



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer : **0 436 140 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**09.03.94 Patentblatt 94/10**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **F28C 3/14, B28C 7/00**

(21) Anmeldenummer : **90123424.5**

(22) Anmeldetag : **06.12.90**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung einer pulverförmigen Substanz.**

(30) Priorität : **14.12.89 DE 3941262**

(73) Patentinhaber : **Linde Aktiengesellschaft  
Abraham-Lincoln-Strasse 21  
D-65189 Wiesbaden (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**10.07.91 Patentblatt 91/28**

(72) Erfinder : **Schmidt, Peter  
Steinfurtweg 16  
W-4600 Dortmund-Kirchlinde (DE)  
Erfinder : Kretzschmar, Franz  
Dorotheenstrasse 21  
W-4000 Düsseldorf 1 (DE)  
Erfinder : Kawaters, Willi  
Himmelgeisterstrasse 25  
W-4000 Düsseldorf 1 (DE)**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**09.03.94 Patentblatt 94/10**

(74) Vertreter : **Schaefer, Gerhard, Dr.  
Linde Aktiengesellschaft Zentrale  
Patentabteilung  
D-82049 Höllriegelskreuth (DE)**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**AT DE ES FR IT NL**

(56) Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 013 871  
DE-A- 3 316 030  
FR-A- 2 281 815  
US-A- 2 727 734  
US-A- 3 330 046  
US-A- 3 358 976**

EP 0 436 140 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 Kühlung einer pulverförmigen Substanz, insbesondere Zement, die als Pulverstrahl durch einen Stutzen in einen Behälter gefüllt und zur Kühlung mit einem verflüssigten Gas besprührt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Beim Befüllen eines Behälters mit einer pulverförmigen Substanz ist es mitunter erforderlich, diese beim Einfüllvorgang zu kühlen. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die eingespeiste pulverförmige Substanz einer exothermen Reaktion unterzogen werden soll, eine erhöhte Temperatur des Reaktionsproduktes aber unerwünscht bzw. unvorteilhaft ist. Stellvertretend für eine solche pulverförmige Substanz ist Zement zu nennen, der, mit Wasser vermischt, exotherm reagiert. Das führt im Beton vor allem bei größeren Bauwerken während der Abkühlungsphase zu einem erheblichen Temperaturgradienten, woraus am Bauwerk Zugspannungen entstehen (Betonwerk + Fertigteil-Technik, Heft 8/81, S. 507), die durch die oben erwähnte Kühlung verminder werden können.

Aus der DE-A- 36 23 724 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Frischbeton unter Verwendung von Zement, der durch flüssigen Stickstoff vorgekühlt wird, bekannt. Die Zementkühlung erfolgt bei der Einspeisung des Zementes in ein Vorratssilo. Hierzu wird der flüssige Stickstoff zugleich mit dem Zement in das Zementsilo eingeblasen. Die Anschlüsse für Zement und Stickstoff sind benachbart im oberen Silobereich angeordnet. Dieses bekannte Verfahren bringt jedoch den Nachteil mit sich, daß eine ausreichende Kühlung damit nicht erzielt werden kann: Denn der Zement tritt wasserstrahlförmig aus dem Einfüllstutzen aus.

Das wasserähnliche Verhalten des Zements bewirkt, daß die Kontaktfläche für den erforderlichen Wärmeaustausch in keiner Weise genügt.

In der DE-A-33 16 030 werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Befeuchtung von körnigem oder pulverförmigem Streugut, wie Streusalz, Kunstdünger oder Kalk, vorgeschlagen, um die Treffsicherheit beim Ausstreuen und die Liegedauer des Streugutes zu erhöhen. Dazu läßt man das Streugut über zwei dachförmige Schräglächen laufen und jeder der beiden Streugutströme wird von außen, d.h. von Orten oberhalb und unterhalb der Schrägläche, mit einer Flüssigkeit wie Lauge besprüht. Zur Kühlung insbesondere von Zement eignet sich ein derartiges Verfahren kaum, da der Wärmeaustausch zwischen der herabströmenden Substanz und einer Kühlflüssigkeit nur gering wäre und zudem eine Befeuchtung des Zements eine exotherme Reaktion zur Folge hätte.

