

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 275 816 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **04.03.92**      51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **C22B 1/248**  
21 Anmeldenummer: **87730164.8**  
22 Anmeldetag: **11.12.87**

54 **Verfahren zur Aufbereitung von feinteiligen Stahlabfällen.**

30 Priorität: **19.12.86 DE 3644348**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.07.88 Patentblatt 88/30**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**04.03.92 Patentblatt 92/10**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR LI NL**

56 Entgegenhaltungen:  
**DE-B- 1 119 886**  
**DE-B- 2 151 819**  
**DE-C- 346 068**  
**US-A- 3 414 408**  
**US-A- 4 260 373**

73 Patentinhaber: **MANNESMANN Aktiengesell-  
schaft**  
**Mannesmannufer 2**  
**W-4000 Düsseldorf 1(DE)**

72 Erfinder: **von Hagen, Ingo, Dr. Ing.**  
**Schumanstrasse 1**  
**W-4150 Krefeld 11(DE)**  
Erfinder: **Kulgemeyer, Axel, Dr.-Ing.**  
**Kesenhofweg 9**  
**W-4150 Krefeld 11(DE)**  
Erfinder: **Pillmayer, Klaus**  
**Solinger Strasse 51**  
**W-5630 Remscheid(DE)**

74 Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwaltsbüro Meissner & Meissner,**  
**Herbertstrasse 22**  
**W-1000 Berlin 33(DE)**

**EP 0 275 816 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von feinteiligen Stahlabfällen aus der abtragenden Stahlverarbeitung als Einsatzstoff für die Stahlerzeugung.

5 Bei den feinteiligen Stahlabfällen handelt es sich um feine Späne, z.B. aus der Fräs- oder Drehbearbeitung (Länge unter ca. 30 mm, Durchmesser unter 3 mm), insbesondere um metallische Stäube aus der Schleifbearbeitung. Diese Abfallstoffe wurden bisher gesammelt, jedoch wegen ihrer schlechten Handhabbarkeit aufgrund der Feinteiligkeit und geringen Dichte häufig keiner Wiederverwertung zugeführt, sondern in Deponien endgelagert.

10 Angesichts des gestiegenen Umweltbewußtseins erscheint die Deponierung dieser Stoffe heute nicht mehr vertretbar, da den Stahlpartikeln in der Regel Fremdstoffe aus dem Verarbeitungsprozeß (z.B. Kühlflüssigkeit) anhaften, die in der Deponie zu Schadstoff-Freisetzen führen können. Aus diesem Grunde wären für eine umweltschonende Endlagerung derartiger Stahlabfälle speziell geeignete Deponien (Sondermülldeponien) erforderlich, deren Benutzung mit entsprechend hohen Kosten verbunden ist. Neben dem Kostengesichtspunkt ist aber auch die Tatsache, daß wertvolle Rohstoffe ungenutzt bleiben, völlig unbefriedigend.

Aus der DE-AS 21 51 819 ist es zwar bekannt, feuchte Metallspäne zum Wiedereinschmelzen dadurch aufzubereiten, daß die Späne zunächst zerkleinert, dann zentrifugiert und (z.B. mittels Heißluft) getrocknet und schließlich mittels einer Walzenbrikettiermaschine zu Formkörpern verpreßt werden. Dieses Verfahren 20 ist jedoch durch die vor der Verpressung erforderlichen Aufbereitungsschritte aufwendig.

Ferner ist es aus der Einleitung der US 4 260 373 bekannt, Stahlabfälle kalt zu brikettieren, wobei ein Teil der Feuchtigkeit durch diesen Vorgang ausgetrieben wird. Bei dem dort beanspruchten Verfahren erfolgt eine sehr energieaufwendige Vortrocknung vor dem Pressen. Nicht auszuschließen ist allerdings, daß ein Teil der Feuchtigkeit bei entsprechender Lagerung der Abfälle vor der Erwärmung von selbst austritt. 25 Dies ist jedoch nicht beeinflussbar und wird im übrigen auch nicht beschrieben.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Aufbereitung von feinteiligen Stahlabfällen, insbesondere von Spänen und/oder Schleifstäuben, anzugeben, mit dem auf einfache und kostengünstige Weise eine Wiederverwendung dieser Abfallstoffe für die Stahlerzeugung ermöglicht wird.

