

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **85100339.2**

51 Int. Cl.⁴: **B 22 F 9/08**

22 Anmeldetag: **15.01.85**

30 Priorität: **25.01.84 DE 3402500**

71 Anmelder: **Nyby Uddeholm Powder AB,
S-644 00 Torshälla (SE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **07.08.85**
Patentblatt 85/32

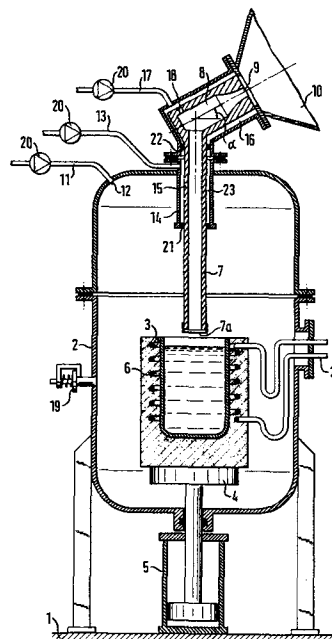
72 Erfinder: **Wentzell, Joseph M., Ty Careg, Remsen New
York 134 38 (US)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU
NL SE**

74 Vertreter: **Popp, Eugen, Dr. et al, MEISSNER, BOLTE &
PARTNER Postfach 86 06 24, D-8000 München 86 (DE)**

54 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Metallpulver.

57 Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Metallpulver, wobei einer in einem Steigrohr (7) aufsteigenden Metallschmelze Inertgas, insbesondere Argon, zugemischt wird, wodurch Metallschaum gebildet wird, der in einer Pulverisierungskammer (8) ebenfalls mit Inertgas, insbesondere Argon, hohen Druckes beaufschlagt wird unter Ausbildung von Metalltröpfchen. Diese werden durch das in die Pulverisierungskammer (8) eingeblasene Gas aus dieser wieder herausgedrängt in einen Expansionsraum in Form eines Sammelbehälters (10), wobei die Metalltröpfchen unter Ausbildung feinsten Metallpulvers im Durchgang (9) von der Pulverisierungskammer (8) in den Sammelbehälter (10) eine Beschleunigung erfahren.



EP 0 150 755 A2

5 NYBY UDDEHOLM POWDER AB
S-64 400 Torshälla
Schweden

M/ANR-68-EP
3. Januar 1985

10

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Metallpulver

15

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung
zur Herstellung von Metallpulver durch Zerstäuben einer
20 Metallschmelze aus einem Steigrohr.

Die Bedeutung von Metallpulver zur Herstellung von Metall-
gegenständen, insbesondere von Gegenständen komplizierter
Form, wird zunehmend größer. Aus diesem Grunde gibt es
25 eine entsprechend große Anzahl von Vorschlägen für ein
Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Metall-
pulver, wobei die bekannten Lösungen sowohl verfahrenstech-
nisch als auch vorrichtungsmäßig aufwendig und damit ent-
sprechend teuer sind. Auch ist der Energiebedarf bei den
30 bekannten Verfahren und Vorrichtungen relativ hoch. Ins-
besondere gewährleisten die bekannten Verfahren und Vor-
richtungen keine gleichbleibende Metallpulver-Qualität.

Aus der DE-AS 1 285 098 ist ein Verfahren und eine Vor-
35 richtung der eingangs genannten Art bekannt, und zwar in
erster Linie zur Herstellung von kleinen Metallkugeln,
wie sie für Kugelschreiber, Kugellager oder dergleichen
benötigt werden. Bei der bekannten Lösung wird ein

- 1 aufrechtes Steigrohr in eine Metallschmelze getaucht und
um seine Längsachse in Drehung versetzt. Über am oberen
Ende des Steigrohres sich von einem zentralen Steigkanal
ausgehend etwa radial nach außen erstreckende Kanäle wird
5 die im Steigrohr bzw. Steigkanal ansteigende Metallschmelze
unter Ausbildung von sich verfestigenden Schmelztröpfchen
abgeschleudert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein
10 Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art
zu schaffen, durch das bzw. die mit minimalem konstruktiven,
verfahrenstechnischen und Energie-Aufwand Metallpulver
höchster gleichbleibender Qualität herstellbar ist.