Gemäß dem Verfahren aus der US-A-2,727,734 werden die zur Betonherstellung notwendigen körnigen Substanzen voneinander getrennt in einen Behälter mit verschiedenen, nebeneinander angeordneten Teilbehältern geleitet. Aus Sprühdüsen wird dann von oben Kühlwasser auf die Substanzen in den Teilbehältern gesprührt. Anschließend werden die verschiedenen Substanzen trockengelegt. Trockenzeit und Kühlzeit hängen dabei von der Korngroße der jeweiligen Substanz ab. Die noch feuchten, gekühlten Substanzen werden schließlich gemischt, um Beton zu bilden. Dieses aufwendige Verfahren zeigt ebenfalls die Nachteile eines nur geringen Wärmetauschs und des geringen Kälteinhalts von kaltem Wasser.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung einer pulverförmigen Substanz, insbesondere Zement, die als Pulverstrahl durch einen Stutzen in einen Behälter gefüllt und zur Kühlung mit einem verflüssigten Gas besprührt wird, aufzuzeigen, welche die eingangs beschriebenen Anforderungen erfüllen und insbesondere einen erhöhten Wärmeaustausch zwischen der pulverförmigen Substanz und der Kühlflüssigkeit gewährleisten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Pulverstrahl zunächst auf ein zur Einfüllrichtung schräg gestelltes Prallblech gerichtet wird und dann in den im Querschnitt sich aufweitenden, fein verteilten Prallstrom das verflüssigte Gas gesprührt wird.

Ein Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Patentanspruche 5 vorgeschlagen.

Das wesentliche Merkmal der Erfindung liegt darin, daß ein Prallblech unterhalb des Pulvereinfüllstutzens in den Pulverstrom des zu kühlenden Pulvers gebracht wird. Beim Auftreffen auf dieses schräg gestellte Prallblech wird der Pulverstrahl zerrissen, wodurch das Pulver einen fein verteilten Prallstrom bildet und man eine wirksame Kontaktfläche für den Wärmeaustausch mit dem verflüssigten Gas erzielt. Als weiterer Vorteil stellt sich im Behälter eine wesentlich homogener Temperaturverteilung ein, als sie nach dem Stand der Technik erreichbar ist. Die oben geforderte, ausreichende Kühlung läßt sich darüber hinaus mit einem geringeren Kühlflüssigkeitsdurchsatz erreichen, und sie kann bei Bedarf auch noch weit überboten werden.

Die Erfindung läßt sich auf die verschiedensten pulverförmigen Substanzen anwenden. Ein Beispiel ist der schon oben erwähnte Zement im Zuge der Herstellung von Beton, der wegen seines weitverbreiteten Einsatzes im Hoch- und Tiefbau eine besondere Bedeutung besitzt. Speziell im Zusammenhang mit der Kühlung von Zement empfiehlt sich die Verwendung von flüssigem Stickstoff als Kühlmittel, da Stickstoff keine Rückstände hinterläßt, sondern 100prozentig verdampft und ausgast. Die Erfindung läßt sich jedoch mit gleichem

Erfolg auch beispielsweise bei der Herstellung von Milchpulver und Kunststoffgranulaten und insbesondere beim Mahlen von Gewürzen, die z. T. sehr temperaturempfindlich sind, einsetzen.

Ein großer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß sie in eine herkömmliche Kühlvorrichtung für pulverförmige Substanzen, die in einen Behälter eingespeist werden, leicht eingebaut werden kann. Der Einfüllstutzen einer derartigen, herkömmlichen Kühlvorrichtung kann dabei in dem Behälter dezentral oder zentral im oberen Behälterbereich angeordnet sein.

Es bestehen zwei grundsätzliche Ausführungsmöglichkeiten für Verfahren und Vorrichtung:

Die dezentrale Anordnung ist durch ein unterhalb der Austrittsöffnungen des Pulvereinfüllstutzens schräg angeordnetes, ebenes Prallblech charakterisiert, das mit Halterungen am Pulvereinfüllstutzen unter einem Winkel zwischen ca. 30° und ca. 75° zur Fallrichtung des Pulvers befestigt ist. Durch den Aufprall auf dieses Prallblech weitet sich der Pulverstrom zu einem fein verteilten Prallstrom auf. Eine Flüssigkeitsverteileinrichtung in Form eines an seiner Unterseite mit zahlreichen Auslaßöffnungen für das verflüssigte Gas versehenen geraden Verteilrechens wird so angebracht, daß das aus ihm austretende verflüssigte Gas den Prallstrom breit besprüht und damit die erwünschte Kühlung bewirkt.

