



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **717 846 A2**

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **A43B** 13/04 (2006.01)
B29C 44/02 (2006.01)
B29C 44/44 (2006.01)
C08J 9/12 (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01161/20

(71) Anmelder:
On Clouds GmbH c/o On AG, Pfingstweidstrasse 106
8005 Zürich (CH)

(22) Anmeldedatum: 15.09.2020

(72) Erfinder:
Nils Altrogge, 8126 Zumikon (CH)
Jean-Philippe Romain, 8103 Unterengstringen (CH)
Nicolas Hutton, 78750 Mareil Marly (FR)
Changwoo Shin, Tinh Binh Duong (VN)
Ilmarin Heitz, 8008 Zürich (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2022

(74) Vertreter:
RENTSCH PARTNER AG, Bellerivestrasse 203 Postfach
8034 Zürich (CH)

(54) **Verfahren zur Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente.**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente, insbesondere eine Lauschuhkomponente, offenbart umfassend die Schritte: a. Bereitstellen eines Polymergranulates; b. Vorbehandlung des Polymergranulats umfassend das Binden eines ersten physikalischen Treibmittels an oder im Polymergranulat bei einem ersten Druck und einer ersten Temperatur; c. Formschäumen des vorbehandelten Polymergranulats in einem Formschäumungssystem, wobei das Formschäumungssystem umfasst: i. eine Trommel mit einer Trommelzuleitung, wobei die Trommel einen Verarbeitungsraum mit einer darin angeordneten Schraube definiert; ii. eine Treibmittelzufuhr in fluidischer Verbindung mit dem Verarbeitungsraum; iii. eine mit dem Verarbeitungsraum in fluidischer Verbindung stehende Düse; und iv. eine Form mit einem Formhohlraum, welcher in fluidischer Verbindung mit der Düse steht. Das Formschäumen umfasst dabei: Das Einbringen eines zweiten physikalischen Treibmittels mittels der Treibmittelzufuhr und das Einbringen des in Schritt b. vorbehandelten Polymergranulats in den Verarbeitungsraum durch die Trommelzuleitung, welche in fluidischer Verbindung mit dem Verarbeitungsraum steht; Schmelzen des Polymergranulats im Verarbeitungsraum zur Herstellung einer geschmolzenen, insbesondere einphasigen, Polymerzusammensetzung; und Injektion der geschmolzenen Polymerzusammensetzung in den Formhohlraum und Schäumen der Polymerzusammensetzung durch Expansion des ersten und/oder zweiten Treibmittels.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Schuhherstellung, insbesondere geschäumter Schuhkomponenten und betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente.

Stand der Technik

[0002] Formgeschäumte Materialien weisen eine Vielzahl von Poren, bzw. Zellen im Schaummaterial auf, wodurch formgeschäumte Materialien besonders geeignet sind als Dämpfungselemente, wie beispielsweise Schuhsohlen. Typischerweise werden solche Schäume mithilfe von Treibmittelzusätzen hergestellt. Ein Polymermaterial, typischerweise ein thermoplastisches Polymer, wie thermoplastisches Polyurethan, wird dabei in einem Extruder geschmolzen. Typischerweise wird dem Polymermaterial ein Treibmittelzusatz beigemischt, welches unter vordefinierten Bedingungen expandiert und dabei die Poren, bzw. Zellen, im formgeschäumten Material ausbilden kann. Bei Treibmittelzusätzen wird typischerweise zwischen chemischen und physikalischen Treibmitteln unterschieden. Physikalische Treibmittel sind solche, welche direkt durch Änderung physikalischer Parameter, wie Druck und Temperatur, expandieren oder vom flüssigen oder festen Aggregatzustand in den gasförmigen Zustand übergehen können. Bekannte physikalische Treibmittel sind CO₂, Stickstoff, Wasser, Kohlenwasserstoffe wie Propan, Butan, Pentan oder Hexan, und Kohlenwasserstoffderivate, insbesondere halogenierte Derivate wie Dichlormethan, Chloroform oder Fluorkohlenwasserstoffe. Chemische Treibmittel sind Treibmittel, aus welchen ein Treibmittel in situ unter vorbestimmten Bedingungen durch chemische Reaktion freigesetzt werden kann. Hierzu zählen beispielsweise Diazoverbindungen (Freisetzung von N₂), Metallhydride (Freisetzung von H₂) und Carbonate (Freisetzung von CO₂).

