



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.07.2002 Patentblatt 2002/30

(51) Int Cl.7: **B05B 7/00**

(21) Anmeldenummer: **01130831.9**

(22) Anmeldetag: **27.12.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Messerschmidt, Roman**
53121 Bonn (DE)
- **Steffens, Klaus-Jürgen, Dr.**
53359 Rheinbach (DE)
- **Wolf, Manfred, Dr.**
55444 Schöneberg (DE)

(30) Priorität: **11.01.2001 DE 10100867**

(71) Anmelder: **Bünder Glas GmbH**
32257 Bünde (DE)

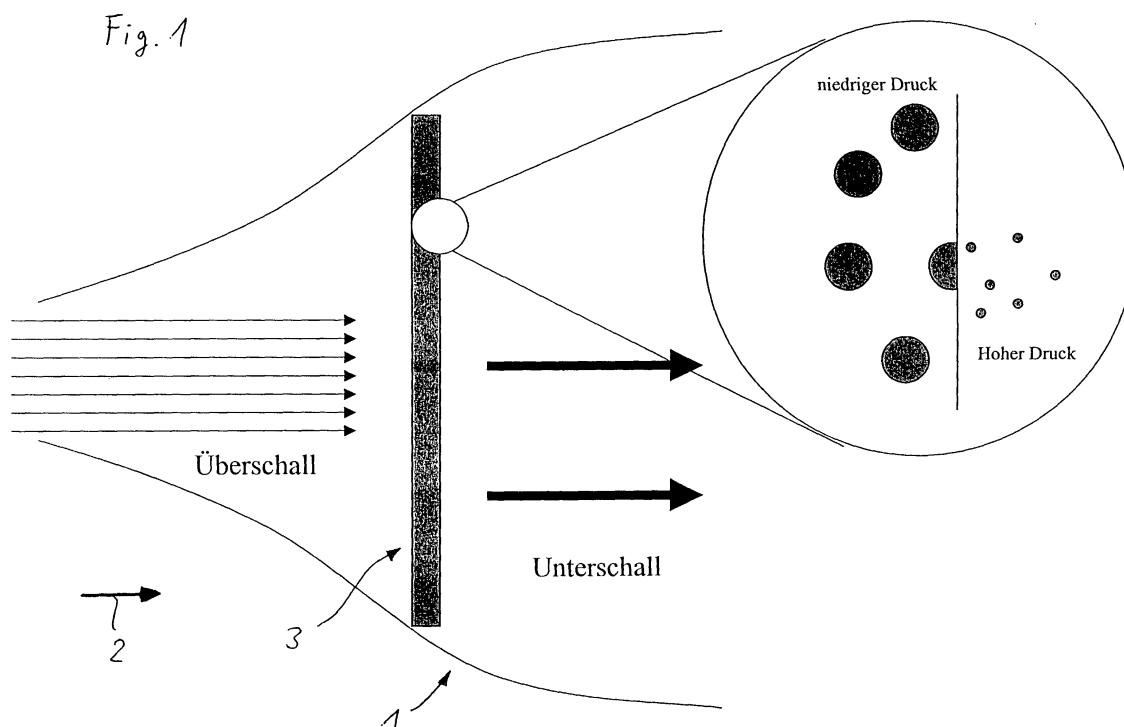
(72) Erfinder:
• **List, Klaus**
64385 Reichelsheim (DE)

(74) Vertreter: **Schirmer, Siegfried, Dipl.-Ing.**
Boehmert & Boehmert,
Patentanwalt,
Detmolder Strasse 235
33605 Bielefeld (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Aerosols**

(57) Verfahren zum Erzeugen eines Aerosols, bei dem ein mit Überschallgeschwindigkeit strömendes Gas, in dem Eingangspartikel suspendiert sind, so geführt wird, daß in dem Gas ein Verdichtungsstoß auftritt

und die Eingangspartikel beim Durchqueren des Verdichtungsstoßes in kleinere Ausgangspartikel zerlegt werden, sowie Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Aerosols.