Bei der zentralen Anordnung wird unterhalb des im oberen Behälterbereichs zentrisch angebrachten Pulvereinfüllstutzens an ihm ein stumpfer Prallkegel mit Halterungen befestigt, der gestaltet, daß die Achse des Einfüllstutzens auf die nach oben gerichtete Kegelspitze zeigt. Der flüssige Stickstoff wird über eine an ihrer Unterseite mit zahlreichen Auslaßöffnungen für das flüssige Kühlmittel versehenen Ringleitung als Verteilrechen dem sich durch den Kegel ausbildenden, kegelstumpfförmigen Prallstrom des Pulvers zugegeben. Diese Anordnung einer zentralen um den Einfüllstutzen angebrachten Ringleitung gewährleistet eine besonders effektive Abkühlung des Pulvers. Bei den Ausführungsmöglichkeiten wird das Prallblech mit Halterungen am Pulvereinfüllstutzen befestigt. Denkbar ist aber auch eine getrennte Befestigung des Prallblechs. Wesentlich für das beschriebene Verfahren ist, daß die von oben durch den Pulvereinfüllstutzen in den Behälter eingespeiste pulverförmige Substanz vollkommen auf das unterhalb des Einfüllstutzens montierte Prallblech trifft und daß die von diesem abprallende pulverförmige Substanz so unterhalb des Kühlmittelverteilrechens vorbeiströmt, daß das durch die Austrittsöffnungen des Verteilrechens auf die pulverförmige Substanz gesprühte verflüssigte Gas zu dieser einen wirksamen Wärmekontakt herstellt. Ein besonders effektiver Wärmekontakt ergibt sich, wenn der Querschnitt des besprühten Prallstromes gegenüber dem Querschnitt des Pulverstromes im Pulvereinfüllstutzen vergrößert ist.

Die Erfindung sei im folgenden anhand zweier schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung in dezentraler Anordnung mit einem ebenen, schräg angestellten Prallblech und Fig. 2 eine Vorrichtung in zentraler Anordnung mit einem kegelstumpfförmigen Prallblech, wobei die Kegelspitze in Gegenrichtung zur Einfüllrichtung des eingespeisten Pulvers weist.

In Figur 1 ist eine Vorrichtung zur Kühlung einer pulverförmigen Substanz (durch Pfeile symbolisiert) in dezentraler Anordnung dargestellt. Figur 1, I zeigt dabei eine

Seitenansicht, Figur 1, II eine Aufsicht. Durch einen Pulvereinfüllstutzen 1 gelangt das zu kühlende Pulver in einen Behälter (nicht dargestellt), wo es auf ein ebenes, schräg angestelltes Prallblech 2a trifft und von diesem wieder abprallt. Das verflüssigte Gas gelangt aus einer Zuleitung 3 in einen geraden Verteilrechen 4a, der an seiner Unterseite zahlreiche Auslaßöffnungen für das verflüssigte Gas aufweist, und wird auf den durch das Prallblech 2a erzeugten Prallstrom des Pulvers gesprührt, um die erwünschte Kühlung des Pulvers zu erreichen. Das Prallblech 2a ist mit Halterungen 5 am Pulvereinfüllstutzen 1 befestigt.

Figur 2 zeigt eine alternative Anordnungsform einer Vorrichtung zur Kühlung pulverförmiger Substanzen, nämlich eine zentrale, wobei Figur 2, I wiederum die Seitenansicht von Figur 2, II (Aufsicht) darstellt. Dabei sind gleiche oder vergleichbare Vorrichtungsteile mit den gleichen Bezugsziffern versehen wie in Figur 1. Das durch den Einfüllstutzen 1 in den nicht dargestellten Behälter eingespeiste Pulver (Pfeile) trifft auf das kegelstumpfförmige Prallblech 2b und wird dadurch zu einem kegelstumpfförmigen Prallstrom verbreitert. Das verflüssigte Gas wird über die Zuleitung 3 in eine an ihrer Unterseite mit zahlreichen Austrittsöffnungen für das verflüssigte Gas versehene Ringleitung 4b geleitet, die als Verteilrechen zum Aufsprühen des verflüssigten Gases auf den Prallstrom dient und so die nötige Kühlung erzielt. Die Halterungen 5 fixieren den Prallkegel 2b unterhalb des Einfüllstutzens 1.

