächst etwas komprimiert, sodass wieder Zwickel entstehen und die Partikelschüttung wieder dampfdurchlässig wird. Die nötige Durchströmung wird wie beim üblichen Querbedampfen durch unterschiedliche Drücke auf Fahr- und Festseite erzeugt. Über die Druckdifferenz und das Druckniveau werden Temperatur, Kompressionsgrad der Partikel und Dampffluss, das heißt der Energieeintrag in das Material, gesteuert. Das gleichzeitige Öffnen der Dampfventile auf
- 20 Fahr- und Festseite ist zweckmäßig, da sonst der auf der Staudruckseite erforderliche Dampf aufgrund der Kondensation an kalten Werkzeugwänden und Volumenfüllung das Formteil durchströmt und schon die Oberfläche verschweißt, bevor die Partikel durch den Druckaufbau komprimiert sind, die gewünschten Zwickel also schon nicht mehr erzeugt werden können.
- 25 Damit die Querströmung nicht nur aufgrund von Kondensation entsteht, kann der Auslass auf der Seite mit dem niedrigeren Druck taktend auf einen noch etwas niedrigeren Druck (0,1 ... 0,3 bar) als der Einlassdruck dieser Seite geregelt bzw. geschlossen werden. Während der Auslass auf den niedrigen Druck geregelt wird, wird der Einlass geschlossen, damit der Dampf nicht innerhalb der Kammer von oben nach unten strömt, sondern von der zweiten Dampfkammer quer durch das Formteil.
- 30 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Einleitung des von beiden Seiten der Hauptebene des Formteils eingebrachten Querdampfs entweder auf beiden Seiten gleichzeitig oder aber zeitlich versetzt erfolgen. Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn die Querbedampfung von beiden Seiten nach Art eines Ping-Pong-Effektes intermittierend erfolgen kann. Dies bedeutet insbesondere, dass die Dampfströmung ihre Richtung im Formteil mehrfach ändert. Dadurch kann eine
- 35 besonders gute Spülung und eine besonders homogene Temperaturverteilung erreicht werden.

Eine weitere Homogenisierung der Temperaturverteilung kann erreicht werden, wenn nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, der Dampf über mindestens einen nadelartigen Dampfinjektor unmittelbar in den Forminnenraum eingebracht wird. Dies kann insbesondere bei komplexen Formteilgeometrien von Vorteil sein, um an sonst schwer zugänglichen Stellen ausreichend Dampf zur Verfügung zu stellen.

Insbesondere wenn die Füllung im Crack-Spalt-Verfahren erfolgt, kann auch die Bedampfung über den Spalt erfolgen. Dabei kann die Verdichtung während des Bedampfens oder aber im autoklavischen Zustand, d.h. nach Abschluss der Bedampfung erfolgen, wobei zudem die Verdichtung wiederum sektional erfolgen kann.

Nach dem Abschluss des Bedampfungs Vorgangs kann weiter in für sich bekannter Weise eine Abkühlung und eine Stabilisierung des Formteils erfolgen, bevor dieses nach dem Öffnen der Form aus dieser entnommen wird. Dabei kann insbesondere die Kühlung intervallartig erfolgen und Kühlung und/oder Stabilisierung können auch unter Vakuumunterstützung erfolgen.

Das Entformen kann in grundsätzlich bekannter Weise beispielsweise über Saugerplatten erfolgen, die durch Unterdruck einen Kraftschluss zu den Formzeilen herstellen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass ETPU Formteile sehr fest in der Form sitzen können, so dass die durch Sauger aufgebrachte Kraft nicht zuverlässig ausreicht. Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist daher vorgesehen, dass die Entformung über mechanische Greifer erfolgt oder Nadeln mit Spreizeffekt, die in das fertige Formteil eindringen und sich dort lösbar verhaken.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele beispielhaft näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils in einem Blockschaltbild, und

Fig. 2 schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils mit einer Gegen druckbefüllung eines Formwerkzeuges in einem Blockschaltbild.

Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils ist in Fig. 1 dargestellt.

Diese Vorrichtung 1 umfasst einen Materialbehälter 2, ein Formwerkzeug 3 und eine Leitung 4, die vom Materialbehälter 2 zum Formwerkzeug 3 führt.

Der Materialbehälter 2 dient zur Aufnahme loser Schaumstoffpartikel. Der Materialbehälter 2 weist einen Boden 5 auf, wobei er im Bodenbereich über eine Druckluftleitung 6 mit einer Druckluftquelle 7 verbunden ist. Die Druckluftleitung 6 ist mit mehreren im Boden 5 angeordneten Düsen (nicht dargestellt) verbunden, so dass in dem Materialbehälter 2 mehrere Luftströme eingeleitet werden können, die die darin befindlichen Schaumstoffpartikel verwirbeln und dadurch vereinzeln.

Im Bereich des Bodens 5 des Materialbehälters 2 ist die Förderleitung 4 an dem Materialbehälter 2 angeschlossen. Benachbart zum Materialbehälter 2 befindet sich in der Förderleitung 4 eine Treibdüse 8. Die Treibdüse 8 ist mit einer weiteren Druckluftleitung 9 mit der Druckluftquelle 7 verbunden. Die der Treibdüse 8 zugeführte Druckluft dient als Treibluft, da sie durch die Treibdüse 8 in die Förderleitung 4 eintritt und in Richtung zum Formwerkzeug 3 strömt. Hierdurch wird an der Treibdüse 8 an der zum Materialbehälter 2 weisenden Seite ein Unterdruck erzeugt, der aus dem Materialbehälter Schaumstoffpartikel ansaugt.

Die Förderleitung 4 mündet in einen Füllinjektor 10, der an das Formwerkzeug 3 gekoppelt ist. Der Füllinjektor 10 ist mit einer weiteren Druckluftleitung 11 mit der Druckluftquelle 7 verbunden. Die dem Füllinjektor 10 zugeführte Druckluft wird einerseits zum Füllen des Formwerkzeuges 3 verwendet, indem der Strom von Schaumstoffpartikeln mittels der Druckluft in Richtung zum Formwerkzeug 3 beaufschlagt wird. Andererseits kann die dem Füllinjektor 10 zugeführte Druckluft auch zum Zurückblasen der Schaumstoffpartikel aus der Förderleitung 4 in den Materialbehälter 2 verwendet werden, wenn der Füllvorgang am Formwerkzeug 3 abgeschlossen ist.