30 Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1; vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 angegeben.

Die Erfindung basiert einerseits auf der Erkenntnis, daß sich die feinteiligen Stahlabfälle von der Materialzusammensetzung her in ähnlicher Weise für die Stahlerzeugung eignen wie Schrott, da kaum eine Reduktion von Eisenoxiden erforderlich ist und ein Reineisenanteil von mindestens 90 Gewichtsprozent (bezogen auf die Feststoffanteile) im allgemeinen sichergestellt ist. Andererseits hängt die Verwertbarkeit 35 feinteiliger Stahlabfälle insbesondere von den Handhabungsmöglichkeiten ab.

Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, daß die feinteiligen Stahlabfälle, ohne daß eine irgendwie geartete Vorbehandlung wie Zerkleinern, Zentrifugieren und Trocknen erforderlich ist, zunächst z.B. in einer üblichen Stempelpresse bei einem Preßdruck zwischen 200 und 400 N/mm<sup>2</sup> zu Festkörpern (Preßlinge) mit 40 einer Dichte von mindestens 2,5 g/cm<sup>3</sup> verdichtet werden, wobei die erzeugten Festkörper eine Größe von mindestens 1 cm<sup>3</sup> haben. Aus der oberen, in Fig. 1 dargestellten Kurve geht hervor, wie bei einem exemplarischen Gemenge feinteiliger Stahlabfälle die Dichte mit zunehmendem Preßdruck ansteigt. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte der Preßdruck nicht über 400 N/mm<sup>2</sup> liegen und die Größe des Preßlings 2000 cm<sup>3</sup> nicht überschreiten, weil sich mit zunehmendem Preßdruck die erforderliche Presse verteuert und 45 zunehmendes Preßlingsvolumen mit einem Anstieg des erforderlichen Preßdrucks bzw. mit ungleichmäßiger Dichte und sich verringender mechanischer Festigkeit im Inneren des Preßlings infolge eines Ausrichtens der Späne verbunden ist. Der Preßdruck und die Geometrie des Preßlings werden so aufeinander abgestimmt, daß der Preßling nicht nur eine Grünfestigkeit von mindestens 300 N/mm<sup>2</sup> erhält, sondern auch einen Feuchtigkeitsgehalt von 10 Gewichtsprozent nicht überschreitet. Überraschenderweise liegt der 50 Feuchtigkeitsgehalt der erfindungsgemäß hergestellten Preßlinge im allgemeinen im Bereich von etwa 3 bis max. 10 Gewichtsprozent, d.h. allein durch das Pressen der Raumtemperatur aufweisenden Stahlabfälle findet bereits ein weitgehendes Austrocknen des Ausgangsmaterials statt, ohne daß es hierzu eines energieintensiven gesonderten Entfeuchtungs- oder Trocknungsschrittes bedarf. In Fig. 2 ist dieser Zusammenhang wiederum anhand eines exemplarischen Stahlabfallgemenges dargestellt. Die Restfeuchte des 55 Preßlings nach dem Pressen beträgt bei einem Preßdruck oberhalb 250 N/mm<sup>2</sup> nur noch etwa 4 bis 5 % der ursprünglich im Ausgangsmaterial vorhandenen Feuchtigkeit und verringert sich durch weitere Druckerhöhung kaum noch.

In dieser Form sind die Preßlinge ohne weiteres bereits für ein Einschmelzen, z.B. in einem Elektroofen,

geeignet. Für einen Rohstoffeinsatz direkt in eine Metallschmelze, z.B. in einem Konverter, kann es jedoch notwendig sein, den Feuchtigkeitsgehalt vorab auf z.B. unter 1 Gewichtsprozent zu senken, um ein explosionsartiges Verdampfen der Flüssigkeitsreste und/oder eine unzulässige Wasserstoffaufnahme (infolge einer Dissoziation von Wasser) in der Schmelze zu vermeiden. Das Trocknen der Preßlinge wird vorzugsweise so durchgeführt, daß die Preßlinge einem Heißgasstrom (z.B. Luft) ausgesetzt werden, dessen Temperatur 300 Grad C möglichst nicht überschreiten sollte, um eine nachträgliche Oxidation der feinteiligen Stahlabfälle zu vermeiden.

