

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 956 918 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.08.2002 Patentblatt 2002/32**

(51) Int Cl.7: **B22F 1/00**, B22F 3/11,  
B29B 9/08, B29B 9/10,  
B29B 11/06, B01F 7/00

(21) Anmeldenummer: **99109012.7**

(22) Anmeldetag: **06.05.1999**

### (54) **Verfahren zur Herstellung eines spritzgussfähigen Zwischenprodukts**

Method for producing an intermediate product for injection moulding

Procédé pour la fabrication d'un produit intermédiaire pour moulage par injection

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE ES FR GB IT LI NL**

(30) Priorität: **12.05.1998 DE 19821072**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.11.1999 Patentblatt 1999/46**

(73) Patentinhaber: **Gebrüder Lödige  
Maschinenbaugesellschaft mbH  
D-33102 Paderborn (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Hullmann, Hans-Dieter  
51467 Bergisch-Gladbach (DE)**  
• **Schär, Ulrich  
33106 Paderborn (DE)**

• **Schürmann, Ludger  
33098 Paderborn (DE)**  
• **Wulf, Burkhard  
33034 Brakel (DE)**

(74) Vertreter: **KOHLER SCHMID + PARTNER  
Patentanwälte  
Ruppmannstrasse 27  
70565 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 655 310 EP-A- 0 688 746**  
**EP-A- 0 764 616 EP-A- 0 899 043**  
**EP-A- 0 930 281 DE-A- 2 927 053**  
**DE-A- 3 611 271 US-A- 4 197 118**  
**US-A- 4 228 116 US-A- 5 401 292**  
**US-A- 5 746 957**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 956 918 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines spritzgußfähigen Zwischenprodukts aus Metallpulver oder Keramikpulver und mindestens einem organischen Bindemittel.

**[0002]** Ein solches Verfahren ist beispielsweise durch die DE 36 11 271 bekannt geworden.

**[0003]** Es ist bekannt, spritzgußfähige Zwischenprodukte durch Kneten von Rohstoffen und einem Bindemittel in einer Vorrichtung herzustellen.

**[0004]** Bei dem bekannten Verfahren werden die Rohstoffe zusammen mit dem Bindemittel innerhalb der Vorrichtung (Knetter) mit Hilfe von Knetelementen behandelt, durch eine separate Heizeinrichtung erwärmt und nach dem Aufschmelzen des Bindemittels zu einer Paste verknetet. Anschließend kann die Paste der Vorrichtung entnommen werden, um aus dem gewonnenen, als "Feedstock" bezeichneten Zwischenprodukt (Paste) einen herzustellenden Gegenstand zu spritzen. Dieser noch mittels Brennprozessen oder Sintern auszuhärtende Gegenstand wird "Grünling" genannt. Gegebenenfalls muß das Zwischenprodukt vor dem Spritzgießen noch weiterbehandelt werden. Diese Weiterbehandlung kann in einer Granulation oder einem Vermahlen der abgekühlten Paste bestehen.

**[0005]** Zur Herstellung des Zwischenprodukts müssen die Rohstoffe und das Bindemittel nachteiligerweise zwischen 2 und 20 Stunden geknetet werden.

**[0006]** Aufgrund der geringen Mischwirkung des Kneters besitzt die hergestellte Paste nur eine geringe Homogenität. Diese geringe bzw. fehlende Homogenität wirkt sich auch auf den Recyclingprozeß bzw. die Verwendung von beim Spritzgießen entstehenden Abfallprodukten aus, die erneut der Vorrichtung zugeführt werden. Es zeigt sich, daß ein starker Unterschied im Fließverhalten zwischen reinen Rohstoffen und recycelten Produktabfällen vorliegt. Die ungenügende Homogenität der Paste führt auch dazu, daß die Paste ggf. in einem Extruder oder auf einem Walzenstuhl nachbehandelt werden muß.

**[0007]** Die Durchführung der Knetbehandlung einer Mischung aus Rohstoffen und mindestens einem Bindemittel ist in Abhängigkeit von der verwendeten Mischung nur möglich, wenn eine entsprechende Mischung gewählt wird. Nicht jede Bauart eines Kneters ist für jede Mischung geeignet, so daß die Mischung unter Umständen geändert werden muß.