Das Formwerkzeug 3 ist aus zwei Formhälften 12, 13 ausgebildet. Zwischen den beiden Formhälften ist zumindest ein Formraum 14 begrenzt, in den der Füllinjektor 10 zum Einbringen der Schaumstoffpartikel mündet. Das Volumen des Formraums 14 kann durch Zusammenfahren der beiden Formhälften 12, 13 verringert werden. Bei auseinandergefahrenen Formhälften 12, 13 ist ein Spalt zwischen den Formhälften 12, 13 ausgebildet, der als Crack-Spalt bezeichnet wird. Deshalb wird ein solches Formwerkzeug 3 auch als Crack-Spalt-Formwerkzeug bezeichnet. Die beiden Formhälften 12, 13 weisen Ventile 28, 29 auf, welchen von einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) betätigbar sind. Die Ventile 28, 29 sind in einer kommunizierenden Verbindung zwischen dem Formraum 14 und der Umgebung angeordnet, so dass Gas gesteuert aus dem Formraum 14 gesteuert entweichen kann.

Das Formwerkzeug kann auch mehrere Formräume aufweisen, die möglichst unabhängig voneinander bzgl. Füllung, Verdichtung und/oder Erhitzung ansteuerbar sind.

Die beiden Formhälften 12, 13 sind über Dampfleitungen 15, 16 mit einem Dampfgenerator 17 verbunden, um in den Formraum 14 Dampf zum Verschweißen der darin eingebrachten Schaumstoffpartikel zuzuführen.

- 5 Der Dampfgenerator 17 ist mit einer Dampfleitung 18 mit dem Materialbehälter 2 verbunden, um diesem Wasserdampf zuzuführen. Eine weitere Dampfleitung 19 führt vom Dampfgenerator 17 zur Treibdüse 8, so dass dem Strom von Schaumstoffpartikeln Wasserdampf zugeführt werden kann.

- 10 Mit einer Dampfleitung 20 ist der Dampfgenerator 17 mit dem Füllinjektor 10 verbunden, so dass dem durch den Füllinjektor 10 strömenden Strom an Schaumstoffpartikeln Wasserdampf zugeführt werden kann.

- 15 Es ist eine Dampfleitung 21 vorgesehen, die vom Dampfgenerator 17 zur Förderleitung 4 führt, wobei an einer entsprechenden Anschlussstelle 22 in der Förderleitung 4 eine Injektionsdüse (nicht dargestellt) vorgesehen ist, um Wasserdampf in die Förderleitung 4 einzubringen.

- 20 In den Dampfleitungen und Druckluftleitungen sind pneumatisch oder elektrisch ansteuerbare Ventile (nicht dargestellt) vorgesehen, so dass die zugeführte Druckluftmenge oder zugeführte Dampfmenge von einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) exakt gesteuert werden kann.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung 1 erläutert:

- 25 Zum Befüllen des Formwerkzeuges wird über die Druckluftleitung 6 im Bereich des Bodens 5 des Materialbehälters 2 Luft eingeblasen, um die darin befindlichen Schaumstoffpartikel zu verwirbeln und zu vereinzeln. Gleichzeitig wird der Treibdüse 8 Treibluft zugeführt, so dass aus dem Materialbehälter 2 Schaumstoffpartikel in die Förderleitung 4 gesaugt und mit der Treibluft in Richtung zum Formwerkzeug 3 transportiert werden. Während des Befüllens sind die Ventile 28, 29 geöffnet, so dass Luft entweichen kann.

- 30 Über die Dampfleitung 18 wird vom Dampfgenerator 17 dem Materialbehälter 2 Wasserdampf zugeführt. Der Wasserdampf ist trockener Sattedampf, der mit dem im Materialbehälter 2 befindlichen Druck (ca. 1 bar) dem Materialbehälter 2 zugeführt wird. Vorzugsweise wird der Wasserdampf im Materialbehälter 2 benachbart zur Anschlussstelle der Förderleitung 4 in den Materialbehälter 2 eingedüst, so dass die in die Förderleitung 4 gesaugten Schaumstoffpartikel vom Wasserdampf benetzt werden.

Eine weitere Zufuhr von Wasserdampf zu dem Strom von Schaumstoffpartikeln erfolgt an der Treibdüse 8, an der Anschlussstelle 22 und am Füllinjektor 10.

5 Die Temperatur des trockenen Sattdampfes ist durch die Siedepunktkurve vom Wasserdampf festgelegt und somit durch den vorliegenden Druck vorgegeben. Bei einem Druck von etwa 1 bar in der Förderleitung 4 beträgt die Temperatur des Sattdampfes etwa 100 °C.

10 Die Menge des Wasserdampfes muss so bemessen sein, dass die Schaumstoffpartikel an ihren Oberflächen nicht aktiviert werden und nicht in der Förderleitung 4 miteinander verschweißen. Bei Schaumstoffpartikeln auf Basis von Polyurethan liegt die Temperatur zum Verschweißen derselben bei etwa 80 °C bis 130 °C, wobei dies von der jeweils verwendeten Materialzusammensetzung abhängt. Die Menge des Wasserdampfes muss somit derart bemessen sein, dass die Schaumstoffpartikel nicht entlang des Transportweges vom Materialbehälter 2 zum Formwerkzeug 3 eine Temperatur von 90 °C oder mehr erreichen.

15 Kommt der Wasserdampf mit den Schaumstoffpartikeln in Kontakt, dann kondensiert der Wasserdampf an der Oberfläche der Schaumstoffpartikel, da diese kälter sind und bildet einen dünnen Flüssigkeitsfilm. Dieser Flüssigkeitsfilm vermindert die Adhäsionskräfte zwischen den Schaumstoffpartikeln und erhöht deren Gleitfähigkeit. Hierdurch wird die Gefahr des Zusammenhaftens bzw. Verklumpens von Schaumstoffpartikeln erheblich reduziert und ein zuverlässiger Transport derselben durch die Förderleitung 4 sichergestellt.