Die untere Kurve in Fig. 1 zeigt, wie sich durch eine zusätzliche Trocknung die Dichte in Abhängigkeit vom Preßdruck der Preßlingserzeugung verringert.

Die Grünfestigkeit (Druckfestigkeit) des Preßlings, die durch ein Ineinanderverhaken der Stahlpartikel infolge des Preßvorgangs zustande kommt, steigt, wie Fig. 3 zeigt, mit zunehmendem Preßdruck ab etwa 150 N/mm<sup>2</sup> zunächst stark an und erreicht bei etwa 270 N/mm<sup>2</sup> ihr Maximum, bevor sie wieder abfällt. Ein Preßdruck im Bereich 270 bis 330 N/mm<sup>2</sup> ist dementsprechend sowohl hinsichtlich des Restfeuchtegehaltes als auch hinsichtlich der Grünfestigkeit als besonders vorteilhaft anzusehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Festkörper aus den Stahlabfällen zunächst als relativ großflächige, plattenförmige Preßlinge erzeugt. Dies ist für eine wirtschaftliche Durchführung des Preßschrittes vorteilhaft, weil z.B. das Befüllen der Preßform hierdurch völlig problemlos vor sich gehen kann und die Zahl der Preßvorgänge reduziert wird.

Wie im Verfahrensschema in Fig. 4 dargestellt ist, wird in einem nachfolgenden Zerkleinerungsschritt, der z.B. mit Hilfe einer Dornrolle (Brechwalze) auf sehr einfache Weise durchführbar ist, der Preßling in kleinere Bruchstücke aufgeteilt, damit eine relativ große Oberfläche der Bruchstücke entsteht, die für eine schnelle Trocknung der Bruchstücke vorteilhaft ist.

Mit besonderem Vorteil läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren betreiben, wenn die Möglichkeit besteht, das zu verarbeitende Abfallmaterial nach Werkstoffqualitäten differenziert auszuwählen, wenn also das Abfallmaterial am Entstehungsort gezielt erfaßt wurde. Hierdurch können die bei der Stahlerzeugung vielfach unerwünschten Gehalte an Kupfer, Blei, Zinn oder ähnlichem minimiert werden.

Beim Einsatz von Schrott besteht diese Möglichkeit praktisch nicht, da die Quellen des Schrottanfalls im allgemeinen sehr unterschiedlich und nicht kontrollierbar sind.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, daß es in besonderer Weise geeignet ist, auf einer mobilen, d.h. auf einem Fahrzeug angeordneten Presse durchgeführt zu werden, da keine zusätzlichen Aggregate für eine Vorbehandlung der Stahlabfälle erforderlich sind. Dadurch wird eine Entsorgung am Ort der Abfallentstehung möglich, die zu einem kompakten verkaufsfähigen Aufbereitungsprodukt führt, ohne daß am Abfallentstehungsort eine (in der Regel schlecht ausgelastete) Aufbereitungsanlage fest installiert sein muß. Der aus den Stahlabfällen abgesonderte Feuchtigkeitsanteil (z.B. Bohrflüssigkeit) kann am Entstehungsort rezykliert werden.

Anhand des nachfolgenden Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher erläutert.

Ein Schleifstaubgemenge mit einer chemischen Zusammensetzung (Gewichtsprozent)

Fe	ca. 91,0 %	} bezogen auf das Feststoffgewicht
Fe <sub>0</sub>	ca. 5,0 %	
Si <sub>0<sup>x</sup> y</sub>	ca. 0,5 %	
Al <sub>0<sup>2</sup></sub>	ca. 1,5 %	
C <sub>2<sup>3</sup></sub>	ca. 1,0 %	
MgO	ca. 1,0 %	
Feuchte	ca. 48,0 % (bezogen auf das Gesamtgewicht)	

wurde mit einem Preßdruck von 330 N/mm<sup>2</sup> zu einem Preßling von 5 cm<sup>3</sup> und einer Dichte von 3,31 g/cm<sup>3</sup> verdichtet. Der Feuchtegehalt war nach dem Verdichten auf ca. 8 % (bezogen auf das Gesamtgewicht) abgesunken. Der Preßling wurde dann 30 s lang einem Heißluftstrom von 200 Grad C ausgesetzt. Hierdurch sank der Feuchtegehalt auf deutlich unter 1 % ab. Der so hergestellte Preßling (Grünkörper) hatte eine Druckfestigkeit von 768 N/mm<sup>2</sup> und war damit für eine Verwendung als Schrottersatz in einem Elektroofen

bzw. einem Konverter geeignet.

### Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Aufbereitung von in Form von Spänen und/oder Schleifstäuben in der abtragenden  
Stahlverarbeitung anfallenden Stahlabfällen, bei dem durch Kaltverdichtung umhüllungsfree Preßlinge  
von mindestens 1 cm<sup>3</sup> Rauminhalt erzeugt werden und den Stahlabfällen Feuchtigkeit entzogen wird,  
wobei die nassen Stahlabfälle ohne vorherige Aufbereitung unter Anwendung eines Preßdruckes  
10 zwischen 200 und 400 N/mm<sup>2</sup> zu den Preßlingen verdichtet werden, wobei die Preßlinge eine Dichte  
von mindestens 2,5 g/cm<sup>3</sup> bei einer Grünfestigkeit von mindestens 300 N/mm<sup>2</sup> erreichen und ihre  
Restfeuchte durch das Verdichten auf unter 10 Gew.-% gesenkt wird und nach der Verdichtung die  
Preßlinge einer Trocknung in einem Heißgasstrom unterzogen werden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Preßdruck im Bereich von 270 bis 330 N/mm<sup>2</sup> gehalten wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Preßlinge mit einer Dichte im Bereich 2,5 bis 4,5 g/cm<sup>3</sup> erzeugt werden.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Preßlinge einer Trocknung auf unter 1 Gew.-% Restfeuchte unterzogen werden.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Trocknung unter Vermeidung jeglicher Oxidation mittels des Heißgasstromes unterhalb 300 ° C  
vorgenommen wird.
- 35 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß durch die Verdichtung flache Preßlinge erzeugt werden, die vor dem Trocknen in Stücke von über  
1 cm<sup>3</sup> Rauminhalt zerkleinert werden.
- 40 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Größe der Preßlinge auf einen Rauminhalt von 2000 cm<sup>3</sup> beschränkt wird.
- 45 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das Zerkleinern mittels Brechwalzen durchgeführt wird.

### Claims

- 45 1. Method for preparing steel scrap in the form of chips and/or grinding dust occurring in steel machining,  
in which coating-free pressed bodies of at least 1 cm<sup>3</sup> volume are produced by cold compression and  
moisture is removed from the steel scrap, the wet steel scrap being compressed to form the pressed  
bodies with the application of a pressing pressure of between 200 and 400 N/mm<sup>2</sup> without prior  
50 processing, the pressed bodies achieving a density of at least 2.5 g/cm<sup>3</sup> at a green strength of at least  
300 N/mm<sup>2</sup> and their residual moisture content being reduced to below 10% by weight by the  
compressing and the pressed bodies being subjected to drying in a stream of hot gas after  
compression.
- 55 2. Process according to Claim 1,  
characterised in that  
the pressing pressure is kept within the range of 270 to 330 N/mm<sup>2</sup>.

3. Process according to Claim 1,  
characterised in that  
the pressed bodies are produced with a density in the range of 2.5 to 4.5 g/cm<sup>3</sup>.
- 5 4. Process according to Claim 1, 2 or 3,  
characterised in that  
the pressed bodies are subjected to drying to below 1% by weight residual moisture content.
- 10 5. Process according to Claim 4,  
characterised in that  
the drying is carried out, while avoiding any oxidation, by means of the stream of hot gas at below  
300 ° C.
- 15 6. Process according to Claim 4 or 5,  
characterised in that  
the compression produces flat pressed bodies which are comminuted into pieces of more than 1 cm<sup>3</sup>  
volume before drying.
- 20 7. Process according to one of Claims 1 to 6,  
characterised in that  
the size of the pressed bodies is restricted to a volume of 2000 cm<sup>3</sup>.
- 25 8. Process according to Claim 6 or 7,  
characterised in that  
the comminution takes place by means of crushing rollers.