**[0008]** Das aus der DE 36 11 271 bekannte Verfahren betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Metallformteilen in einem Pulvermetallspritzgußverfahren. Metallpulver werden mit einem Binder in einem Mischer oder Knetter vermischt, wobei das Bindemittel aus Polymeren mit langer Kettenlänge und Polymeren mit kurzer Kettenlänge besteht. Die Polymere mit langen Kettenlängen umhüllen die Metallpartikel und schützen sie so vor Korrosion, während die Polymere mit kurzer Kettenlänge beim Spritzgießen Hohlräume zwischen den Pulver-

teilchen füllen.

**[0009]** Aus der US 4,228,166 ist ein Verfahren zur Herstellung von formbaren Platten durch Strangpressen von Mischungen aus einem thermoplastischen Polymer und organischem Füllmaterial wie z.B. Holzstücken bekannt. Dazu werden das thermoplastische Polymer und das organische Füllmaterial gemischt, wobei sich das thermoplastische Polymer und das organische Füllmaterial teilweise zusammenballen bzw. agglomerieren. Eine Erwärmung erfolgt während des Mischens. Anschließend wird die Mischung bei einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Thermoplasts ausgehärtet und stranggepreßt.

**[0010]** Aus der EP 0 764 616 ist eine plastisch deformierbare wässrige Mischung bekannt. Dabei werden Metall- oder Keramikpulver, organische Bindemittel, Plastifizierer und Wasser manuell vermischt und dann in einem Mischbehälter eines Mischers zugeführt, wo sie bei Raumtemperatur oder unter Zufuhr externer Wärme vermischt und plastifiziert werden.

**[0011]** In der EP 0 688 746 ist ein Verfahren zum Herstellen einer Paste aus Metall- oder Keramikpulver und einem aus drei Bestandteilen bestehenden organischen Bindemittel beschrieben. Die Pulverpartikel und das Bindemittel werden in einem Knetter bei einer Temperatur von 100°C - 200°C zu einer Paste vermischt.

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur möglichst effektiven Herstellung eines qualitativ hochwertigen, spritzgußfähigen Zwischenprodukts zu entwickeln.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, bei dem das Metallpulver oder Keramikpulver und das organische Bindemittel in einem Mischbehälter mittels Mischelementen, die so schnell rotieren, daß im Mischbehälter eine Mischtrombe oder ein Mischgutring entsteht, zunächst zu einer rieselfähigen Pulvermischung verarbeitet und anschließend mit Hilfe der mechanischen Bearbeitung der rieselfähigen Pulvermischung durch die Mischelemente und/oder weiterer Einbauten (Aufschlußwerkzeuge, stabförmige Elemente, Messer, etc.) erwärmt werden und daß das organische Bindemittel durch die mechanische Bearbeitung in dem Mischbehälter aufgeschmolzen wird, wobei aus der Mischung des Metallpulvers oder Keramikpulvers und des mindestens einen organischen Bindemittels eine Paste erzeugt wird.

**[0014]** Unter schnell rotierenden Mischelementen wird eine derartige Bewegung der Mischelemente verstanden, daß innerhalb der Vorrichtung eine Mischtrombe oder ein umlaufender Mischgutring, erzeugt werden kann. Die Mischelemente sollen eine Umfangsgeschwindigkeit > 20 m pro Sekunde aufweisen.

**[0015]** Die Komponenten der Mischung werden entweder gleichzeitig oder nacheinander in den Mischbehälter gegeben. Infolge der Bearbeitung der Mischkomponenten mit Hilfe der Mischelemente entsteht Reibungswärme, die zum Aufheizen der Mischkomponenten benutzt wird. Der Aufheizvorgang kann in Ausnah-

mefällen noch durch eine Wandbeheizung des Mischbehälters unterstützt oder in Gang gesetzt werden. In diesem Verfahrensabschnitt kommt es zu einer intensiven Vorvermischung des Metallpulvers oder des Keramikpulvers mit dem organischen Bindemittel. Es entsteht eine meist rieselfähige Pulvermischung hoher Mischgüte.