20 Durch das Zuführen von Wasserdampf an mehreren Stellen entlang des Transportweges kann einerseits die lokale Wärmezufuhr an die jeweilige Zufuhrstelle von Wasserdampf ausreichend gering gehalten werden, um ein Aktivieren der Schaumstoffpartikel zu vermeiden, und andererseits sichergestellt werden, dass entlang des gesamten Transportweges die Schaumstoffpartikel ausreichend mit Feuchtigkeit benetzt sind. Hierdurch können die Schaumstoffpartikel zuverlässig dem Formraum 14 des Formwerkzeuges 3 zugeführt werden.

30 Nach dem Befüllen des Formraumes 14 mit Schaumstoffpartikeln werden der Füllinjektor 10 und die Ventile 28, 29 geschlossen. Die dem Füllinjektor 10 zugeführte Druckluft wird zum Zurückblasen der in der Förderleitung 4 befindlichen Schaumstoffpartikel in den Materialbehälter 2 verwendet. Während des Rückblasens wird vorzugsweise ein Fluidisierstrom dem Materialbehälter 2 zugeführt. Hierdurch wurde eine deutliche Reduzierung von Verstopfungen im Transportweg erzielt.

35

Durch Zusammenfahren der beiden Formhälften 12, 13 wird das Volumen des Formraums 14 verringert und werden die darin befindlichen Schaumstoffpartikel verdichtet.

- 5 Danach wird dem Formraum 14 Wasserdampf, insbesondere trockenem Heiß- oder Sattdampf, über die Leitung 15, 16 zugeführt, um die darin befindlichen Schaumstoffpartikel miteinander zu verschweißen. Die Zuführung von Wasserdampf kann auch bereits während des Zusammenfahrens und Verdichtens der Schaumstoffpartikel erfolgen. Das Zuführen von Wasserdampf erfolgt vorzugsweise zunächst bei geöffnetem Formraum (Crack-Spalt oder geöffnetes Ventil), so dass die in den Zwickelräumen befindliche Luft verdrängt und vollständig durch Wasserdampf ersetzt wird. Beim Spaltbedampfen wird das Material je nach Einstellung bereits teilweise bis vollständig verschweißt. Beim Spaltbedampfen wird vorzugsweise ein abgedichtetes, teleskopartig zusammenfahrendes Crackspaltwerkzeug verwendet. Wasserdampf leitet Wärme wesentlich besser als Luft, so dass dies zu einem schnelleren und gleichmäßigeren Verschweißen der Schaumstoffpartikel führt.
- 10 15 Das Zuführen des Wasserdampfes in den Formraum 14 erfolgt vorzugsweise durch eine Querbedampfung von zumindest einer Seite. Insbesondere wird der Querdampf von zwei gegenüberliegenden Seiten dem Formraum 14 unter Bildung eines Staudrucks eingeleitet. Der Druck auf einer Fahr- und Festseite des Formwerkzeuges wird aktiv durch Öffnen der Dampfventile auf Fahr- und Festseite gleichzeitig aufgebaut. Dadurch werden die Partikel zunächst etwas komprimiert, sodass Zwickel entstehen und die Partikelschüttung dampfdurchlässig wird. Die nötige Durchströmung wird wie beim üblichen Querbedampfen durch unterschiedliche Drücke auf Fahr- und Festseite erzeugt. Über die Druckdifferenz und das Druckniveau werden Temperatur, Kompressionsgrad der Partikel und Dampf-
20 fluss, das heißt der Energieeintrag in das Material, gesteuert. Vorzugsweise werden die Dampfventile auf Fahr- und Festseite zumindest zeitweise gleichzeitig geöffnet, da sonst der auf der Staudruckseite erforderliche Dampf aufgrund der Kondensation an kalten Werkzeugwänden und Volumenfüllung das
25 Formteil durchströmt und schon die Oberfläche verschweißt, bevor die Partikel durch den Druckaufbau komprimiert sind und die gewünschten Zwickel nicht mehr erzeugt werden können.
- 30 Als weitere vorteilhafte Bedampfungsvariante hat sich das Bedampfen mit Unterdruck ($< 0,5$ bar Absolutdruck) im Formwerkzeug herausgestellt. Dazu wird vor dem ersten Bedampfungsschritt der Unterdruck im Formwerkzeug aufgebaut und anschließend ein Querdampfschritt ausgeführt. Die reduzierte Luftmenge zwischen den Partikeln sorgt für einen guten Wärmeübergang. Durch das zusätzliche Druckgefälle von ca. $0,5$ bar kann auch schon mechanisch komprimiertes eTPU (z.B. durch Crackspaltfüllen oder Gegendruckfüllen) vom Dampf durchströmt und verschweißt werden. Außerdem bleibt
35 die Dampftemperatur ausreichend niedrig, sodass die Außenhaut des Formteils nicht vorzeitig gasdicht verschweißt wird, bevor die Innenbereiche verschweißt sind.

Bei einer hohen Verdichtung der Schaumstoffpartikel im Formwerkzeug kann es auch zweckmäßig sein, während des Bedampfens zumindest an einer Seite des Formwerkzeuges einen Unterdruck anzulegen. Vorzugsweise wird der Unterdruck an der Seite angelegt, die der Seite gegenüberliegt, an welcher der Wasserdampf dem Formwerkzeug zugeführt wird.

Nach dem Verschweißen der Schaumstoffpartikel zu einem Partikelschaumstoffteil wird die Zuführung von Wasserdampf abgestellt, das Formwerkzeug abgekühlt und zur Entnahme des Partikelschaumstoffteils geöffnet.

Danach beginnt das Verfahren erneut mit dem Befüllen des Formraumes mit Schaumstoffpartikel.