## 55 Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung einer pulverförmigen Substanz, insbesondere Zement, die als Pulverstrahl durch einen Stutzen in einen Behälter gefüllt und zur Kühlung mit einem verflüssigten Gas besprührt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Pulverstrahl zunächst auf ein zur Einfüllrichtung schräg gestelltes

Prallblech gerichtet wird und dann in den im Querschnitt sich aufweitenden, fein verteilten Prallstrom das verflüssigte Gas gesprührt wird.

5. 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulverstrahl gegen ein ebenes Prallblech geführt wird, wonach in den entstandenen Prallstrom das verflüssigte Gas aus einem Verteilrechen gesprührt wird.
10. 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulverstrahl mittig auf ein kegeliges Prallblech geführt wird, wonach in den entstandenen Prallstrom das verflüssigte Gas aus einer Ringleitung als Verteilrechen gesprührt wird.
15. 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als verflüssigtes Gas flüssiger Stickstoff eingesetzt wird.
20. 5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Speicherbehälter für eine pulverförmige Substanz, der in seinem oberen Teil mit einem Einfüllstutzen (1) für die pulverförmige Substanz und mit einer Verteilvorrichtung (4a,4b) für ein verflüssigtes Gas ausgestattet ist, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Abstand vom Austrittsende des Einfüllstutzens (1) und in der Nähe der Austrittsöffnungen der Verteilvorrichtung (4a,4b) für das verflüssigte Gas ein zur Einfüllrichtung schräg gestelltes Prallblech (2) angeordnet ist.
25. 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Prallblech (2a) eben geformt ist.
30. 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Prallblech (2b) die Form eines stumpfen Kegels besitzt und mit der Kegelspitze zum Einfüllstutzen zeigend, mittig unter diesem angeordnet ist.
35. 8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Prallblech (2a,2b) mit Halterungen (5) am Einfüllstutzen (1) befestigt ist.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilvorrichtung (4a) für das verflüssigte Gas aus einem seitlich neben dem Prallblech und im unteren Bereich dieses Prallblechs angeordneten geraden Rechen (4a) besteht.
35. 10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilvorrichtung (4b) für das verflüssigte Gas aus einer symmetrisch zum Kegel angeordneten Ringleitung (4b) als Rechen besteht.

#### 40 Claims

1. A process for cooling a powdery substance, in particular cement, which in the form of a powder jet is filled through a connecting pipe into a container and for the purpose of cooling is sprayed with a liquified gas, characterised in that the powder jet is firstly directed towards a baffle plate disposed obliquely to the filling direction, whereupon the liquified gas is sprayed into the finely distributed deflected stream which widens in cross-section.
2. A process as claimed in Claim 1, characterised in that the powder jet is conducted towards a planar baffle plate, whereupon the liquified gas is sprayed from a distributing grid into the formed deflected stream.
50. 3. A process as claimed in Claim 1, characterised in that the powder jet is conducted towards the centre of a conical baffle plate, whereupon the liquified gas is sprayed from an annular pipeline, which serves as distributing grid, into the formed deflected stream.
55. 4. A process as claimed in Claims 1 to 3, characterised in that liquid nitrogen is used as liquified gas.
5. A device for the implementation of the process claimed in Claim 1 with a storage container for a powdery substance, which in its upper part is equipped with a filling pipe (1) for the powdery substance and a distributing device (4a, 4b) for a liquified gas, characterised in that a baffle plate (2), disposed obliquely to

the filling direction, is arranged at an interval from the outlet end of the filling pipe (1) and in the vicinity of the outlet openings of the distributing device (4a, 4b) for the liquified gas.

- 5 6. A device for the implementation of the process claimed in Claim 5, characterised in that the baffle plate (2a) is of planar formation.
7. A device for the implementation of the process claimed in Claim 5, characterised in that the baffle plate (2b) has the shape of a truncated cone and, with the cone apex pointing towards the filling pipe, is arranged centrally beneath said filling pipe.
- 10 8. A device for the implementation of the process claimed in Claims 5 to 7, characterised in that the baffle plate (2a, 2b) is attached by retaining means (5) to the filling pipe (1).
- 15 9. A device for the implementation of the process claimed in Claim 6, characterised in that the distributing device (4a) for the liquified gas consists of a straight grid (4a) arranged laterally next to the baffle plate and in the lower region of this baffle plate.
- 20 10. A device for the implementation of the process claimed in Claim 7, characterised in that the distributing device (4b) for the liquified gas consists of an annular pipeline (4b) arranged symmetrically to the cone by way of grid.