### Revendications

- 30 1. Procédé pour le traitement de déchets d'acier, sous forme de copeaux et/ou de poussières de  
meulage, produits dans l'usinage de l'acier par enlèvement de matière, dans lequel des pièces  
pressées sans enrobage, ayant un volume d'au moins 1 cm<sup>3</sup>, sont créées par compression à froid, et  
l'humidité est extraite des déchets d'acier, les déchets d'acier humides étant comprimés, sans  
traitement préalable, en les pièces pressées, en utilisant une pression de pressage entre 200 et 400  
35 N/mm<sup>2</sup>, les pièces pressées atteignant une masse volumique d'au moins 2,5 g/cm<sup>3</sup> pour une résistance  
du comprimé d'au moins 300 N/mm<sup>2</sup> et leur humidité résiduelle étant abaissée, par la compression, à  
moins de 10% en poids, et, après la compression, les pièces pressées étant soumises à un séchage  
dans un courant de gaz chaud.
- 40 2. Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que la pression de pressage est maintenue dans la plage de 270 à 330 N/mm<sup>2</sup>.
- 45 3. Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que les pièces pressées présentent une masse volumique dans la plage de 2,5 à 4,5  
g/cm<sup>3</sup>.
- 50 4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3,  
caractérisé en ce que les pièces pressées sont soumises à un séchage à une humidité résiduelle  
inférieure à 1% en poids.
- 55 5. Procédé selon la revendication 4,  
caractérisé en ce que le séchage est mené au-dessous de 300 ° C, en évitant toute oxydation, par le  
courant de gaz chaud.
6. Procédé selon la revendication 4 ou 5,  
caractérisé en ce que, par la compression, on obtient des pièces pressées plates, qui sont réduites en  
fragments d'un volume supérieur à 1 cm<sup>3</sup>, avant le séchage.
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6,

## EP 0 275 816 B1

caractérisé en ce que la taille des pièces pressées est limitée à un volume de 2000 cm<sup>3</sup>.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que la réduction en fragments est effectuée par des cylindres broyeurs.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Dichte in g/cm<sup>3</sup>