[0002] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Aerosols zu schaffen, womit vorab erzeugte Flüssigkeits- und/oder locker zusammenhängende Feststoffpartikel (Eingangspartikel) in deutlich kleinere Ausgangspartikel in Form eines Aerosols zerlegt werden können.

[0003] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 7 gelöst.

[0004] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgezeigt.

[0005] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert, wobei auf eine Zeichnung Bezug genommen ist, in der

Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht auf einen Gas-Strömungsbereich das erfindungsgemäße Verfahren erläutert.

[0006] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Seiten- bzw. Schnittansicht zunächst einen inneren Konturverlauf eines Teils einer Düse 1, in der ein Gas in Strömungsrichtung (Pfeil 2) strömt. Die Düse 1 erweitert sich in Strömungsrichtung, d.h. ihr Querschnitt bzw. ihre innere Querschnittsfläche nimmt in Strömungsrichtung zu.

[0007] Entgegen der Strömungsrichtung befindet sich vor dem dargestellten Teil der (ebenen oder runden) Düse 1 ein sich verengender Teil und eine engste Stelle im Übergang zu dem dargestellten, sich erweiternden Teil. Beim Betrieb einer derartigen Düse, die auch als Laval-Düse bekannt ist, bildet sich ab einem bestimmten Druckverhältnis (Verhältnis des Drucks vor dem sich verengenden Teil zu dem Druck in der Umgebung hinter dem sich erweiternden Teil) eine Strömung mit Schallgeschwindigkeit im engsten Teil der Düse aus, während innerhalb des sich erweiternden Teils der Düse Überschallströmung herrscht. Das der Düse an ihrem sich verengenden Teil zugeführte Gas wird im vorliegenden Beispiel mit einem Ruhedruck von ca. 5 bar zugeführt, wobei das Gas bspw. aus einem Druckkessel entnommen oder durch einen Kompressor bereitgestellt wird. Die Temperatur des Druckgases vor der Einleitung in die Düse beträgt näherungsweise Raumtemperatur, d. h. ca. 20 bis 30°C.

[0008] An einem geeigneten Punkt, insbesondere vor der engsten Stelle der Düse, ist eine Einrichtung zum Zuführen von Eingangspartikeln angeordnet, mit der die zu zerlegenden bzw. zu zerkleinernden Partikel zugeführt und in dem Gas suspendiert werden. Hierbei kann es sich bspw. um einen Pumpzerstäuber handeln, mit dem ein relativ grobes Tropfenspektrum in dem Gasstrom suspendiert wird. Alternativ oder zusätzlich ist auch eine Zuführung in das mit Überschallgeschwindig-

keit strömende Gas möglich. Je nach Anwendungsbe-
reich des zu erzeugenden Aerosols kann es sich bei den
Eingangspartikeln um Flüssigkeitströpfchen handeln,
bspw. Wasser mit oder ohne Wirkstoffzusatz, oder um
ein Lösungsmittel wie etwa Alkohol. Alternativ kann vor-
gesehen sein, daß die Eingangspartikel aus Kraftstoff-
tröpfchen bestehen, bspw. für eine Verbrennungskraft-
maschine oder Feuerungsanlage. Schließlich kann es
sich bei den Eingangspartikeln (auch zusätzlich zu
Tröpfchen) um locker zusammenhängende, feste oder
halb feste Partikel handeln, die in (wesentlich) kleinere
Partikel zu zerlegen sind.

[0009] Die Düse 1 ist in an sich bekannter Weise unter
Berücksichtigung des Druckverhältnisses, bei dem sie
betrieben werden soll, so ausgelegt, daß sich im Verlauf
ihres sich erweiternden Teils ein Unterdruck gegenüber
der Umgebung, d.h. gegenüber dem an das Ende der
Düse 1 anschließenden Raum einstellt ("nicht
angepaßte Düse"), was zur Folge hat, daß sich in der
dargestellten Weise ein Verdichtungsstoß 3 innerhalb
der Düse 1 einstellt.