### **Revendications**

- 25 1. Procédé pour refroidir un produit pulvérulent, en particulier du ciment, qui est introduit sous la forme d'un courant de poudre au moyen d'une tubulure de remplissage dans un récipient, et qui est arrosé au moyen d'un gaz liquéfié, pour assurer son refroidissement, caractérisé en ce qu'on dirige d'abord le courant de poudre sur une plaque de déflexion disposée en biais par rapport à direction de remplissage, et qu'on pulvérise ensuite le gaz liquéfié dans le courant de rebondissement, finement divisé, et s'élargissant en section transversale.
- 30 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on conduit le courant de poudre contre une plaque de déflexion, après quoi l'on pulvérise dans le courant de rebondissement qui en résulte le gaz liquéfié à partir d'un ratelier de distribution.
- 35 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on conduit le courant de poudre contre une plaque de déflexion conique, après quoi l'on pulvérise dans le courant de rebondissement qui en résulte le gaz liquéfié à partir d'une conduite annulaire servant de râtelier de distribution.
- 40 4. Procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on introduit comme gaz liquéfié de l'azote liquide.
- 45 5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, présentant un récipient de stockage pour un produit pulvérulent, muni à sa partie supérieure d'une tubulure de remplissage (1) pour le produit pulvérulent et d'un organe de distribution (4a ; 4b) pour un gaz liquéfié, caractérisé en ce qu'une plaque de déflexion (2) disposée obliquement par rapport à la direction de remplissage est disposée à distance de l'extrémité de sortie de la tubulure de remplissage (1) et à proximité des ouvertures de sortie de l'organe de distribution (4a ; 4b) du gaz liquéfié.
- 50 6. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la plaque de déflexion (2a) présente une forme plane.
7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la plaque de déflexion (2b) présente une forme tronconique avec le sommet du cône dirigé vers la tubulure de remplissage en étant disposé centralement en-dessous de cette dernière.
- 55 8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 5 à 7, caractérisé en ce que la plaque de déflexion (2a ; 2b) est fixée sur la tubulure de remplissage (1) au moyen d'attaches de fixation (5).
9. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'organe de

distribution (4a) pour le gaz liquéfié est composé d'un ratelier droit (4a) disposé latéralement à côté de la plaque de déflexion et dans la zone inférieure de cette plaque de déflexion.

- 5    **10. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de distribution (4b) pour le gaz liquéfié est composé d'une conduite annulaire (4b) servant de râtelier et disposée symétriquement par rapport au cône.**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