Das oben erläuterte Ausführungsbeispiel weist vier Stellen auf, an welchen Wasserdampf den Schaumstoffpartikeln hinzugegeben wird. Dies sind der Materialbehälter 2, die Treibdüse 8, die Anschlussstelle 22 und der Füllinjektor 10. Im Rahmen der Erfindung ist es selbstverständlich auch möglich, die Anzahl und den Ort der Stellen, an welchen entlang dem Transportweg der Schaumstoffpartikel Wasserdampf zugegeben wird, zu variieren. Dies hängt vor allem von den individuellen Transportparametern (Durchmesser der Förderleitung 4, chemische Zusammensetzung der Schaumstoffpartikel, Fördergeschwindigkeit, Druck des Treibgases, Anzahl der Kurven von Engstellen in der Förderleitung 4, etc.) ab. So kann es zweckmäßig sein, lediglich an einer einzigen Stelle, insbesondere dem Materialbehälter 2 oder an der Treibdüse 8 Wasserdampf zuzugeben. Andererseits kann es auch zweckmäßig sein, mehrere Anschlussstellen an der Förderleitung 4 vorzusehen, an welchen jeweils eine Dampfleitung angeschlossen ist.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils. Gleiche Teile wie im ersten Ausführungsbeispiel sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals im Detail erläutert.

Diese Vorrichtung weist einen Silobehälter 23 zum Lagern der Schaumstoffpartikel, einen Konditionierdruckbehälter 24 und einen Zwischenspeicherdruckbehälter 25 auf. Zwischen dem Silobehälter 23 und dem Konditionierdruckbehälter 24 ist eine erste Transportleitung 26 zum Befördern der Schaumstoffpartikel aus dem Silobehälter 23 in den Konditionierdruckbehälter 24 angeordnet. Eine zweite Transportleitung 27 führt vom Konditionierdruckbehälter 24 zum Zwischenspeicherdruckbehälter 25, um im Konditionierdruckbehälter konditionierte Schaumstoffpartikel vom Konditionierdruckbehälter 24 zum Zwischenspeicherdruckbehälter 25 zu befördern. Vom Zwischenspeicherdruckbehälter 25 führt

eine Förderleitung 4 zu einem Formwerkzeug 3. Der Zwischenspeicherdruckbehälter 25 fungiert somit als Materialbehälter, aus dem die Schaumstoffpartikel mittels der Förderleitung 4 abgefördert werden.

- 5 In der Förderleitung 4 sind wiederum eine Treibdüse 8, eine Anschlussstelle 22 und ein Füllinjektor 10 vorgesehen und genauso wie beim ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet und angeordnet. Das Formwerkzeug 3 besteht wiederum aus zwei Formhälften 12, 13, wobei das Formwerkzeug 3 nicht notwendigerweise ein Crack-Spalt-Formwerkzeug sein muss. Vorzugsweise ist es als Formwerkzeug mit einem statischen Formraum 14 ausgebildet, dessen Volumen im geschlossenen Zustand des Formwerkzeuges nicht veränderbar ist. Die beiden Formhälften 12, 13 weisen jeweils Ventile 28, 29 auf, die zum Druckbefüllen als Druckventile 28, 29 ausgebildet sind, welche den Druck im Formraum 14 auf einen bestimmten Wert begrenzen, d.h., dass Gas aus den Druckventilen 28, 29 austritt, wenn im Formraum ein bestimmter Druck überschritten wird. Ein solches Formwerkzeug erlaubt das Befüllen des Formraums 14 mit einem Gegendruck, wie es unten näher erläutert wird.
- 10
- 15 Die Vorrichtung 1 weist wiederum einen Dampfgenerator 17 auf, der genauso wie beim ersten Ausführungsbeispiel mittels Dampfleitungen 15, 16, 18-21 mit dem Formwerkzeug 3 bzw. dem Zwischenspeicherdruckbehälter 25, der Treibdüse 8, der Anschlussstelle 22 und dem Füllinjektor 10 verbunden ist.
- 20 Weiterhin ist eine Druckluftquelle 7 vorgesehen, welche mittels einer Druckluftleitungen 6 dem Zwischenspeicherdruckbehälter 25 Druckluft zum Verwirbeln der Schaumstoffpartikel, einer Druckluftleitung 9 der Treibdüse 8 Treibluft und einer Druckluftleitung 11 dem Füllinjektor 10 Treib- bzw. Füllluft zuführen.
- 25 Weiterhin sind der Konditionierdruckbehälter 24 und der Zwischenspeicherdruckbehälter 25 über Druckluftleitungen 30, 31 mit der Druckluftquelle 7 verbunden, um in den beiden Behältern 24, 25 jeweils einen vorbestimmten Druck einzustellen.

- 30 Nachfolgend wird die Funktionsweise der Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils erläutert:

- Die Schaumstoffpartikel werden im Silobehälter 23 vorgehalten. Vom Silobehälter 23 werden die Schaumstoffpartikel über die erste Transportleitung 26 zum Konditionierdruckbehälter 24 befördert. Im Konditionierdruckbehälter 24 werden die Schaumstoffpartikel unter Druck gesetzt, wobei der endgültige Druck etwa 2-5 bar beträgt. Hier wird der Druck über einen Zeitraum von beispielsweise 2-6 Stunden allmählich erhöht und dann über einen Zeitraum von 2-24 Stunden gehalten. Durch einen lang-
- 35

samen Druckaufbau im Konditionierbehälter diffundiert Luft/Gas in die Schaumstoffpartikel. Der Druckanstieg wird so klein gewählt, dass die Schaumstoffpartikel nicht so schnell bzw. so stark komprimiert werden, dass sie eine „rosinenähnliche“ faltige Oberfläche erhalten und schlecht zu befördern sind. Mit der Konditionierung wird ein Innendruck in den Partikeln aufgebaut, der später beim Verschweißen im Werkzeug wie ein Treibmittel wirkt und die Schaumstoffpartikel aufbläht. Durch das Konditionieren können die Schaumstoffpartikel auf ein kleiner Volumen zusammengedrückt werden. Durch die allmähliche Druckerhöhung und durch das Halten des Druckes über einen längeren Zeitraum nehmen die Schaumstoffpartikel im zusammengedrückten bzw. konditionierten Zustand eine glatte Oberfläche ein.