15 Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig durch die kennzeichnenden
Maßnahmen des Patentanspruches 1 und vorrichtungsmäßig
durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 6
gelöst.

20 Erfindungsgemäß ist Ausgang der Herstellung von Metallpulver
eine Metall- bzw. Metall-Legierung-Schmelze, wobei der
gesamte Herstellungsprozeß in einem abgeschlossenen Raum,
vorzugsweise in Inertgas, insbesondere in Argon, stattfindet.
Das durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. durch
25 die erfindungsgemäße Vorrichtung hergestellte Metallpulver
zeichnet sich durch höchste Homogenität, und zwar sowohl
bezüglich der Zusammensetzung, des Gefüges als auch der
Form und Größe der Metallpartikel aus.

30 Vorzugsweise erfolgt die Vermischung der Metallschmelze
mit Gas, vorzugsweise Inertgas, unter Ausbildung eines
Metallschaumes, der in einer Pulverisierungskammer durch
Beaufschlagung mittels inertem Druckgas in feine, zum Teil
noch hohle, Metalltröpfchen "gesprengt" bzw. zerteilt wird.
35 Das inerte Druckgas, vorzugsweise Argon, dient gleichzeitig
dazu, die Metalltröpfchen aus der Pulverisierungskammer
in einen geschlossenen Expansionsraum, nämlich Sammelbehälter,
durch ein in Strömungsrichtung vorzugsweise

1 konvergierendes Mundstück hindurchzupressen, wodurch eine
sogenannte sekundäre Zerteilung der Metalltröpfchen in noch
feinere, volldichte Partikel erfolgt. Die gegebenenfalls
vorhandenen hohlen bzw. ausgehöhlten Metalltröpfchen platzen
5 bei der sekundären Verteilung auf. Im übrigen werden die
Metalltröpfchen durch die hohe Beschleunigung im konver-
gierenden Mundstück regelrecht auseinander gerissen. Im
Expansionsraum bzw. Sammelbehälter, in dem ein wesentlich
niedrigerer Druck als in der vorgeordneten Pulverisierungs-
10 kammer herrscht, setzt sich also feinstes volldichtes
Metallpulver ab. Aus diesem Metallpulver können Gegenstände
höchster Formstabilität hergestellt werden.

Durch die Erfindung ist also auch sichergestellt, daß
15 keine Metallpartikel mit Hohlräumen entstehen. An dieser
Stelle sei vorsorglich erwähnt, daß der verwendete Begriff
"Metall" auch Metall-Legierungen umfaßt, insbesondere rost-
freie Stahllegierungen und Superlegierungen.

20 Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfah-
rens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den
Verfahrens- und Vorrichtungs-Unteransprüchen beschrieben,
auf die ausdrücklich hingewiesen wird. Besonders zu erwäh-
nen wären an dieser Stelle jedoch noch die Maßnahmen nach
25 Anspruch 4 bzw. Anspruch 8. Durch die äußere Druckgas-
strömung im Bereich des Durchganges von der Pulverisie-
rungskammer zum Expansionsraum bzw. Sammelbehälter erfah-
ren die Metallpartikel eine hohe Beschleunigung ähnlich
wie durch das sich konvergierend verengende Mundstück nach
30 Anspruch 7, wobei beide Maßnahmen kombiniert werden kön-
nen mit dem Vorteil, daß die Beschleunigung im Bereich des
erwähnten Durchganges durch die äußere "Beschleunigungs-
strömung" abhängig von dem gewünschten Grad der sekundären
Verteilung variierbar ist. Die äußere Druckgasströmung im
35 Bereich des Durchganges von der Pulverisierungskammer zum
Sammelbehälter ist vorzugsweise eine über dem Umfang des
Durchganges gleichmäßig starke, etwa wandparallele Strö-
mung. Als Druckgas dient vorzugsweise ebenfalls Inertgas,

1 insbesondere Argon.

