

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 876 B**

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1242/2003  
(22) Anmeldetag: 05.08.2003  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2005  
(45) Ausgabetag: 25.08.2005

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **C22C 21/00**  
C22C 23/00

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 4018360C1 DE 19717894A1  
DE 19945629C1 EP 0868956A1  
EP 0884123A2

(73) Patentinhaber:  
ARC LEICHTMETALLKOMPETENZ-  
ZENTRUM RANSHOFEN GMBH  
A-5282 RANSHOFEN, OBERÖSTERREICH  
(AT).

(72) Erfinder:  
KRETZ RICHARD  
BRAUNAU, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) **SCHÄUMBARES HALBZEUG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON METALLTEILEN MIT INNERER POROSITÄT**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein schäumbares Halbzeug zur Fertigung von Metallteilen mit innerer Porosität mittels Erwärmung und auf ein Verfahren zur pulvermetallurgischen (PM-)Herstellung von Teilen aus Metallschaum.

Zur wirtschaftlichen Fertigung und zur Verbesserung der Erzeugnisgüte ist erfindungsgemäß vorgesehen, ein schäumbares Halbzeug, bestehend aus Metall und mindestens einem bei erhöhter Temperatur Gas abgebenden Treibmittel, bei welchem das Metall eine im Wesentlichen geschlossene Matrix bildet, in welcher Treibmittelteilchen eingelagert sind, einzusetzen.

Das Verfahren gemäß der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt Metallpartikeln und mindestens ein bei erhöhter Temperatur Gas(e) abgebendes Mittel, sogenannte Treibmittel, gemischt werden, worauf in einem zweiten Schritt die Mischung unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur zu einem Halbzeug-Teil geformt und dieser bei Aufrechterhaltung der Druckbeaufschlagung unter die Zersetzungs- bzw. Ausgastemperatur des (der) Treibmittels erkalten gelassen oder gekühlt wird, wonach in einem dritten Schritt eine Erwärmung des Halbzeugteiles über die Zersetzungstemperatur des (der) Treibmittels und bei Bildung einer inneren Porosität eine Ausformung des Halbzeuges zu einem Metallschaum-Teil erfolgen.

**AT 412 876 B**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pulvermetallurgischen (PM-)Herstellung von Teilen aus Metallschaum.

Zur Herstellung von Metall-Schaumteilen, insbesondere aus Leichtmetallen, nach einem pulvermetallurgischen (PM-)Verfahren wird Metallpulver bzw. werden Metallteilchen und Treibmittel  
5 homogen gemischt und die Mischung im Allgemeinen bei Raumtemperatur gepresst, also kaltisostatisch kompaktiert. Zumeist erfolgt eine Herstellung eines aufschäumbaren Halbzeuges durch weiteres Strangpressen des CIP-Rohlings bzw. des Kompaktkörpers. Ein derartig hergestelltes Halbzeug besitzt zwar vielfach eine ausreichende Festigkeit um Manipulationsschäden am Teil bei einer Weiterverarbeitung gering zu halten, allerdings ist die innere Struktur desselben im Wesentli-  
10 chen körnig oder verzahnt körnig ausgebildet.

Eine weitere Herstellungsart von Halbzeug ist ein Pressverfahren, bei welchem ein Pulvergemisch bzw. eine Metall/Treibmittel-Mischung in einem keilförmigen Spalt zwischen einem Reibrad und einem entsprechenden Gegenstück direkt zu Profiltteilen gepresst wird. Mit einem derartigen Verfahren mit einem Druckschuh und einer Matritze, das unter Conform-Pressverfahren bekannt  
15 ist, kann zwar in einem Schritt ein Halbzeug gefertigt werden, nachteilig dabei ist jedoch eine geringe Wirtschaftlichkeit der Fertigung und eine körnige Struktur des Teiles.

Bei einer Herstellung eines Metall-Schaumteiles erfolgt eine Erwärmung des Halbzeuges auf eine Temperatur in den Bereich des Schmelzpunktes oder Schmelzintervalles des Metalles, bei welcher auch im Treibmittel eine Gas-freisetzende Reaktion abläuft. Dieses Treibgas bläht nun das  
20 Metall, wenn es ein Treibmittelpulverkorn umschließt, auf. Allerdings kann auch bei körniger Struktur des Halbzeuges Treibgas durch gegebene Kanäle geleitet werden, wodurch ein örtlich verstärktes oder örtlich vermindertes Aufblähen der Metallmatrix erfolgt und eine inhomogene Struktur des Metallschaumteiles bzw. eine inhomogene Verteilung der Porosität in diesem sowie gegebenenfalls eine unerwünscht schlechte Oberflächengüte desselben gebildet werden können.