[0003] Als Sonderfall bei physikalischen Treibmitteln haben sich Treibmittel etabliert, die als superkritisches Fluid (SCF) vorliegen. Der bekannteste Prozess, bei welchem SCF eingesetzt werden, ist das sogenannte MuCell[®] Verfahren. Hierbei wird in einem Extruder eine Polymerzusammensetzung mit einem SCF zu einem einphasigen Gemisch vermengt und anschliessend in eine Form eingespritzt. Durch einen Druckabfall in der Form löst sich das Treibmittel aus der Polymerlösung und verdampft, wodurch sich Mikrozellen ausbilden. Als SCF wird hierbei meistens CO₂ oder Stickstoff eingesetzt.

Darstellung der Erfindung

[0004] Ein Problem beim Formschäumen mit Treibmittelzusätzen ist die Kontrolle der Porengrösse im Schaum. Des Weiteren wird das Schäumen mit SCF zwar häufig bei thermoplastischem Polyurethan eingesetzt, ist jedoch nach wie vor problematisch bei anderen Materialien, insbesondere bei Polyamiden und Copolymeren davon. Gerade für Schuhkomponenten, insbesondere im Bereich der Laufschuhe, ist die Kontrolle der Porengrösse des Schaums hochrelevant, da einerseits eine möglichst geringe Dichte erreicht werden soll um das Gesamtgewicht des Schuhs zu reduzieren und andererseits eine hohe Stabilität gewährleistet sein muss. Des Weiteren kann die Kontrolle der Porengrösse zwar mittels superkritischen Fluiden signifikant verbessert werden, jedoch ist der Einsatz von superkritischen Fluiden aufwendig und nicht ökologisch, da eine relativ hohe Energie nötig ist um die benötigten hohen Drücke und Temperaturen bereitzustellen.

[0005] Es ist daher die allgemeine Aufgabe den Stand der Technik der Herstellung geschäumter Schuhkomponenten weiterzuentwickeln und vorzugsweise ein oder mehrere der obengenannten Nachteile des Stands der Technik ganz oder teilweise zu überwinden. In vorteilhaften Ausführungsformen wird ein Verfahren bereitgestellt, bei welchem die Porenbildung, insbesondere die Porengrösse des geschäumten Materials genauer kontrolliert werden kann. In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen wird ein Verfahren bereitgestellt, welches es ermöglicht eine geschäumte Schuhkomponente herzustellen, die eine geringe Dichte aufweist, gleichzeitig jedoch eine hohe Stabilität gewährleistet. In weiteren Ausführungsformen wird ein im Vergleich zum Stand der Technik energieeffizienteres Verfahren zur Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente bereitgestellt.

[0006] Die allgemeine Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und der Gesamtoffenbarung.

[0007] Ein erster Aspekt betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente, insbesondere eine Laufschuhkomponente, umfassend die Schritte: a. Bereitstellen eines Polymergranulates; b. Vorbehandlung des Polymergranulats umfassend das Binden eines ersten physikalischen Treibmittels an oder im Polymergranulat bei einem ersten Druck und einer ersten Temperatur; c. Formschäumen des vorbehandelten Polymergranulats in einem Formschäumungssystem, wobei das Formschäumungssystem umfasst: i. eine Trommel mit einer Trommelzuleitung, wobei die Trommel einen Verarbeitungsraum mit einer darin angeordneten Schraube definiert; ii. eine Treibmittelzufuhr in fluidischer Verbindung mit dem Verarbeitungsraum; iii. eine mit dem Verarbeitungsraum in fluidischer Verbindung stehende Düse; und iv. eine Form mit einem Formhohlraum, welcher in fluidischer Verbindung mit der Düse steht. Das Formschäumen umfasst dabei: Das Einbringen eines zweiten physikalischen Treibmittels mittels der Treibmittelzufuhr und das Einbringen des in Schritt b. vorbehandelten Polymergranulats in den Verarbeitungsraum durch die Trommelzuleitung, welche in fluidischer Verbindung mit dem Verarbeitungsraum steht; Schmelzen des Polymergranulats im Verarbeitungsraum zur Herstellung einer geschmolzenen, insbesondere einphasigen, Polymerzusammensetzung; und Injektion der geschmolzenen Polymerzusammensetzung in den Formhohlraum und Schäumen der Polymerzusammensetzung durch Expansion des ersten und/