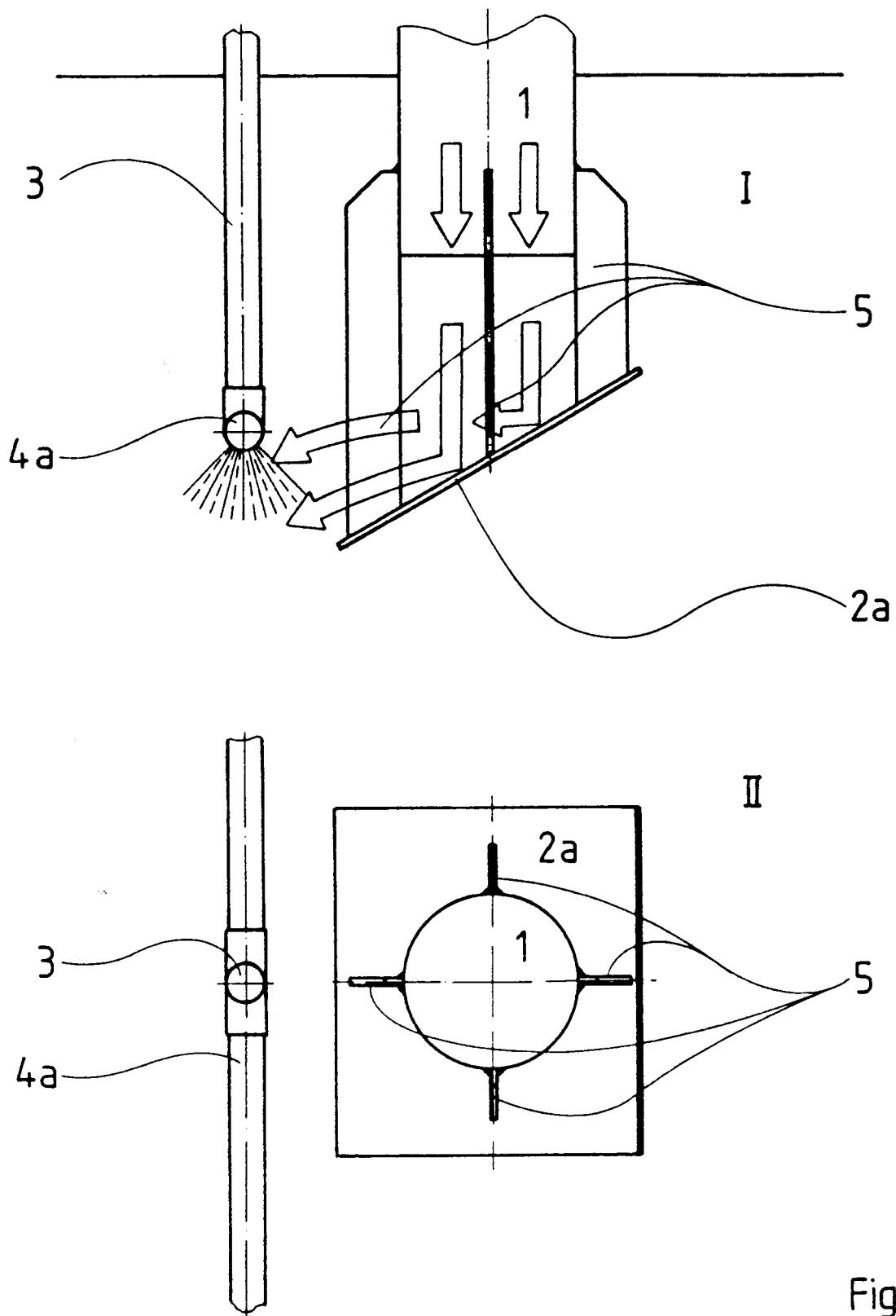


Fig. 1