Die konditionierten Schaumstoffpartikel werden in den Zwischenspeicherdruckbehälter 25 über die zweite Transportleitung 27 befördert. Am Boden 5 des Zwischenspeicherdruckbehälters 25 ist die Förderleitung 4 angeschlossen. Benachbart zu dieser Anschlussstelle sind Düsen vorgesehen, welche über die Druckluftleitung 6 mit Druckluft beaufschlagt werden, um mehrere Druckluftströme im Zwischenspeicherdruckbehälter 25 vorzusehen. Hierdurch werden die konditionierten Schaumstoffpartikel verwirbelt und vereinzelt.

Aus dem Zwischenspeicherdruckbehälter 25 werden die konditionierten Schaumstoffpartikel genauso wie beim ersten Ausführungsbeispiel über die Förderleitung 4 abgefördert und dem Formwerkzeug 3 zugeführt. Hierbei wird genauso wie beim ersten Ausführungsbeispiel an der Treibdüse 8 und am Füllinjektor 10 Treibluft zugeführt.

Ähnlich wie beim ersten Ausführungsbeispiel werden den konditionierten Schaumstoffpartikeln im Zwischenspeicherdruckbehälter 25 an der Treibluftdüse 8, an der Anschlussstelle 22 und an dem Füllinjektor 10 Wasserdampf zugegeben.

Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel dahingehend, dass der Formraum 14 des Formwerkzeuges 3 während des Befüllens mit Schaumstoffpartikeln bereits seine endgültige Form bzw. sein endgültiges Volumen eingenommen hat. Weiterhin unterscheidet sich das zweite Ausführungsbeispiel vom ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die Druckventile 28, 29 nur Luft bzw. Gas aus dem Formraum 14 entweichen lassen, wenn es einen Druck aufweist, der über einen vorbestimmten Schwellendruck liegt. Dieser Schwellendruck ist vorzugsweise so eingestellt, dass er etwa 0,2 bar bis 2 bar geringer als der Druck im Zwischenspeicherdruckbehälter 25 ist. Insbesondere ist dieser Schwellendruck etwa 0,5 bis 1 bar geringer als der Druck im Zwischenspeicherdruckbehälter 25. Hierdurch wird ein Druckgefälle zwischen dem Zwischendruckspeicherbehälter 25 und dem Formraum 14 des Formwerkzeuges 3 erzeugt und exakt festgelegt und es liegt ein

Druckabfall entlang der Förderleitung 4 vor, der den Transport der Schaumstoffpartikel bewirkt. Der Druck im Zwischenspeicherdruckbehälter 25 liegt vorzugsweise im Bereich von 3 bis 5 bar. Daher ergibt sich in der Förderleitung 4 ein Druck von etwa 1,5 bis 4,5 bar. Der Druck in der Druckleitung hängt zum einen vom Ort in der Druckleitung ab. Je weiter entfernt ein Abschnitt der Druckleitung vom
5 Zwischenspeicherdruckbehälter 25 ist, desto geringer ist der Druck. Zum anderen hängt der Druck in der Druckleitung von dem im Zwischenspeicherdruckbehälter 25 eingestellten Druck ab.

Da die Schaumstoffpartikel unter Druck befördert werden, behalten sie ihre kleine, zusammenge-
drückte Form bzw. ihr kleines Volumen. Dies führt dazu, dass die Anzahl der Zusammenstöße der
10 Schaumstoffpartikel während des Transportes in der Förderleitung 4 geringer als bei einer im Wesent-
lichen druckfreien Förderung der gleichen Anzahl von Schaumstoffpartikeln pro Zeiteinheit ist. Da die
Anzahl der Zusammenstöße durch diese Art der Druckbefüllung, die auch als Gegendruckbefüllung
bezeichnet wird, reduziert wird, wird die Gefahr eines Verklumpens oder Zusammenklebens mehrerer
Schaumstoffpartikel reduziert. Je höher der Druck in der Förderleitung 4 ist, desto geringer ist die Ge-
15 fahr, dass die konditionierten Schaumstoffpartikel miteinander verklumpen und den Transportweg in
den Formraum 14 verstopfen.

Ist der Formraum 14 vollständig mit Schaumstoffpartikeln gefüllt, dann wird der Füllinjektor 10 ge-
schlossen. Die in der Förderleitung 4 befindlichen Schaumstoffpartikel werden genauso wie beim ers-
20 ten Ausführungsbeispiel zurück in den Zwischenspeicherdruckbehälter 25 gefördert.

Die Druckventile 28, 29 oder weitere Ventile (nicht dargestellt in Fig. 2) werden geöffnet, so dass der
Druck im Formraum 14 auf den Umgebungsdruck abfällt. Hierdurch expandieren die unter Druck ste-
henden Schaumstoffpartikel und dehnen sich aus. Dies bewirkt eine gleichmäßige Verdichtung der
25 Schaumstoffpartikel im Formraum 14. Gleichzeitig oder danach kann dann der Formraum 14 mit Was-
serdampf beaufschlagt werden, um die Schaumstoffpartikel zu einem Partikelschaumstoffteil zusam-
menzuschweißen.

Da die einzelnen Schaumstoffpartikel bereits während des Transports durch die Förderleitung 4 durch
30 die Zugabe des Wasserdampfes vorerwärmt worden sind, kann die notwendige Zeit zum Verschwei-
ßen des Partikelschaumstoffteils im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen verringert werden.
Hierdurch verkürzt sich die Taktzeit der gesamten Vorrichtung erheblich.

Auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel werden die Schaumstoffpartikel zunächst vereinzelt, mit
35 Wasserdampf versetzt, um die Haftung zu verringern und um deren Gleitfähigkeit zu verbessern. Im

Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel werden sie zusätzlich unter Druck zum Formwerkzeug 3 gefördert, so dass während des Transportes die Größe der Schaumstoffpartikel klein gehalten wird.

5 Der Wasserdampf ist an den einzelnen Stellen entlang dem Transportweg jeweils mit dem Druck zuzuführen, der an dem jeweiligen Abschnitt im Zwischenspeicherdruckbehälter 25 bzw. im Transportweg besteht. Da der Wasserdampf ein trockener Sattdampf ist, ist die Temperatur des Wasserdampfes entsprechend dem durch die Siedepunktkurve vom Wasserdampf vorgegebenen Druck einzustellen. Die Temperatur des Wasserdampfes liegt etwa im Bereich von etwa 115 bis 140 °C. Aufgrund der hohen Temperatur des Wasserdampfes ist die Menge des zuzuführenden Wasserdampfes exakt zu
10 dosieren, damit die Schaumstoffpartikel nicht im Zwischenspeicherdruckbehälter oder entlang dem Transportweg aktiviert werden und miteinander verschweißen. Daher ist es vorteilhaft, wenn der Wasserdampf an mehreren Stellen entlang dem Transportweg den konditionierten Schaumstoffpartikeln hinzugegeben wird.