**[0016]** Aus der Pulvermischung kann in demselben Mischbehälter entweder ein Agglomerat oder eine Paste als Zwischenprodukt entstehen, das in einer Form zu einem Gegenstand gespritzt werden kann. Sowohl das Agglomerat als auch die Paste weisen eine große Homogenität auf. Diese Mischgüte wirkt sich auch qualitätssteigernd auf das Endprodukt aus, das aus dem Zwischenprodukt herstellbar ist.

**[0017]** Die an einer schnell drehenden Mischwelle angebrachten Mischelemente ermöglichen es, die Verfahrensdauer in den meisten Fällen auf 10 bis 20 Minuten zu beschränken.

**[0018]** Die Bearbeitung des Metall- oder Keramikpulvers und des organischen Bindemittels in der Vorrichtung mit Hilfe der schnell rotierenden Mischelemente kann unabhängig von der der Vorrichtung zugeführten Mischung von Metall- oder Keramikpulvern und Bindemittel durchgeführt werden. Eine auf die Mischung angepasste Drehzahl der Mischwelle kann durch eine Steuerung der Vorrichtung so eingestellt werden, daß die gewünschte Vorvermischung und Aufheizung der Mischung eintritt. Die Mischelemente können noch mit starren oder beweglichen Einbauten im Mischraum zusammenarbeiten, damit die Misch- und/oder Aufschluß- und Erwärmungszeit verkürzt werden kann.

**[0019]** Das erfindungsgemäße Verfahren führt vorteilhafterweise zu einer Senkung der Investitions- und Betriebskosten und wirkt sich auch auf die Standzeiten des Betriebs einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens positiv aus.

**[0020]** Das Bindemittel wird durch die mechanische Bearbeitung in dem Mischbehälter aufgeschmolzen, wobei aus der Mischung der Metall- oder Keramikpulver und des mindestens einen organischen Bindemittels eine Paste erzeugt wird. Die Pulverpartikel können mit den Bindemittelteilchen eine zähflüssige Masse von teigiger Konsistenz bilden. Die Verbindung der Pulverpartikel und Bindemittelteilchen führt zu einem fließfähigen Zwischenprodukt. Die formbare Paste ist durch ihre Bearbeitung mittels der Mischelemente ebenfalls hochgradig homogenisiert.

**[0021]** Die Paste kann abgekühlt und dabei agglomeriert werden, um ein Agglomerat mit einer Spritzgußmaschine weiterzuverarbeiten.

**[0022]** Das Verfahren kann zur Herstellung von Zwischenprodukten verwendet werden, die für die Powder Injection Moulding (PIM)-Technologie geeignet sind. Hierbei stellt eine modifizierte Kunststoff-Spritzgußmaschine aus einem Pulver-Bindemittelgemisch den sogenannten Grünling her. Der gespritzte und ausgehärtete Grünling kann dann anschließend auf unterschiedliche

Weise weiterverarbeitet werden.

**[0023]** Es kommen organische Bindemittel in Betracht, die mit dem Metall- oder Keramikpulver reagieren und/oder die Verbindung der Pulverpartikel untereinander beschleunigen können. Das organische Bindemittel kann für eine ausreichende Fließfähigkeit in der Spritzgußmaschine sorgen und dem gespritzten und ausgehärteten Rohling (Grünling) eine große Formstabilität geben. Das Bindemittel kann aus dem Grünling durch Brennen oder Sintern entfernt werden.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist gleichermaßen für MIM (Metal Injection Moulding) und CIM (Ceramic Injection Moulding) verwendbar.

**[0025]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigt, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Ausführungsform der Erfindung verwirklicht sein.

**[0026]** Die **Figur** zeigt eine Seitenansicht eines Mischbehälters mit schnell rotierenden Mischelementen zur Herstellung eines spritzgußfähigen Zwischenprodukts.

**[0027]** Die Erfindung ist in der Figur schematisch dargestellt, so daß die wesentlichen Merkmale der Erfindung gut zu erkennen sind. Die Darstellung ist nicht notwendigerweise maßstäblich zu verstehen.