oder zweiten Treibmittels. Durch die Vorbehandlung des Polymergranulats mit einem ersten physikalischen Treibmittel wird ein zusätzliches Treibmittel bereits vor dem Einbringen in die Trommel in das Polymergranulat eingebracht. Hierdurch ist es möglich, die Dichte der hergestellten Schuhkomponente weiter zu senken. Zudem kann über die Menge an gebundenem ersten Treibmittel die Porengrösse und Porenstruktur genauer kontrolliert werden. Dabei hat sich herausgestellt, dass das erste Treibmittel über einen relativ langen Zeitraum, insbesondere über mehrere Stunden, im Polymergranulat gehalten werden kann. Typischerweise wird im Verarbeitungsraum einerseits das Polymergranulat geschmolzen und andererseits das Polymergranulat und das daran gebundene erste Treibmittel vermischt, insbesondere zu einem Einphasensystem.

[0008] Die Vorbehandlung des Polymergranulats mit dem ersten Treibmittel kann beispielsweise eine Imprägnierung umfassen. Dabei kann das erste Treibmittel an der Oberfläche des Polymergranulats binden. Dies kann sowohl das Binden des ersten Treibmittels an der äusseren Oberfläche umfassen, als auch das Binden innerhalb des Polymergranulats, wobei das Treibmittel in das Polymergranulat hinein diffundiert. Die Vorbehandlung hat unter anderem den Vorteil, dass die formgeschäumte Komponente weniger Materialschrumpfung und Verziehung nach der Herstellung zeigt als eine formgeschäumte Komponente, welche lediglich nach einem Verfahren bestehend aus Schritt c. hergestellt wird.

[0009] Das Polymergranulat kann typischerweise eine gewisse Porosität aufweisen, sodass das erste Treibmittel besser in die einzelnen Polymerpartikel eindringen kann. Typischerweise sind der erste Druck und die erste Temperatur grösser als der Normaldruck (1 bar), bzw. höher als Raumtemperatur (25 °C). Der Fachmann versteht, dass die Bezeichnungen erster Druck und erste Temperatur (bzw. zweiter Druck, zweite Temperatur, etc.) sofern nicht anders angegeben, auch einen Temperatur- bzw. Druckbereich umfassen kann, innerhalb welchem diese Parameter gehalten werden. Verglichen mit einem Prozess ohne Schritt b. ermöglicht der erfindungsgemässe Prozess die Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente mit kleineren Poren im Schaum und einer deutlich homogeneren Verteilung der Poren über die gesamte formgeschäumte Komponente. Zudem wird das Gewicht der formgeschäumten Komponente reduziert, was vorteilhaft für den Läufer ist, da dieser weniger schnell ermüdet. Typische Beispiele geeigneter kommerziell erhältlicher Polymergranulate, welche direkt ohne weitere Vorbehandlung eingesetzt werden können sind Polyetherblockamid wie PEBAX 2533 (CAMPUSplastics), PEBAX 3533 (CAMPUSplastics), PEBAX 35R53 (CAMPUSplastics), oder Polyamid wie RILSAN BZMNO (CAMPUSplastics, PA11), VESTAMID E40-S3 (Evonik Industries AG, PA12), VESTAMID E47-S1 (Evonik Industries AG, PA12).

[0010] Das Polymergranulat kann dabei beispielsweise nach DIN 62 eine Wasseraufnahme von 0.8 bis 1.2 aufweisen. Typischerweise ist die Dichte nach ISO 1183 des Polymergranulats zwischen 0.9 und 1.1 g/cm³.