15 Bei einem kurzen Transportweg und/oder bei Transportleitungen mit großem Durchmesser und/oder wenigen Kurven bzw. Engstellen kann selbstverständlich die Zugabe des Wasserdampfes lediglich an einer einzigen Stelle genügen.

20 Nach dem Verschweißen der Schaumstoffpartikel zum Partikelschaumstoffteil wird das Formwerkzeug 3 abgekühlt, und werden die beiden Formhälften 12, 13 zur Freigabe des Partikelschaumstoffteils getrennt.

Bei dem oben erläuterten Ausführungsbeispiel wird ein Formwerkzeug 3 mit statischem Formraum 14 verwendet, dessen Volumen während des Befüllens mit Schaumstoffpartikeln und des Verschweißens derselben zu einem Partikelschaumstoffteil nicht verändert wird. Im Rahmen der Erfindung ist es auch
25 möglich, ein Crack-Spalt-Formwerkzeug zu verwenden, dessen Formraum ein variables Volumen aufweist. Zur Erzeugung eines Gegendruckes sind die Formhälften dieses Formwerkzeuges vorzugsweise abgedichtet. Da der Formraum mit konditionierten Schaumstoffpartikeln gefüllt wird, ist es nicht notwendig, die beiden Formhälften 13, 14 über einen langen Weg zusammen zu fahren, da aufgrund
30 der Druckbefüllung bereits eine hohe Dichte an Schaumstoffpartikel im Formraum enthalten ist.

Da bei dieser Vorrichtung die Gefahr des Verklumpens der Schaumstoffpartikel und Verstopfen der Förderleitung gering ist, können zuverlässig Partikelschaumstoffteil aus Schaumstoffpartikeln auf Basis von Polyurethan hergestellt werden. Der Ausschuss ist gering, die Taktrate der Vorrichtung ist
35 hoch. Dadurch können Partikelschaumstoffteil aus Schaumstoffpartikeln auf Basis von Polyurethan kostengünstig als Massenprodukt hergestellt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Vorrichtung
	2	Materialbehälter
5	3	Formwerkzeug
	4	Förderleitung
	5	Boden
	6	Druckluftleitung
	7	Druckluftquelle
10	8	Treibdüse
	9	Druckluftleitung
	10	Füllinjektor
	11	Druckluftleitung
	12	Formhälfte
15	13	Formhälfte
	14	Formraum
	15	Dampfleitung
	16	Dampfleitung
	17	Dampfgenerator
20	18	Dampfleitung
	19	Dampfleitung
	20	Dampfleitung
	21	Dampfleitung
	22	Anschlussstelle
25	23	Silobehälter
	24	Konditionierdruckbehälter
	25	Zwischenspeicherdruckbehälter
	26	erste Transportleitung
	27	zweite Transportleitung
30	28	Druckventil
	29	Druckventil
	30	Luftdruckleitung
	31	Luftdruckleitung

5

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils, umfassend folgende Schritte

- Zuführen von Schaumstoffpartikeln von einem Materialbehälter mittels einer Leitung zu einem Formwerkzeug, wobei die Schaumstoffpartikel mit einem Treibgas in der Leitung befördert werden,
 - thermoplastisches Verschweißen der Schaumstoffpartikel im Formwerkzeug zum Partikelschaumstoffteil unter Zuführung von Wärme,
- wobei den zuzuführenden Schaumstoffpartikeln Wasserdampf hinzugegeben wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Schaumstoffpartikel von dem Materialbehälter entlang eines Transportweges dem Formwerkzeug zugeführt werden, wobei an mehreren Stellen entlang des Transportweges den Schaumstoffpartikeln Wasserdampf hinzugegeben wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Wasserdampf den Schaumstoffpartikeln im Materialbehälter und/oder an einer in Transportrichtung dem Materialbehälter nachgeordneten Treibdüse und/oder an einem in Transportrichtung dem Formwerkzeug vorgeordneten Füllinjektor und/oder an einem Abschnitt der Leitung, insbesondere im Bereich vor einer Kurve und/oder Engstelle zugegeben wird.

30

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

35

dass Wasserdampf zum Transportieren mit einer Temperatur von 100 bis 140 °C und/oder mit einem Druck von 1 bis 5 bar zugegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaumstoffpartikel unter Druckerhöhung konditioniert werden und die konditionierten Schaumstoffpartikel dem Materialbehälter zugegeben und dort unter einem vorbestimmten Druck vor-
gehalten werden, der vorzugsweise im Bereich von 2 bis 5 bar liegt.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druck in der Leitung und im Formwerkzeug derart eingestellt wird, dass er während des Zu-
führens von Schaumstoffpartikeln in das Formwerkzeug etwas geringer als im Materialbehälter ist,
und insbesondere im Formwerkzeug etwa 0,2 bis 2 bar und insbesondere etwa 0,2 bis 1 bar geringer
15 als im Materialbehälter ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaumstoffpartikel im Materialbehälter vereinzelt werden, wobei die Vereinzelung vorzugs-
20 weise durch Zuführen eines Gas- bzw. Luft- und/oder Dampfstroms erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schaumstoffpartikel verwendet werden, die aus expandierbaren thermoplastischem Polyurethan
25 (eTPU) ausgebildet sind.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaumstoffpartikel ein Treibmittel, wie z.B. Pentan, Butan oder CO₂ oder ein Gemisch aus
30 diesen Gasen enthalten.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schaumstoffpartikel verwendet werden, die mit einem Gleitmittel beschichtet sind, oder dass die
35 Schaumstoffpartikel vor dem Zuführen zum Formwerkzeug mit einem Gleitmittel beschichtet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leitung und/oder das Formwerkzeug während des Befüllens bewegt wird.
- 5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass Pulver oder Staub als Gleitmittel zu den zu transportierenden Schaumstoffpartikeln eingeblasen wird.
- 10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Treibgas Luft oder ein Inertgas verwendet wird.
14. Vorrichtung zur Herstellung eines Partikelschaumstoffteils, umfassend
- 15 - einen Materialbehälter (2, 25),
- eine Förderleitung (4), die an den Materialbehälter (2, 25) angeschlossen ist um aus diesen Partikel-
schaumstoffe abzufördern,
- ein Formwerkzeug (3) mit einem Formraum (14), an das die Förderleitung (4) mittels eines Füllinjek-
tors (10) angeschlossen ist, so dass Schaumstoffpartikel aus dem Materialbehälter entlang eines
- 20 Transportweges zum Formwerkzeug gefördert werden können,
- einen Dampfgenerator (17) zum Zuführen von Wasserdampf in den Formraum (14) zum thermoplas-
tischen Verschweißen der Schaumstoffpartikel im Formraum (14) zu einem Partikelschaumstoffteil,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Dampfgenerator (17) mit zumindest einer Dampfleitung (18, 19, 20, 21) mit dem Materialbe-
- 25 hälter (2, 25) und/oder einer Einrichtung entlang dem Transportweg angeschlossen ist, um die dem
Formwerkzeug zuzuführenden Schaumstoffpartikel mit Wasserdampf zu beaufschlagen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 30 eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens nach einem der
Ansprüche 1 bis 13 steuert.