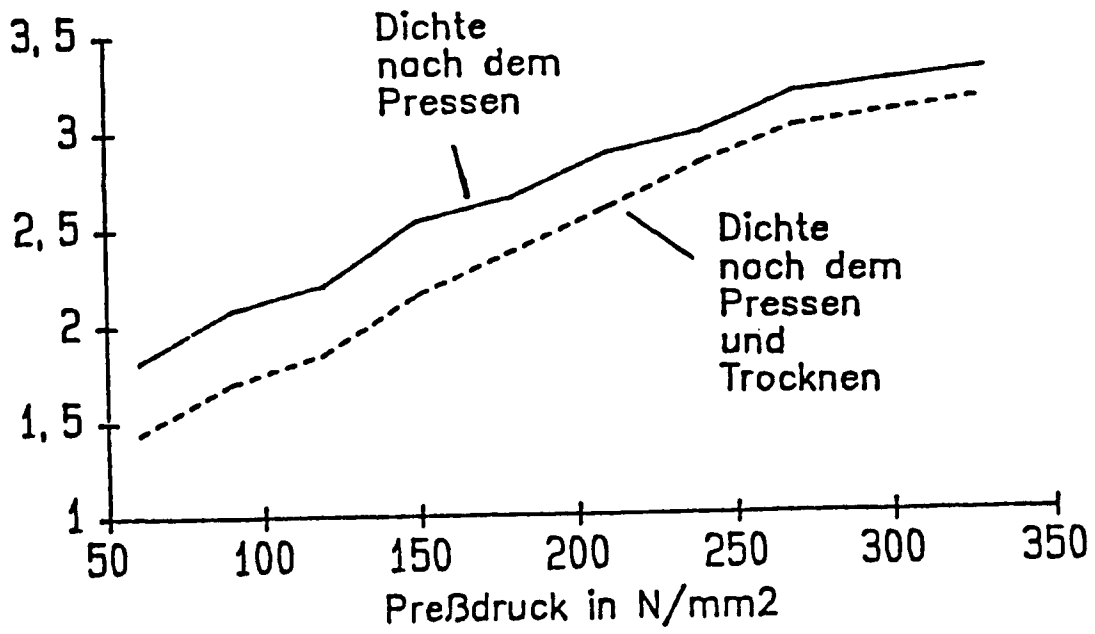


Fig. 1

Feuchteausbringen in %

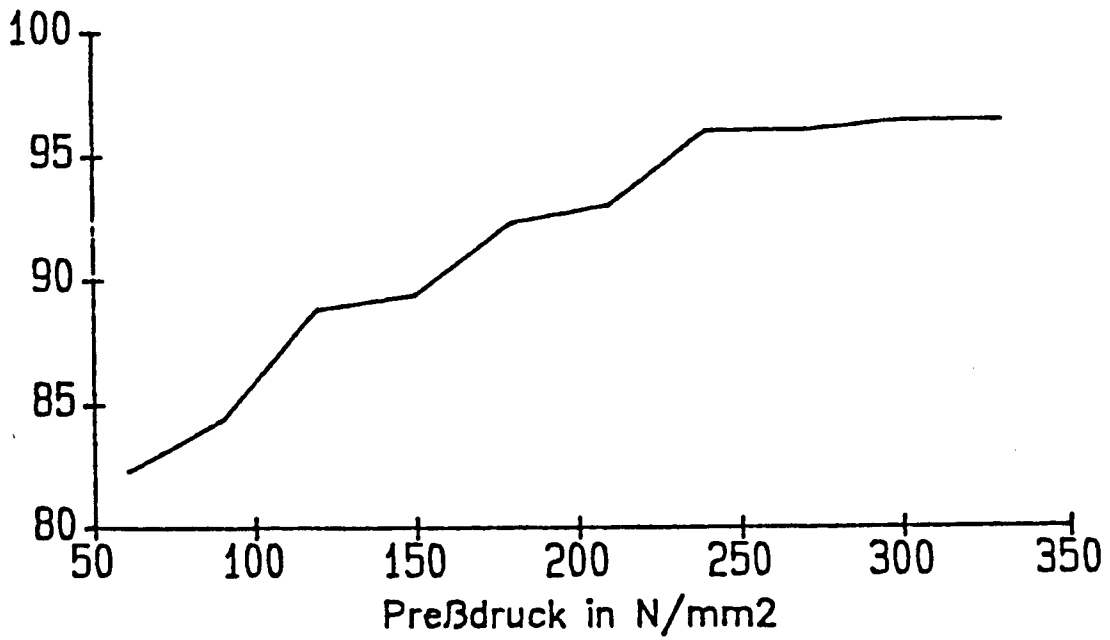