[0011] Die Expansion des ersten und/oder zweiten Treibmittels erfolgt typischerweise durch einen Druckabfall, welcher bereits bei der Injektion der geschmolzenen Polymerzusammensetzung in den Formhohlraum auftreten kann, und/oder auch nach der Injektion, beispielsweise durch Volumenerweiterung des Formhohlraums oder durch Öffnen von Ventilen der Form, ausgelöst werden kann.

[0012] In einigen Ausführungsformen ist das erste und/oder das zweite Treibmittel ausgewählt aus CO₂, N₂ und Mischungen davon. Für das erste Treibmittel ist CO₂ zu bevorzugen, da dieses typischerweise, insbesondere aufgrund seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften besser löslich im Polymergranulat ist und besser gebunden wird. Dies gilt vor allem dann, wenn polare thermoplastische Elastomere, wie Polyurethan, Polyamid oder Derivate davon verwendet werden.

[0013] In einigen Ausführungsformen kann bei der Vorbehandlung in Schritt b. 3 bis 8 Gew.%, vorzugsweise 5 bis 6 Gew.%, CO₂ bezogen auf das Polymergranulat an oder im Polymergranulat gebunden werden. Hierdurch kann eine formgeschäumte Schuhkomponente mit vorteilhafter Dichte von etwa 0.4 g/cm³ erreicht werden.

[0014] In weiteren Ausführungsformen kann der Formhohlraum volumenerweiterbar sein. Dabei wird typischerweise während der Injektion der Polymerzusammensetzung und/oder während dem Schäumen das Volumen des Formhohlraums erweitert. Dies kann beispielsweise durch mindestens eine bewegliche Wand der Form erreicht werden, welche unter Kontrolle eine Steuereinheit kontrolliert bewegt werden kann, sodass sich das Volumen des Formhohlraums vergrössert.

[0015] In einigen Ausführungsformen wird die Vorbehandlung in Schritt b. in einem Druckreaktor, insbesondere einem Autoklav durchgeführt.

[0016] In weiteren Ausführungsformen beträgt der erste Druck in Schritt b. 25 bar bis 55 bar. Unabhängig davon kann die erste Temperatur in Schritt b. 0 °C bis 150 °C, insbesondere 40 °C bis 120 °C betragen. Vorzugsweise liegt die erste Temperatur oberhalb der Raumtemperatur, da hierdurch das Binden des ersten physikalischen Treibmittels am und im Polymergranulat beschleunigt wird. Vor allem die Eindringtiefe des Treibmittels in die Partikel des Polymergranulats wird dadurch erhöht. Dies ist vorteilhaft, da in das Granulat eingedrungene Treibmittel deutlich länger gebunden bleibt. Das imprägnierte Polymergranulat kann somit länger gelagert und einfacher gehandhabt, insbesondere transferiert, werden, ohne dass signifikante Mengen des physikalischen Treibmittels verloren gehen. Andererseits darf die erste Temperatur nicht zu hoch gewählt werden, da hierdurch Polymermaterial, insbesondere thermoplastisches Material wie Polyamid oder Polyetherblockamid (PEBA/PEBAX[®]) teilweise gespalten oder degeneriert werden kann. Dies ist für den Einsatz im Schuhbereich problematisch, da ein solches teilweise degradierendes Material im Laufe der Nutzung des Schuhs schnell zu einer mangelnden Dämpfung führen kann, was beim Träger zu Knie-, Hüft- und Fussgelenksschmerzen führen kann.

[0017] In einigen Ausführungsformen wird das Polymergranulat vor Schritt b. durch Erwärmen auf 30 bis 130° C, insbesondere auf 60 °C bis 120 °C, insbesondere auf 50 °C bis 90 °C, getrocknet, wodurch die Menge an absorbierten, bzw.

absorbierbaren Treibmittel im Polymergranulat erhöht wird. Die Trocknung kann dabei bis zu einem Restfeuchtegehalt von maximal 0.02% erfolgen.

[0018] In weiteren Ausführungsformen kann die Form zumindest während der Injektion und dem Schäumen der Polymerzusammensetzung bei einer Temperatur von 20 bis 80 °C gehalten werden. Dies kann beispielsweise durch ein externes Heizelement, bzw. durch eine beheizbare Form erreicht werden. Insbesondere kann die Form mittels einem Öl- und/oder Wasserheizelement auf die vorbestimmte Temperatur gebracht werden. Die Wahl der Temperatur beeinflusst wesentlich die Dichte, bzw. die Porosität und Zellgrösse des Schaums.