1/2

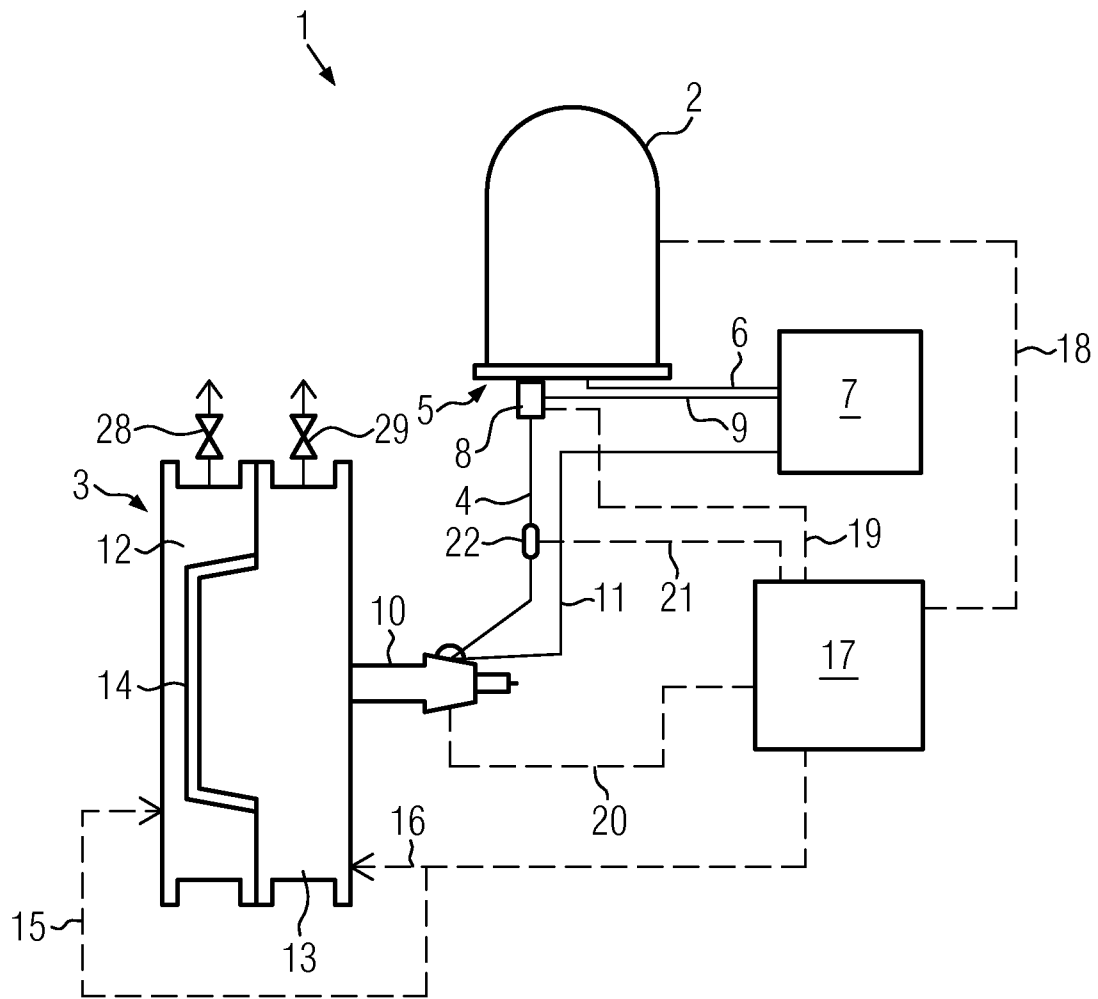


FIG. 1

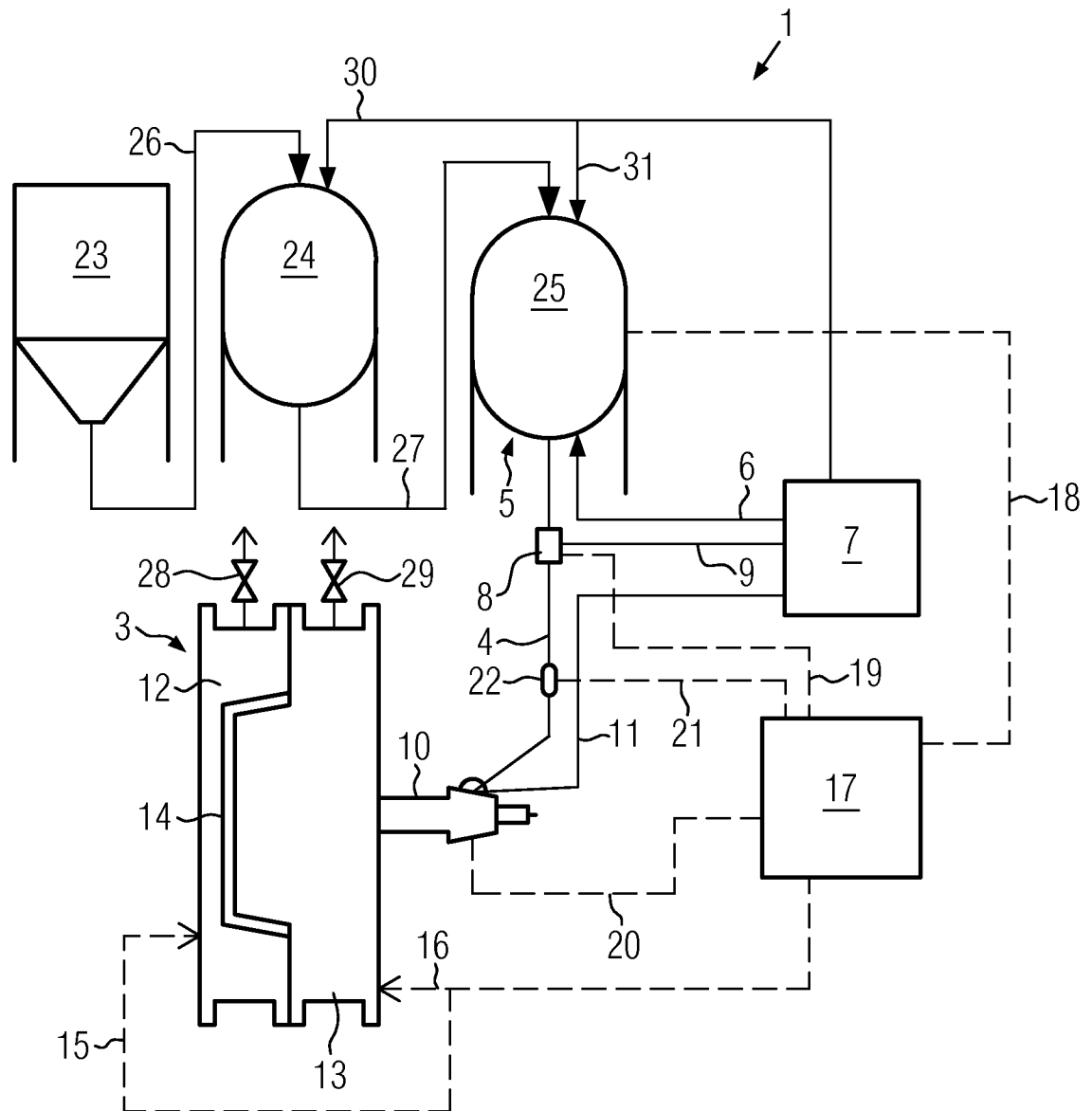


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/053325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C44/44
ADD. B29K75/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C B29K C08J

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 813 408 A1 (BASF AG [DE]) 1 August 2007 (2007-08-01)	1,3,4,7, 9,10, 12-15
Y	paragraphs [0028], [0029], [0041] - [0046]	8
X	DE 17 04 984 A1 (SWEDISH CRUCIBLE STEEL CO) 17 February 1972 (1972-02-17) page 2, last paragraph - page 7, paragraph 1	1,3,14, 15
X	FR 2 149 529 A1 (WILLCOX & GIBBS INC) 30 March 1973 (1973-03-30) page 7, line 21 - page 10, line 9	1,5-7, 14,15
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2014

Date of mailing of the international search report

26/06/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zattoni, Federico

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/053325

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/010010 A1 (BASF SE [DE]; SCHIPS CARSTEN [DE]; BRAUN FRANK [DE]; PRISSOK FRANK [DE] 28 January 2010 (2010-01-28) cited in the application claims -----	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/053325

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1813408	A1	01-08-2007	EP	1813408 A1		01-08-2007
			EP	1813409 A2		01-08-2007

DE 1704984	A1	17-02-1972	DE	1704984 A1		17-02-1972
			GB	1110350 A		18-04-1968

FR 2149529	A1	30-03-1973	BE	787690 A1		18-12-1972
			DE	2240366 A1		22-02-1973
			FR	2149529 A1		30-03-1973
			GB	1403392 A		28-08-1975