Nachstehend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung näher
5 beschrieben, die in der anliegenden Zeichnung schematisch dargestellt ist.

In einem allseitig gasdichten, verschlossenen Aufnahmebehälter 2, der auf einer stabilen Unterlage einsteht,
10 ist ein Schmelztiegel 3 zur Aufnahme einer Metall- bzw. Metall-Legierung-Schmelze angeordnet. Über dem Schmelztiegel 3 befindet sich ein aus dem Aufnahmebehälter 2 herausgeführtes Steigrohr 7. Mittels einer hydraulisch oder hydro-pneumatisch oder auch mechanisch angetriebenen
15 Einrichtung kann der Schmelztiegel 3 innerhalb des Aufnahmebehälters 2 so weit angehoben werden, daß das Steigrohr 7 in die Metallschmelze eintaucht. Die Hubeinrichtung 5 ist mit einem Hubtisch 4 verbunden, auf dem der Schmelztiegel 3 befestigt ist. Am unteren, der Metallschmelze zugewandten Ende ist das Steigrohr 7 mit einer kappenartigen Abdeckung 7a verschlossen, die beim Eintauchen des Steigrohres 7 in die Metallschmelze zerstört wird. Dem Schmelztiegel 3 ist eine Einrichtung 6 zur Erzeugung der erforderlichen Schmelzwärme zugeordnet; bei
20 dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Induktionsspule bekannter Bauart, deren elektrische Anschlüsse aus dem Aufnahmebehälter 2 herausgeführt sind (Steckanschluß 21). In den Aufnahmebehälter 2 mündet eine Gasdruckleitung 11, wobei die Mündungsöffnung mit der Bezugsziffer 12 gekennzeichnet ist. Durch die Gasdruckleitung 11 ist
30 in den Aufnahmebehälter Gas, insbesondere Inertgas, zum Beispiel Argon, einleitbar, unter Ausbildung eines Behälterinnendruckes, der die Metallschmelze im Steigrohr 7 nach oben drückt, wenn dieses in die Metallschmelze eingetaucht ist. Der Gasdruck im Inneren des Aufnahmebehälters 2 wirkt auf die freie Oberfläche der Metallschmelze. Um sicherzustellen, daß im Inneren des Aufnahmebehälters kein unzulässig hoher Gasdruck ausgebildet wird,

1 ist der Aufnahmebehälter 2 mit einem Sicherheitsventil
19 versehen.

Das Steigrohr 7 ist durch eine im Deckel des Aufnahme-
5 behälters 2 angeordnete Hülse 14 hindurch aus dem Auf-
nahmebehälter 2 herausgeführt, wobei der Innendurchmesser
der Hülse 14 größer ist als der Außendurchmesser des
Steigrohres 7 und der dabei entstehenden Ringraum 23
10 zwischen Steigrohr 7 und Hülse 14 gegenüber dem Innenraum
des Aufnahmebehälters 2 einerseits (Ringdichtung 21) und
der äußeren Umgebung andererseits (Ringdichtung 22) ab-
gedichtet ist. In den Ringraum 23 mündet eine Gasdruck-
leitung 13, durch die in den Ringraum 23 und von diesem
15 durch eine Öffnung 15 im Steigrohr 7 der im Steigrohr an-
steigenden Metallschmelze (bei entsprechend hohem Gasdruck
im Inneren des Aufnahmebehälters 2) ein Inertgas, vorzugs-
weise Argon, zumischbar ist, so daß die Metallschmelze das
Steigrohr als Metallschaum verläßt. Der Ringraum 23 dient
als Gas-Beruhigungszone.