[0019] In einigen Ausführungsformen liegt das zweite physikalische Treibmittel insbesondere während dem Einbringen und/oder im Verarbeitungsraum als superkritisches Fluid vor. Der superkritische Zustand kann dabei bereits vor dem Einbringen in den Verarbeitungsraum erreicht werden oder im Verarbeitungsraum selbst. Ein Vorteil der Verwendung eines superkritischen Fluids ist, dass im Verarbeitungsraum ein einphasiges System aus Polymer und Treibmittel erreicht wird, was eine geringe Dichte der Schuhkomponente und eine gleichmässige Zellverteilung im Schaum ermöglicht. Dies ist besonders relevant für Schuhkomponenten wie Sohlen, da eine ungleichmässige Verteilung der Zellen im Schaum dazu führen kann, dass der Schaum in einigen Bereichen nachgiebiger ist als in anderen, was zu einem unangenehmen Laufgefühl, bis hin zu anatomischen Schiefstellungen führen kann. Allerdings sollte der Anteil des superkritischen Fluids aus energetischen und ökologischen Gesichtspunkten reduziert werden, da das Erreichen des superkritischen Zustands aufgrund des erforderlichen hohen Drucks und Temperatur energieaufwendig ist. Durch Kombination des Imprägnierens aus Schritt b. kann die Menge an benötigtem superkritischem Fluid in Schritt c. signifikant reduziert werden, ohne dass es zu Einbussen bei der Qualität der formgeschäumten Schuhkomponente kommt.

[0020] In weiteren Ausführungsformen ist die Form des Formschäumungssystems mit einer Gasgedrücktovorrichtung ausgestattet, mittels welcher zumindest während einer Teildauer der Injektion und/oder während einer Teildauer des Schäumens ein Gegendruck, vorzugsweise von >0 bar bis 40 bar, insbesondere 1 bar bis 40 bar, auf die Polymerzusammensetzung ausgeübt werden kann. Durch Ausüben eines Gegendrucks kann die Expansion des Treibmittels verlangsamt, bzw. abgeschwächt werden. Hierdurch kann eine bessere Kontrolle der Porengrösse und Zellstruktur der formgeschäumten Komponente, sowie eine gleichmässigeren Verteilung, erreicht werden.

[0021] In weiteren Ausführungsformen wird das Polymergranulat in Schritt b. für 2 Stunden bis 8 Stunden, vorzugsweise für 2 Stunden bis 5 Stunden bei dem ersten Druck und der ersten Temperatur gehalten. Typischerweise reicht dieser Zeitraum aus um eine ausreichende Menge des ersten Treibmittels am, bzw. im Polymergranulat zu binden.

[0022] In einigen Ausführungsformen wird nach Schritt b. das in Schritt b. vorbehandelte Polymergranulat unter einem zweiten Druck in das Formschäumungssystem, insbesondere in den Verarbeitungsraum, geführt. Der zweite Druck kann dabei vorzugsweise mindestens 50%, insbesondere mindestens 75%, insbesondere mindestens 90%, insbesondere mindestens 95%, insbesondere mindestens 100%, des ersten Drucks betragen. Hierdurch wird sichergestellt, dass keine signifikante Menge des gebundenen Treibmittels während dem Transfer in das Formschäumungssystem desorbiert. Hierbei hat sich herausgestellt, dass bereits ein Druck, der nur 50% des ersten Drucks beträgt, ausreichend ist, um die Desorption im Wesentlichen zu unterbinden. Der zweite Druck beträgt typischerweise nicht mehr als 200%, insbesondere nicht mehr als 150%, insbesondere nicht mehr als 100%, des ersten Drucks.