Hier will die Erfindung Abhilfe geben und setzt sich zum Ziel, ein Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung von Teilen aus Metallschaum anzugeben, welches Verfahren bei verbesserter Wirtschaftlichkeit die gegebenen Nachteile im Stand der Technik vermeidet.

Das Ziel wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 erreicht.

Gemäß der Erfindung können die im ersten Verfahrensschritt verwendeten Metallpartikeln fein  
30 sein, also das Metall in Pulverform vorliegen oder einen Durchmesser bis zu einer 0,5 bis 1 mm aufweisen. Wichtig ist eine homogene Verteilung von Treibmittel und Metallpartikeln, worauf noch eingegangen werden wird.

Im zweiten Verfahrensschritt erfolgt ein Warmformen des Gemisches zu einem Halbzeugteil, wobei einerseits der Formdruck so hoch sein muss, dass das Treibmittel nicht reagieren kann und  
35 kein Gas abspaltet, andererseits die Temperatur so einzustellen ist, dass eine metallische Bindung zwischen den Metallpartikeln ermöglicht wird.

Da eine aus Metallpartikeln und mindestens einem Treibmittel bestehende Mischung in einem beheizten Extruder unter Druckbeaufschlagung erwärmt und eine plastifizierte Masse gebildet wird, wonach ein Einpressen der Masse in eine Form und ein Abkühlen derselben unter die Zerset-  
40 zungstemperatur des Treibmittels bei Ausformung eines Halbzeug-Teiles erfolgen, ist eine wesentlich verbesserte Güte der Schaumteile bei einer hohen Wirtschaftlichkeit der Herstellung erreichbar.

Bei Versuchen mit Partikeln aus Aluminium und Aluminium-Legierungen sowie aus Magnesium und Magnesium-Legierungen wurde gefunden, dass im Temperaturbereich zwischen 300°C und  
45 630°C, insbesondere über 400°C bis 500°C eine quasi Metallmatrix um die Treibmittelteilchen gebildet werden kann. Dabei ist es jedoch wichtig, bei einer Abkühlung des Halbzeugteiles, die Druckbeaufschlagung jeweils über dem Zersetzungsdruck des Treibmittels zu halten.

Wenn nun nach der Erfindung im dritten Verfahrensschritt eine Erwärmung des Halbzeugs über die Zersetzungstemperatur des Treibmittels und in den Bereich einer hohen plastischen  
50 Verformbarkeit des Metalls der Matrix erfolgt, wird dieses unter Bildung von sogenannten Metallschaum aufgebläht. Um nun eine möglichst gleichmäßige Schaumstruktur zu erreichen, ist, wie oben kurz dargelegt, eine homogene Verteilung des Treibmittels wichtig, wobei es von Vorteil ist, wenn die einzelnen Treibmittelkörner im Wesentlichen die gleiche Gasabgabekapazität haben.

Mit der Erfindung verbundene Vorteile sind auch darin gegeben, dass bei einer homogenen  
55 Verteilung von gegebenenfalls weitgehend Monokorn aufweisenden Treibmittel-Teilchen im Halb-

zeug eine vorteilhafte monomodale Hohlräumestruktur im Metallschaum-Teil erreichbar ist. Dem geschlossenen porigen Schaumteil wird auch eine über dessen Oberfläche gleichartig ausgebildete Flächenform ohne flächige Ungängen vermittelt, wobei bei hoher Güte des Teiles auch besondere Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung gegeben sind.

5 Besonders günstig stellt sich ein Verfahren dar, bei welchem im zweiten Schritt die Metallpartikeln beim Einschließen von Treibmittelteilchen zumindest teilweise durch Diffusions- und/oder Press-Schweißung miteinander zu einem Halbzeug-Teil verbunden werden. Derart kann eine höchst gleichmäßige Porenstruktur auch im zentralen Inneren des Schaumteiles erzielt werden, wenn eine entsprechende Erwärmung des Halbzeuges erfolgt.

10 Auch der Oberflächenbereich des Schaumteiles weist eine höchst gleichmäßige Form ohne größere Hohlstellen, bei einem Verfahren, bei welchem die Treibmittelteilchen im Wesentlichen voll umfänglich durch Metall eingeschlossen werden, auf.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren, bei welchem die Metallpartikeln aus Aluminium und/oder aus mindestens einer Aluminium-Legierung und/oder aus Magnesium und/oder aus  
15 mindestens einer Magnesium-Legierung gebildet werden, sind Schaumteile mit besonders niedriger Dichte herstellbar. Auch eine Reproduzierbarkeit eines Energieabsorptionsverhaltens von daraus gefertigten Teilen ist auf Grund der inneren Struktur sehr hoch, sodass derartige Schaumkomponenten in der Fahrzeugindustrie hohe Akzeptanz erhalten können.