20 Am oberen, bereits außerhalb des Aufnahmebehälters 2 befind-
lichen Ende des Steigrohres 7 ist eine sogenannte Pulverisi-
erungskammer 8 angeschlossen, in die ebenfalls über eine
Öffnung 18 Inertgas, nämlich Argon, unter hohem Druck ein-
25 blasbar ist. Die Pulverisierungskammer 8 ist ähnlich wie
der obere Teil des Steigrohres 7 von einem gegenüber der
äußeren Umgebung abgedichteten Ringraum 16 umgeben, in
den eine Gasdruckleitung 17 mündet. Der Ringraum 16 dient
ebenso wie der Ringraum 23 als Gasberuhigungszone. Die
30 Gasdruckleitungen 11, 13 und 17 weisen jeweils Gasdruck-
Regulierventile 20 auf, so daß der Druck des durch diese
Leitungen eingeleiteten Gases individuell aufeinander ab-
gestimmt werden kann. Durch die Einleitung von nicht-
reaktivem bzw. inertem Druckgas in die Pulverisierungskam-
35 mer 8 erfolgt eine Zerstäubung bzw. Zerteilung des Metall-
schaumes in - zu einem geringen Teil mitunter auch hohle -
Metalltröpfchen, die noch relativ großvolumig sind. Das
in die Pulverisierungskammer 8 eingeleitete Druckgas dient

1 zugleich dazu, die Metalltröpfchen durch einen sich kon-
vergierend verengenden Durchgang 9 hindurch in einen
Expansionsraum, das heißt Raum niedrigen Druckes, nämlich
geschlossenem Sammelbehälter 10, unter Ausbildung feinstem
5 volldichten Metallpulvers zu blasen. Von ganz wesentlicher
Bedeutung ist die konvergierende Verengung des Durchganges
9 und die dabei erzielte Beschleunigung der Gas-Metall-
tröpfchen-Strömung von der Pulverisierungskammer 8 in den
Sammelbehälter 10. Wie oben ausgeführt worden ist, kann
10 diese Beschleunigung auch durch eine äußere Ringströmung
erzielt werden.

Die durch die Beschleunigung im Durchgang 9 verursachten,
auf die Metalltröpfchen einwirkenden hohen Beschleunigungs-
15 kräfte, reißen diese regelrecht auseinander, wodurch extrem
feines Metallpulver entsteht.

Bei der dargestellten Ausführungsform ist der sich konver-
gierend verengende Durchgang 9 in einem Winkel α von etwa
20 45° gegenüber der Horizontalen schräg nach oben gerichtet.
Die Längsachse des Durchganges 9 deckt sich dabei mit der
Längsachse der Pulverisierungskammer 8. Der sich konver-
gierend verengende Durchgang 9 kann als auswechselbares
Mundstück ausgebildet sein, so daß abhängig von den
25 gewählten Gasdrücken und der verwendeten Metall-Legierung
unterschiedlich stark konvergierende Durchgänge 9 als
Einsatz eines entsprechenden Mundstückes gewählt werden
können. Erfolgt die Beschleunigung im Durchgang 9 durch
die erwähnte äußere Ringströmung, kann der Beschleunigungs-
30 grad durch entsprechende Einwirkung auf diese Ringströmung
verändert werden. Vorzugsweise werden dann beide Maßnah-
men angewendet, nämlich eine äußere Ringströmung und ein
konvergierendes Mundstück, wodurch ein Auswechseln des
Mundstückes bei entsprechender Änderung der äußeren Ring-
35 strömung entbehrlich sein kann.

Das Mundstück kann auch verschwenkbar angeordnet sein, so
daß der optimale Winkel α individuell einstellbar ist.