**[0028]** Eine Vorrichtung 1 weist zur Durchführung eines Verfahrens zur Herstellung eines spritzgußfähigen Zwischenprodukts aus Metall- oder Keramikpulvern und mindestens einem organischen Bindemittel einen vertikal angeordneten, eine Zuführrichtung 2 und eine Entnahmerichtung 3 aufweisenden Mischbehälter 4 auf. In den Mischbehälter 4 können das Metall- oder Keramikpulver und das mindestens eine organische Bindemittel in Zuführrichtung 2 eingeleitet werden. Das erzeugte Zwischenprodukt kann den Mischbehälter 4 in Entnahmerichtung 3 verlassen. Die Metall- oder Keramikpulver können in den Mischbehälter 4 vor Beginn der Bearbeitung eingelagert werden. Bei hohem Bindemittelanteil wird ein Teil des Bindemittels nachchargiert. Ebenso können auch die Metall- oder Keramikpulver nachgefüllt werden, um die Mischung aus Metall- oder Keramikpulver und Bindemittel zu beeinflussen.

**[0029]** Der Mischbehälter 4 weist einen Boden 5 und einen Deckel 6 auf. In dem Mischbehälter 4 ist eine rotierbare Welle 7 angeordnet, die ein Lager 8 im Bodenbereich durchdringt. Das Lager 8 ist einerseits am Mischbehälter 4 und andererseits am Maschinengestell 9 angeflanscht. Der gas- und produkt dicht verschließbare Deckel 6 ist in Pfeilrichtung 10 verschwenkbar. Am Deckel 6 ist ein Produkteintragsstutzen 11, ein Gasaustragsstutzen 12 und ein Flüssigkeitszugabestutzen 13 vorgesehen. Im Bereich des Bodens ist ein Produktaustragsstutzen 14 ausgebildet. Der Mischbehälter 4 verfügt ferner über einen Doppelmantel

15, der in Verbindung mit Stützen 16, 17 steht und der Seitenwände des Mischbehälters 4 umgibt. Der Doppelmantel 15 kann gegebenenfalls zur Temperierung des Mischraums bzw. zur Kühlung des hergestellten Zwischenprodukts Verwendung finden, indem Fluide über die Stützen 16, 17 in den Doppelmantel 15 einströmen können.

**[0030]** An der Welle 6 sind Mischelemente 18 bis 18''' beispielhaft angebracht, um eine sich in dem Mischbehälter 4 befindliche Mehrkomponentenmischung aus Metall- oder Keramikpulver und organischen Bindemitteln bearbeiten zu können.

**[0031]** Wenn die Welle 7 durch einen Motor 20, vorzugsweise einen Elektromotor, angetrieben wird, wird die Mischung aus dem Metall- oder Keramikpulver und dem mindestens einen organischen Bindemittel zunächst vorgemischt und homogenisiert. Das im Mischbehälter 4 befindliche Gut wird bei Rotation der Welle 7 in Pfeilrichtung 19 zwangsbewegt. Die Welle 7 rotiert mit einer hohen Drehzahl, so daß die Mischung innerhalb des Mischbehälters 4 eine Materialtrombe oder einen Mischgutring ausbilden kann. Durch die schnelle Rotation der Welle 7 kann Reibungswärme zwischen den Mischelementen 18 bis 18''' und Pulverpartikeln und/oder Bindemittelteilchen übertragen werden. Oberflächen von Bindemittelteilchen können dabei angeschmolzen werden, so daß sie zusammen mit den Rohstoffpartikeln ein Agglomerat bilden.

**[0032]** Das Bindemittel kann in dem Mischbehälter 4 durch die Bearbeitung mit den Mischelementen 18 bis 18''' auch derart aufgeheizt werden, daß es zum Erreichen des Bindemittelschmelzpunktes kommen kann. In diesem Fall entsteht in dem Mischbehälter 4 eine fließfähige Paste durch eine innige Verbindung der Pulverpartikel untereinander und mit den Bindemittelteilchen. Durch die Drehbewegung der Welle 7 kann ein Energiebetrag von 0,5 bis 1,5 [KW / (Kg Mischgut)] übertragen werden. Die Drehzahl der Welle 7 läßt sich über eine Steuerung des Motors 20 stufenlos regeln. Auch die hergestellte Paste kann über den Produktaustragsstutzen 14 in Entnahmerichtung 3 dem Mischbehälter 4 entnommen werden.