Es ist gemäß der Erfindung auch möglich, ein Halbzeug einzusetzen, bei welchem in der Metallmatrix Treibmittelteilchen und bis zum Matrixerweichungspunkt zersetzungsfreie Körner eingelagert sind. Derart können Metall-Schaumkörper mit besonderem Eigenschaftsprofil erstellt werden, wobei die in der Metallwand eingelagerten Körner bei der Schaumbildung und/oder einer mechanischen und/oder chemischen und/oder Strahlenbelastung günstig wirken können.

20 In praktischen Untersuchungen wurden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren Autoteile mit unterschiedlicher Dichte bzw. unterschiedlicher Porengröße gefertigt und erprobt. Als Schaummetall wurde Aluminium verwendet.

In Fig. 1 ist das Spannungs-Stauchdiagramm wiedergegeben.

Die Untersuchungen zeigten auch in überraschender Weise, dass der Treibmittelanteil im Halbzeug, insbesondere bei einer Herstellung von geschäumten Flachprodukten erheblich verringert werden kann.

#### PATENTANSPRÜCHE:

- 35 1. Verfahren zur pulvermetallurgischen (PM-)Herstellung von Teilen aus Metallschaum, bei welchem  
in einem ersten Schritt Metallpartikeln und mindestens ein bei erhöhter Temperatur Gas(e) abgebendes Mittel, sogenannte Treibmittel, gemischt werden, worauf in einem zweiten Schritt die Mischung in einem beheizten Extruder unter Druckbeaufschlagung erwärmt und  
40 eine plastifizierte Masse gebildet wird und ein Einpressen der Masse in eine Form und ein Abkühlen derselben unter die Zersetzung- bzw. Ausgastemperatur des (der) Treibmittels bei Aufrechterhaltung der Druckbeaufschlagung erfolgt, wonach  
in einem dritten Schritt eine Erwärmung des Halbzeugteiles über die Zersetzungstemperatur des (der) Treibmittel(s) und bei Bildung einer inneren Porosität eine Ausformung des Halbzeuges zu einem Metallschaum-Teil erfolgen.
- 45 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem im zweiten Schritt die Metallpartikeln beim Einschließen von Treibmittelteilchen zumindest teilweise durch Diffusions - und/oder Press-Schweißung miteinander zu einem Halbzeug-Teil verbunden werden.
- 50 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die Treibmittelteilchen im Wesentlichen voll umfänglich durch Metall eingeschlossen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem die Metallpartikeln aus Aluminium und/oder aus mindestens einer Aluminium-Legierung und/oder aus Magnesium und/oder aus mindestens einer Magnesium-Legierung gebildet werden.

**AT 412 876 B**

**HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN**

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

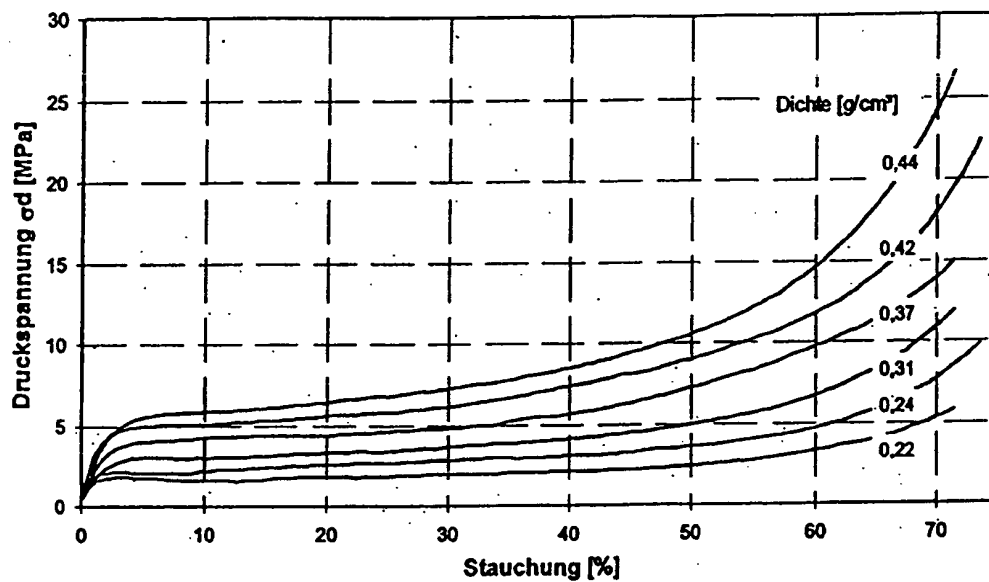


Fig. 1