[0023] In weiteren Ausführungsformen weist das Polymergranulat eine Shore Härte von 70 bis 85 auf. In einigen Ausführungsformen weist das Polymergranulat eine Dichte von 0.9 g/cm³ bis 1.5 g/cm³, vorzugsweise 1.0 g/cm³ bis 1.2 g/cm³, auf. Je dichter das Polymergranulat ausgebildet ist, desto geringer ist typischerweise die Menge an gebundenem ersten Treibmittel. Besonders vorteilhaft hinsichtlich der Aufnahme und Absorption des ersten physikalischen Treibmittels, insbesondere von CO₂, ist hierbei die Verwendung von Polyamid und Polyetherblockamid als Polymergranulat.

[0024] In einigen Ausführungsformen umfasst das Polymergranulat ein thermoplastisches Elastomer, insbesondere ein Polyamid, ein Polyetherblockamid oder ein thermoplastisches Polyurethan. Alternativ kann das Polymergranulat aus einem thermoplastischen Elastomer, insbesondere einem Polyamid, einem Polyetherblockamid oder einem thermoplastischen Polyurethan bestehen.

[0025] In weiteren Ausführungsformen ist die Schuhkomponente eine Schuhsohle, insbesondere eine Mittelsohle. Eine solche Schuhsohle kann bereitgestellt werden, indem der Formhohlraum der Form des Formschäumungssystems derart ausgebildet ist, dass beim Formschäumen in Schritt c. eine Schuhsohle entsteht.

[0026] In einigen Ausführungsformen kann die in Schritt c. hergestellte Schuhkomponente ein Rohling einer Schuhkomponente darstellen, welcher in einem nachfolgenden Prozessschritt zur fertigen Schuhkomponente verarbeitet wird. Beispielsweise kann dies ein Rohling einer Schuhsohle sein, welcher anschliessend durch Formpressen zu einer fertigen Sohle gepresst wird oder welcher anschliessend gefärbt oder in sonstiger Weise oberflächenbehandelt wird. In einigen Ausführungsformen kann beispielsweise nach dem Schäumen der Polymerzusammensetzung durch Expansion des ersten und/oder zweiten Treibmittels die hergestellte formgeschäumte Schuhkomponente durch Formpressen, insbesondere in einer Formpresse, nachgeformt werden.

[0027] In einigen Ausführungsformen kann die Düse verschliessbar ausgebildet sein und kann insbesondere nur bei der Injektion der Polymerzusammensetzung für eine Injektionsdauer geöffnet sein. Die Injektionsdauer kann beispielsweise zwischen 0.5 Sekunden und 2 Sekunden betragen.

[0028] In einigen Ausführungsformen ist die formgeschäumte Schuhkomponente eine Schuhsohle, insbesondere eine Mittelsohle, und kann in einem zusätzlichen Schritt mit einem Schuhoberteil verbunden werden, sodass ein Schuh, insbesondere ein Laufschuh hergestellt wird.

[0029] Ein weiterer Aspekt betrifft eine formgeschäumte Schuhkomponente, insbesondere eine Schuhsohle, hergestellt nach einem Verfahren gemäss den hier offenbarten Ausführungsformen.

[0030] In einigen Ausführungsformen kann die formgeschäumte Schuhkomponente eine Dichte von 0.25 g/cm³ bis 0.5 g/cm³, vorzugsweise 0.3 g/cm³, aufweisen.