1 Zur Herstellung von Metallpulver mittels der dargestellten und beschriebenen Vorrichtung wird zunächst der mit Metallschmelze gefüllte Schmelztiegel 3 auf dem Hubtisch 4 innerhalb der Induktionsspule 6 angeordnet. Durch die
5 Induktionsspule 6 wird gewährleistet, daß das Metall im Schmelztiegel 3 im geschmolzenen Zustand verbleibt. Der Aufnahmebehälter 2 wird dann gasdicht abgeschlossen und über die Gasdruckleitung 11 und Öffnung 12 mit Argon gefüllt. Dann wird mittels der Hubeinrichtung 5 der Hub-
10 tisch 4 und damit der Schmelztiegel 3 mit der Schmelze so weit angehoben, daß das Steigrohr 7 mit seinem unteren Ende in die Metallschmelze eintaucht, wodurch die Abdeck-
kappe 7a zerstört wird. Durch den Gasdruck im Inneren des Aufnahmebehälters 2, der auf die freie Oberfläche der
15 Schmelze wirkt, wird diese durch das Steigrohr 7 nach oben gedrückt. Gleichzeitig wird über die Leitung 13, den Ring-
raum 23 und die Öffnung 15 im oberen Bereich des Steig-
rohres 7 der aufsteigenden Metallschmelze ein nicht-reak-
tives Gas, wie Argon, zugemischt, wodurch Metallschaum
20 entsteht. Dieser tritt in die Pulverisierungskammer 8 ein, in die durch die Öffnung 18 ebenfalls Gas unter Druck ein-
geblasen wird derart, daß eine Zerstäubung bzw. Zerteilung des Metallschaumes in Metalltröpfchen erfolgt. Durch das
in die Pulverisierungskammer 8 eingeblasene Gas werden
25 die Metalltröpfchen gleichzeitig durch den sich konver-
gierend verengenden Durchgang 9 hindurch in einen Sammel-
behälter 10 unter Ausbildung feinsten volldichter Metall-
partikel geblasen. Die gegebenenfalls in der Kammer 8 ent-
stehenden hohlen bzw. ausgehöhlten Metalltröpfchen platzen
30 im Durchgang 9 regelrecht auf und zerfallen in feinste
Metallpartikel bedingt durch Partialdruck-Unterschiede
innerhalb und außerhalb der Metalltröpfchen-Hohlräume.
Der Sammelbehälter 10 ist gegenüber der Umgebung gasdicht
verschlossen.
35
Wie bereits dargelegt worden ist, ist der sich konvergierend verengende Durchgang für die Feinzerstäubung von ganz
wesentlicher Bedeutung. Durch den konvergierenden Durchgang

1 kann auch der Gasverbrauch erheblich reduziert werden.

Durch den sich konvergierend verengenden Durchgang 9 erfolgt also eine weitere bzw. sekundäre Zerteilung der in
5 der Pulverisierungskammer 8 ausgebildeten Metalltröpfchen, und zwar aufgrund der Beschleunigung und Beschleunigungskräfte, die auf die Metalltröpfchen im Durchgang 9 einwirken. Dadurch entstehen im Bereich des sich konvergierend verengenden Durchganges 9 auch die erwähnten Partial-
10 druck-Unterschiede, die ein Aufplatzen von gegebenenfalls vorhandenen hohlen Metalltröpfchen sowie eine weitere Zerkleinerung desselben bewirken. Dieser Effekt wird zudem bei vergleichsweise geringem Gasverbrauch erzielt. Durch die Konvergenz des Durchganges 9 werden der Druck
15 in der Pulverisierungskammer 8 sowie die Beschleunigung der Metalltröpfchen und die dadurch bedingten Aufbrechkkräfte bestimmt, wobei der Konvergenzgrad von dem zu pulverisierenden Metall (Metall/Metall-Legierung) und der gewünschten Partikelgröße abhängt.

20

25

30

35

1

5 NYBY UDDEHOLM POWDER AB
S-64 400 Torshälla
Schweden

M/ANR-68-EP
3. Januar 1985

10

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Metallpulver

15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Metallpulver durch Zer-
stäuben einer Metallschmelze aus einem Steigrohr,
20 g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Verfahrensschritte:
- a) Vermischen der Metallschmelze mit Gas, vorzugsweise Inertgas,
 - b) Beaufschlagen der mit Gas versetztem Metallschmelze
25 mit einem - vorzugsweise inertem - Druckgas unter Ausbildung von - zum Teil hohlen - Metalltröpfchen, wobei das Druckgas zugleich dazu dient,
 - c) die Metalltröpfchen unter Ausbildung feinsten, voll-
dichten Metallpulvers unter erhöhter Geschwindigkeit
30 bzw. beschleunigt in einen Expansionsraum zu blasen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Metallschmelze unter Ausbildung eines Metallschaumes
mit Gas, insbesondere Inertgas, vorzugsweise Argon,
35 vermischt wird.