**[0033]** Die hergestellte Paste kann in dem Mischbehälter 4 aber auch mit Hilfe des als Kühlmantel ausgebildeten Doppelmantels 15 abgekühlt werden, so daß aus der Paste wiederum ein Agglomerat gewonnen werden kann. Das Agglomerat kann dann entsprechend dem Mischbehälter 4 entnommen und weiterverarbeitet werden.

**[0034]** Im oberen Bereich des Mischbehälters können weitere Einbauten vorgesehen sein, die als zusätzliche Lüftungsstutzen, Zugabestutzen und/oder Einbauten genutzt werden können.

**[0035]** Ein Verfahren zur Herstellung eines spritzgußfähigen Zwischenprodukts aus Metall- oder Keramikpulver und mindestens einem organischen Bindemittel, ist in einem Mischbehälter 4 durchführbar. Mittels schnell rotierender Mischelemente 18 bis 18''' wer-

den das Metall- oder Keramikpulver und das mindestens eine organische Bindemittel zunächst zu einer rieselfähigen Pulvermischung verarbeitet, die anschließend mit Hilfe der mechanischen Bearbeitung der Pulvermischung durch die Mischelemente 18 bis 18''' und/oder weitere Einbauten erwärmt und zu dem Zwischenprodukt verarbeitet wird. Das Verfahren ermöglicht eine möglichst effektive Herstellung eines qualitativ hochwertigen, spritzgußfähigen Zwischenprodukts in einer erheblich verkürzten Arbeitszeit.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines spritzgußfähigen Zwischenprodukts aus Metallpulver oder Keramikpulver und mindestens einem organischen Bindemittel, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Metallpulver oder Keramikpulver und das organische Bindemittel in einem Mischbehälter (4) mittels Mischelementen (18, 18', 18'', 18'''), die so schnell rotieren, dass im Mischbehälter (4) eine Mischtrombe oder ein Mischgutring entsteht, zunächst zu einer rieselfähigen Pulvermischung verarbeitet und anschließend mit Hilfe der mechanischen Bearbeitung der rieselfähigen Pulvermischung durch mindestens die Mischelemente (18 bis 18''') erwärmt werden und daß das organische Bindemittel durch die mechanische Bearbeitung in dem Mischbehälter (4) aufgeschmolzen wird, wobei aus der Mischung des Metallpulvers oder Keramikpulvers und des mindestens einen organischen Bindemittels eine Paste erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Paste in dem Mischbehälter (4) abgekühlt und agglomert wird.

## Claims

1. Method for producing an intermediate product, which is suitable for injection molding, of metal powder or ceramic powder and at least one organic binding agent, **characterized in that** the metal powder or ceramic powder and the organic binding agent are processed in a mixing container (4) by means of mixing elements (18, 18', 18'', 18'''), which rotate at such a high speed that a mixing spout or a ring of mixed substance is formed in the mixing container (4), into a pourable powder mixture, and is subsequently heated through mechanical processing of the pourable powder mixture by at least the mixing elements (18 to 18''') and that the organic binding agent is molten through the mechanical treatment in the mixing container (4) wherein a paste is produced from the mixture of metal powder or ceramic powder and the at least

one organic binding agent.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** the paste is cooled in the mixing container (4) and agglomerated.

5

## Revendications

1. Procédé pour fabriquer un produit intermédiaire convenant pour le moulage par injection et formé par une poudre métallique ou une poudre céramique et par au moins un liant organique, **caractérisé en ce qu'on** traite tout d'abord la poudre métallique ou la poudre céramique et le liant organique dans un récipient de mélange (4) à l'aide d'éléments mélangeurs (18, 18', 18'', 18'''), qui tournent suffisamment rapidement pour qu'il apparaisse une trombe de mélange ou un anneau de matière mélangée dans le récipient de mélange (4), pour obtenir un mélange sous forme de poudre apte à s'écouler et on chauffe ensuite au moins des éléments de mélange (18, 18''') à l'aide du traitement mécanique du mélange à l'état de poudre apte à s'écouler et que le liant organique fond sous l'effet du traitement mécanique dans le récipient de mélange (4), une pâte étant obtenue à partir du mélange de la poudre métallique ou de la poudre céramique et du au moins un liant organique.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pâte est refroidie et s'agglomère dans le récipient de mélange (4).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