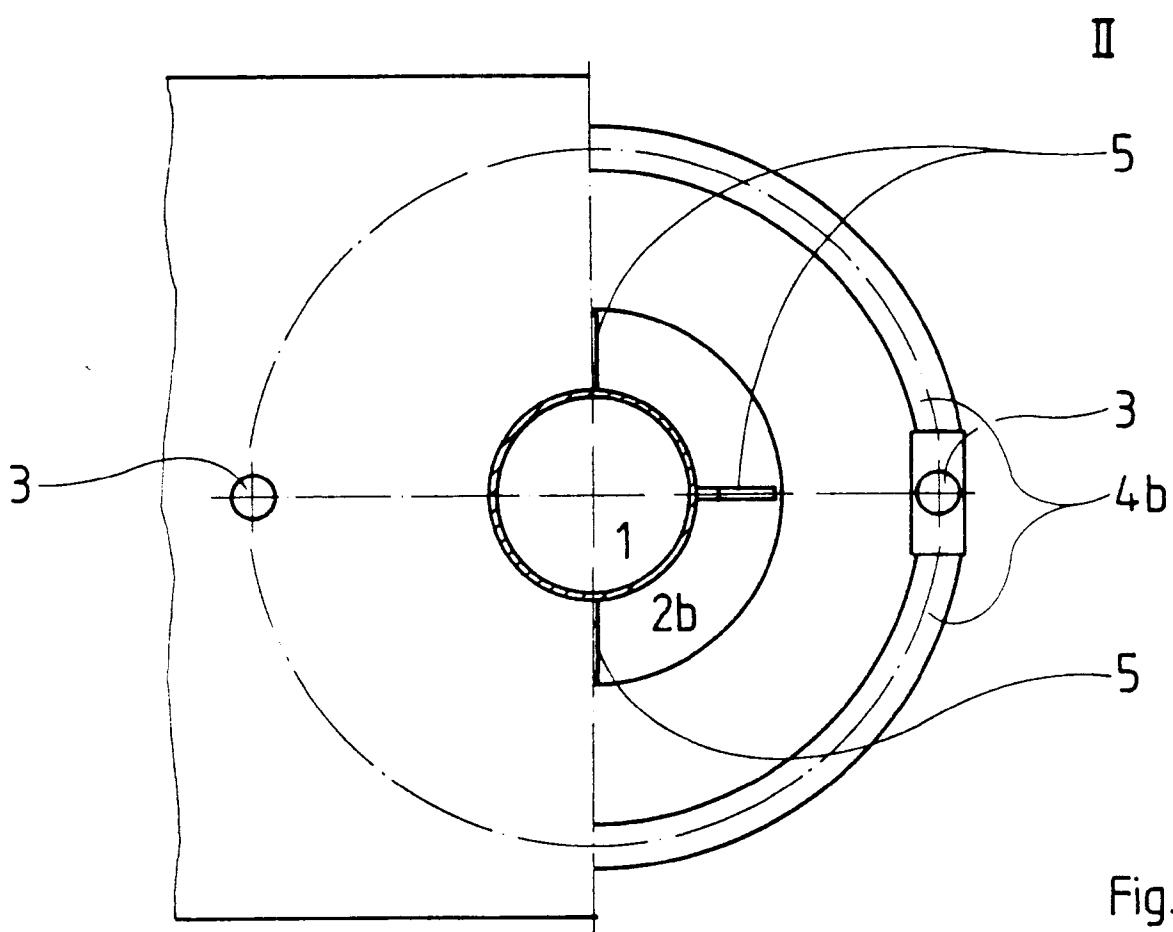
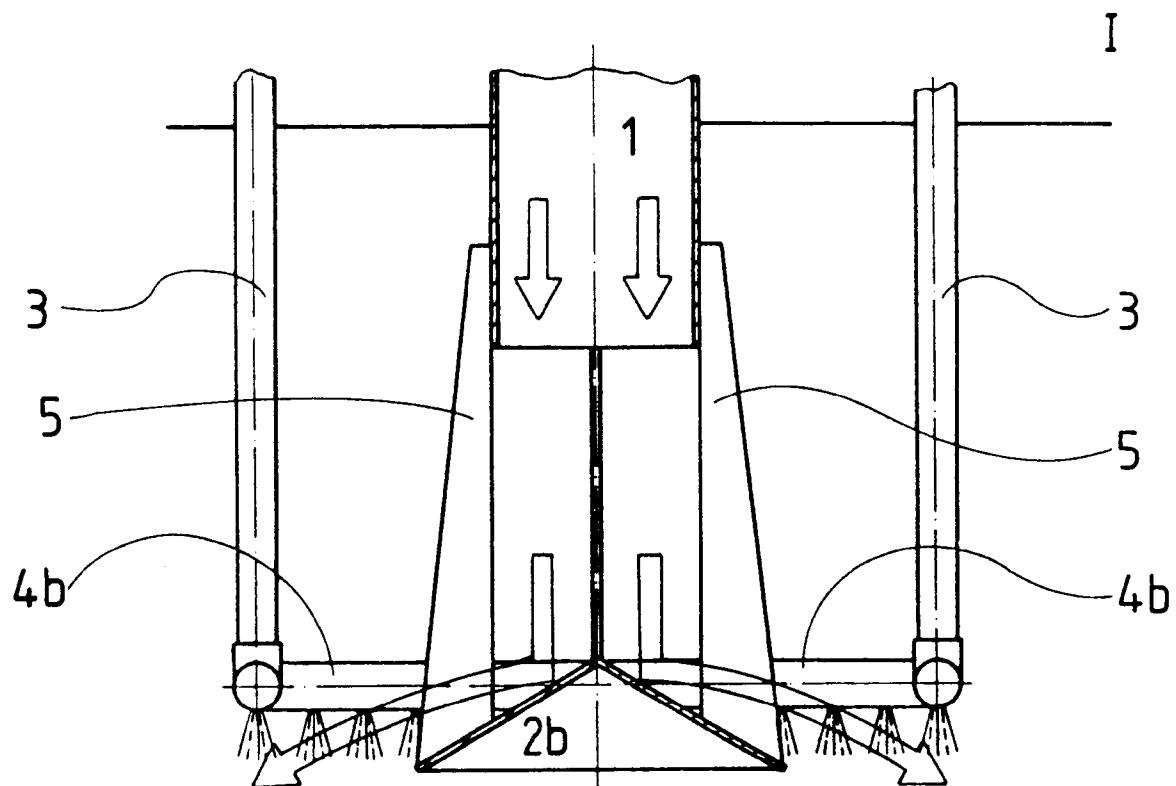


Fig. 2