- 1 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Metalltröpfchen unter Ausbildung feinsten
Metallpulvers durch einen sich konvergierend verengen-
den Durchgang hindurch in einen Expansionsraum geblasen
5 werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Metalltröpfchen unter Ausbildung feinsten
Metallpulvers durch eine äußere, in den Expansionsraum
10 gerichtete Druckgasströmung beschleunigt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,
daß die Metalltröpfchen unter Ausbildung feinsten
Metallpulvers in einem Winkel von etwa 10 bis 80°, ins-
15 besondere etwa 40 bis 50°, gegenüber der Horizontalen
schräg nach oben gerichtet in den Expansionsraum geblasen werden.
6. Vorrichtung zur Herstellung von Metallpulver, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der
20 Ansprüche 1 bis 5,
g e k e n n z e i c h n e t durch
a) einen einen Schmelztiegel (3) umschließenden Aufnahmebehälter (2);
25 b) ein über dem Schmelztiegel (3) angeordnetes und aus dem Aufnahmeraum (2) herausgeführtes Steigrohr (7);
c) eine Einrichtung (5) zum Anheben des Schmelztiegels (3) innerhalb des Aufnahmebehälters (2) und/oder zum Absenken des Steigrohres (7) derart, daß dieses
30 in die Metallschmelze eintauchbar ist;
d) eine in den Aufnahmebehälter (2) mündende Gasdruckleitung (11, 12), durch die nicht-reaktives bzw. inertes Gas in den Aufnahmebehälter (2) einleitbar ist unter Ausbildung eines Behälterinnendruckes, der die Metallschmelze bei eingetauchtem Steigrohr (7)
35 in diesem nach oben drückt;
e) eine in das Steigrohr (7) mündende Gasdruckleitung (13, 14, 15), durch die der im Steigrohr (7)

- 1 ansteigenden Metallschmelze ein inertes Gas, vorzugs-
 weise Argon, zumischbar ist, insbesondere unter Aus-
 bildung von Metallschaum;
- 5 f) eine in das obere Ende des Steigrohres (7) angeschlos-
 sene Pulverisierungskammer (8), in die ebenfalls eine
 Gasdruckleitung (17, 18) mündet, durch die Gas, vor-
 zugsweise Inertgas, unter hohem Druck einblasbar ist;
 und
- 10 g) einen in die Pulverisierungskammer (8) angeschlosse-
 nen Sammelbehälter (10), wobei der Durchgang (9) von
 der Pulverisierungskammer (8) zum Sammelbehälter (10)
 Mittel zur Beschleunigung der Metallpartikel auf-
 weist.
- 15 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
 daß der Durchgang (9) von der Pulverisierungskammer (8)
 zum Sammelbehälter (10) konvergierend ausgebildet ist.
- 20 8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß in den Durchgang (9) von der Pulverisie-
 rungskammer (8) zum Sammelbehälter (10) über den Um-
 fang des Durchgangs (9) etwa gleichmäßig verteilt an-
 geordnete Öffnungen münden, durch die eine zum Sammel-
 behälter (10) gerichtete Druckerströmung zur Beschleu-
25 nigung der Metallpartikel im Durchgang (9) blasbar ist.
- 30 9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
 daß am unteren, der Metallschmelze zugewandten Ende des
 Steigrohres (7) eine durch die Metallschmelze zerstör-
 bare Abdeckung (Kappe 7a) angeordnet ist.
- 35 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch
 gekennzeichnet, daß der Durchgang (9) von der Pulveri-
 sierungskammer (8) zum Sammelbehälter (10) etwa 10 bis
 80°, insbesondere etwa 40 bis 50°, gegenüber der Hori-
 zontalen schräg nach oben gerichtet ist.

1 11. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Gasdruckleitungen (11; 13; 17) jeweils Gasdruck-
Regulierventile (20) aufweisen.

5 12. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß der Aufnahmebehälter (2) ein Überdruckventil (19)
oder dergleichen aufweist.

10

15

20

25

30

35