			IT	964043 B		21-01-1974
			JP	S4829858 A		20-04-1973
			NL	7211423 A		21-02-1973

WO 2010010010	A1	28-01-2010	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B29C44/44

ADD. B29K75/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B29C B29K C08J

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 813 408 A1 (BASF AG [DE]) 1. August 2007 (2007-08-01)	1,3,4,7, 9,10, 12-15
Y	Absätze [0028], [0029], [0041] - [0046] -----	8
X	DE 17 04 984 A1 (SWEDISH CRUCIBLE STEEL CO) 17. Februar 1972 (1972-02-17) Seite 2, letzter Absatz - Seite 7, Absatz 1 -----	1,3,14, 15
X	FR 2 149 529 A1 (WILLCOX & GIBBS INC) 30. März 1973 (1973-03-30) Seite 7, Zeile 21 - Seite 10, Zeile 9 -----	1,5-7, 14,15
Y	WO 2010/010010 A1 (BASF SE [DE]; SCHIPS CARSTEN [DE]; BRAUN FRANK [DE]; PRISSOK FRANK [DE]) 28. Januar 2010 (2010-01-28) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche -----	8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/06/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zattoni, Federico

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/053325

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
EP 1813408	A1	01-08-2007	EP	1813408	A1		01-08-2007	
			EP	1813409	A2		01-08-2007	

DE 1704984	A1	17-02-1972	DE	1704984	A1		17-02-1972	
			GB	1110350	A		18-04-1968	

FR 2149529	A1	30-03-1973	BE	787690	A1		18-12-1972	
			DE	2240366	A1		22-02-1973	
			FR	2149529	A1		30-03-1973	
			GB	1403392	A		28-08-1975	
			IT	964043	B		21-01-1974	
			JP	S4829858	A		20-04-1973	
			NL	7211423	A		21-02-1973	

WO 2010010010	A1	28-01-2010	KEINE					