Fig. 2

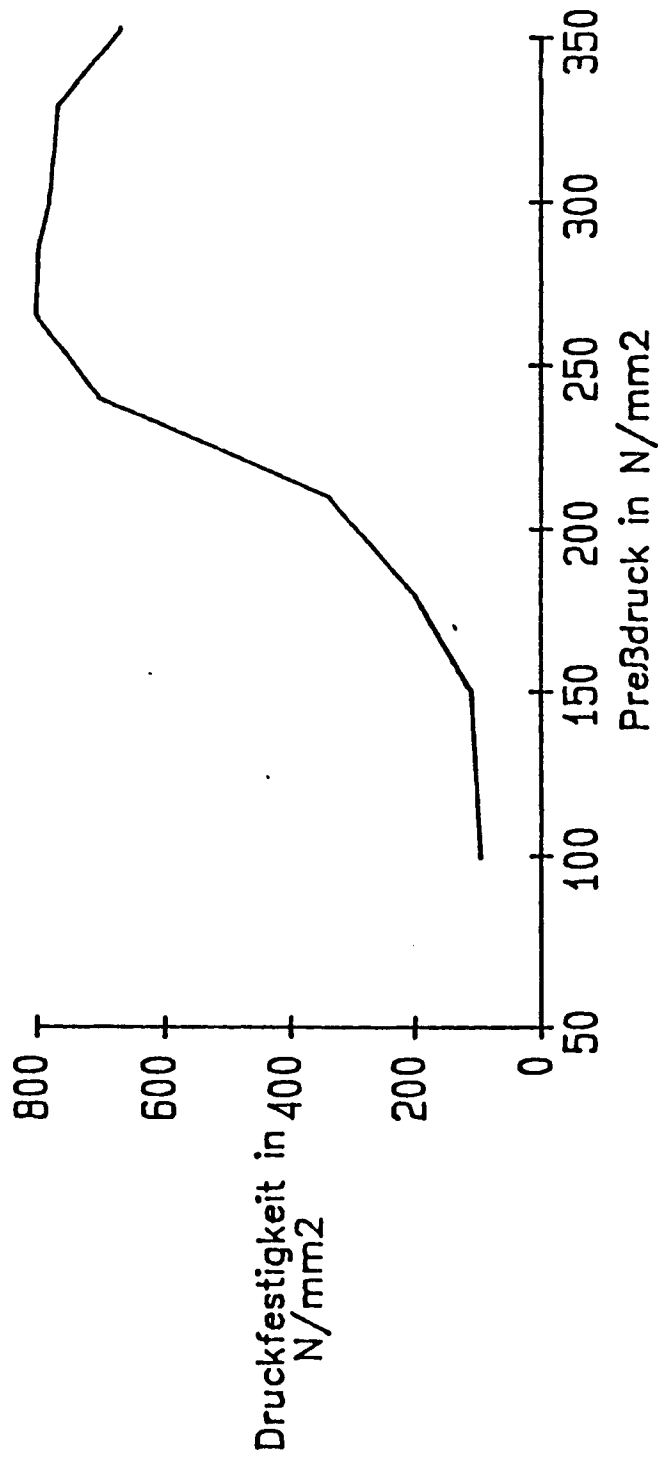


Fig. 3

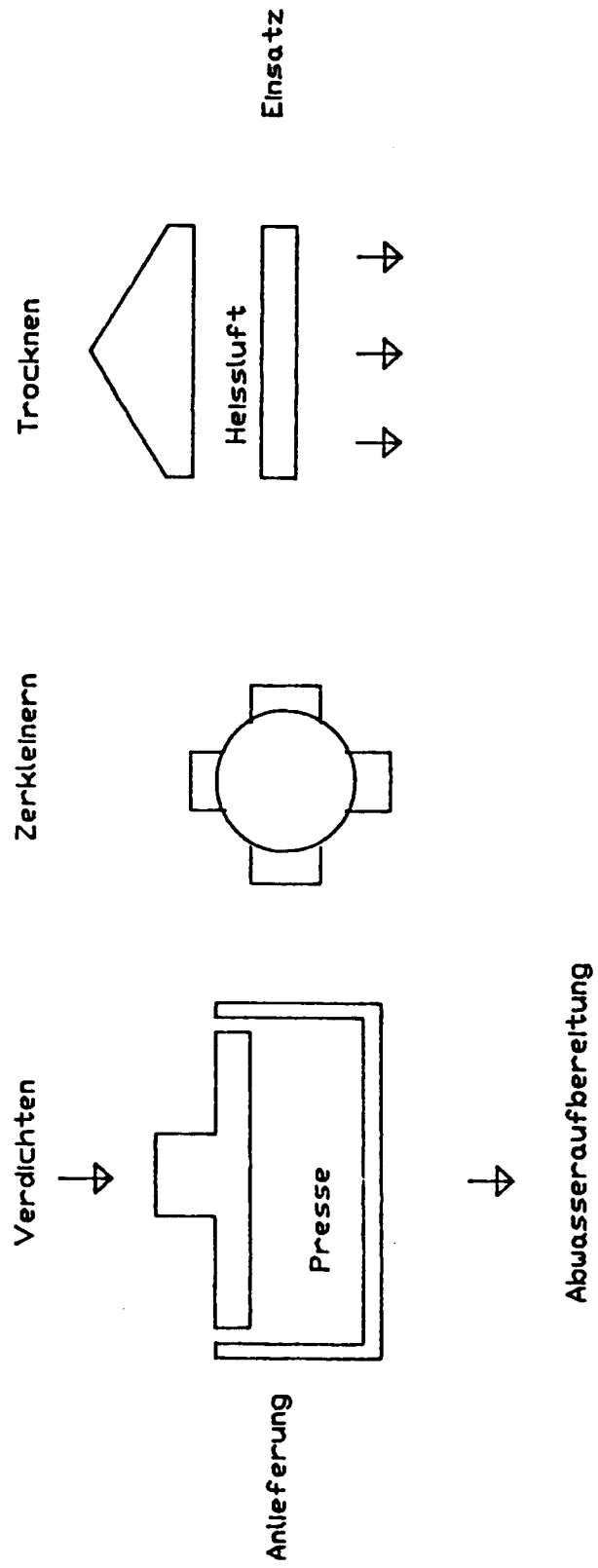


Fig. 4