[0031] In weiteren Ausführungsformen kann die formgeschäumte Schuhkomponente eine Asker C Härte von 45 bis 65 aufweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer formgeschäumten Schuhkomponente, umfassend die Schritte:
 - a. Bereitstellen eines Polymergranulats;
 - b. Vorbehandlung des Polymergranulats umfassend das Binden eines ersten physikalischen Treibmittels an oder im Polymergranulat bei einem ersten Druck und einer ersten Temperatur;
 - c. Formschäumen des vorbehandelten Polymergranulats in einem Formschäumungssystem, wobei das Formschäumungssystem umfasst:
 - i. eine Trommel mit einer Trommelzuleitung, wobei die Trommel die einen Verarbeitungsraum mit einer darin angeordneten Schraube definiert;
 - ii. eine Treibmittelzufuhr in fluidischer Verbindung mit dem Verarbeitungsraum;
 - iii. eine mit dem Verarbeitungsraum in fluidischer Verbindung stehende Düse;
 - iv. eine Form mit einem Formhohlraum, welcher in fluidischer Verbindung mit der Düse steht;wobei das Formschäumen umfasst: Einbringen eines zweiten physikalischen Treibmittels mittels der Treibmittelzufuhr und Einbringen des vorbehandelten Polymergranulats in den Verarbeitungsraum; Schmelzen des Polymergranulats im Verarbeitungsraum zur Herstellung einer geschmolzenen Polymerzusammensetzung; Injektion der geschmolzenen Polymerzusammensetzung in den Formhohlraum und Schäumen der Polymerzusammensetzung durch Expansion des ersten und/oder zweiten Treibmittels.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das erste und/oder zweite physikalische Treibmittel ausgewählt ist aus CO₂, N₂ und Mischungen daraus.
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Formhohlraum volumenerweiterbar ist und das Volumen während dem Schäumen der Polymerzusammensetzung erweitert wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Vorbehandlung in Schritt b. in einem Autoklav durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in Schritt b. der erste Druck 35 bar bis 55 bar, und/oder die erste Temperatur 0 °C bis 150 °C, vorzugsweise 40 °C bis 120 °C beträgt.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Polymergranulat vor Schritt b. durch Erwärmen auf 30 bis 130° C getrocknet wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Form zumindest während der Injektion und dem Schäumen der Polymerzusammensetzung bei einer Temperatur von 20 bis 80 °C gehalten wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das zweite Treibmittel als superkritisches Fluid vorliegt, insbesondere während dem Einbringen und/oder im Verarbeitungsraum.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Form mit einer Gasgedrücktvorrichtung ausgestattet ist, mittels welcher zumindest während einer Teildauer der Injektion und/oder während einer Teildauer des Schäumens ein Gegendruck, vorzugsweise von >0 bar bis 40 bar, auf die Polymerzusammensetzung ausgeübt wird.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in Schritt b. das Polymergranulat für 2 Stunden bis 8 Stunden, vorzugsweise für 2 Stunden bis 5 Stunden bei dem ersten Druck und der ersten Temperatur gehalten wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das in Schritt b. vorbehandelte Polymergranulat unter einem zweiten Druck in das Formschäumungssystem, insbesondere in den Verarbeitungsraum, geführt wird, wobei der zweite Druck vorzugsweise mindestens 50%, insbesondere mindestens 75%, insbesondere mindestens 90%, insbesondere mindestens 95%, insbesondere mindestens 100%, des ersten Drucks beträgt.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Polymergranulat eine Shore Härte von 70 bis 85, und/oder eine Dichte von 0.9 g/cm³ bis 1.5 g/cm³, vorzugsweise 1.0 g/cm³ bis 1.2 g/cm³, aufweist.
13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Polymergranulat ein thermoplastisches Elastomer, insbesondere ein Polyamid, ein Polyetherblockamid oder ein thermoplastisches Polyurethan, umfasst.

CH 717 846 A2

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schuhkomponente eine Schuhsohle, insbesondere eine Mittelsohle ist, und wobei bevorzugt die Schuhsohle, in einem zusätzlichen Schritt mit einem Schuhoberteil verbunden wird, sodass ein Schuh, insbesondere ein Laufschuh hergestellt wird.
15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Düse verschliessbar ist und nur bei der Injektion der Polymerzusammensetzung für eine Injektionsdauer geöffnet ist, und vorzugsweise die Injektionsdauer zwischen 0.5 und 2 Sekunden beträgt.
16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei nach dem Schäumen der der Polymerzusammensetzung durch Expansion des ersten und/oder zweiten Treibmittels die hergestellte formgeschäumte Schuhkomponente durch Formpressen nachgeformt wird.
17. Formgeschäumte Schuhkomponente, insbesondere eine Schuhsohle, hergestellt nach dem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 16.
18. Formgeschäumte Schuhkomponente, insbesondere eine Schuhsohle, nach Anspruch 17, welche eine Dichte von 0.25 g/cm^3 bis 0.5 g/cm^3 aufweist.
19. Formgeschäumte Schuhkomponente, insbesondere eine Schuhsohle, nach Anspruch 17 oder 18, die eine Asker C Härte von 45 bis 65 aufweist.