[0010] Überraschenderweise ist erkannt worden, daß
die von dem durch die Düse strömenden Gas getrage-
nen Eingangspartikel beim Durchtritt durch den Verdich-
tungsstoß, der einen sehr großen Druckgradienten
(Druckanstieg auf sehr engem Raum) beinhaltet, in ein
Spektrum wesentlich kleinerer Partikel bzw. Tröpfchen
zerlegt werden. Wenn bspw. der Kernbereich des Ver-
dichtungsstoßes, d.h. der Bereich mit dem größten
Druckgradienten, in Strömungsrichtung eine Dicke von
etwa 40 bis 50 µm aufweist, ist eine resultierender mitt-
lerer Tropfendurchmesser (logarithmische Normalver-
teilung) von zwischen 3 und 10 µm beobachtet worden,
während die Eingangspartikel Tröpfchen mit einem we-
sentlich größeren Durchmesser sind, bspw. 50 µm.

[0011] Bei einem Eingangsdruck von etwa 5 bar und
einer Eingangstemperatur von etwa 300 K erreicht man
in einer Laval-Düse mit einem engsten Querschnitt von
ca. 0,03 cm² bspw. einen Druck von etwa 2,5 bar und
eine Temperatur von etwa 250 K an der engsten Stelle.
Bei Querschnittserweiterung auf etwa 0,16 cm² steigt
die Strömungsgeschwindigkeit bis auf die 3,4-fache
Schallgeschwindigkeit (Mach = 3,4), während der Druck
auf ca. 0,1 bar und die Temperatur auf weniger als 100
K absinken. Ein Verdichtungsstoß bewirkt eine plötzli-
che Drucksteigerung näherungsweise auf Umgebungs-
druck (1 bar), während die Temperatur näherungsweise
ebenfalls auf Umgebungstemperatur ansteigt.

[0012] Es wird angenommen, daß der extrem große
Druckgradient innerhalb des Verdichtungsstoßes zu ei-
nem Zerreißen der ankommenden Eingangspartikel
führt, deren Abmessung in der Größenordnung der Dik-
ke des Verdichtungsstoßes liegt.

[0013] Während in Fig. 1 eine Situation dargestellt ist,
in der sich der Verdichtungsstoß vor dem in Strömungs-
richtung liegenden Ende der Düse befindet, d.h. inner-
halb der Düse, sind auch Situationen möglich, in denen
ein oder mehrere Verdichtungsstöße außerhalb der Dü-

se liegen.

[0014] Die Wandreibung des Gases im Bereich der inneren Wandoberfläche der Düse führt zum Auftreten von schiefen bzw. angewinkelten Verdichtungsstößen, was aufgrund der erhöhten Verweildauer der Eingangspartikel in den Verdichtungsstößen die gewünschte Zerkleinerungswirkung begünstigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Aerosols, bei dem ein mit Überschallgeschwindigkeit strömendes Gas, in dem Eingangspartikel suspendiert sind, so geführt wird, daß in dem Gas ein Verdichtungsstoß auftritt und die Eingangspartikel beim Durchqueren des Verdichtungsstoßes in kleinere Ausgangspartikel zerlegt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas innerhalb einer Umschließung geführt wird, deren Querschnitt sich in Strömungsrichtung erweitert, um Überschallgeschwindigkeit zu erreichen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich der Querschnitt der Umschließung zunächst verengt, um Schallgeschwindigkeit zu erreichen,
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas so geführt wird, daß der Verdichtungsstoß vor einem in Strömungsrichtung liegenden Ende der Umschließung und somit innerhalb der Umschließung auftritt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verdichtungsstoß bei etwa 2/3 der Länge eines sich erweiternden, in Strömungsrichtung an einen engsten Querschnitt anschließenden Abschnitt der Umschließung auftritt.
6. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas so geführt wird, daß der Verdichtungsstoß hinter einem in Strömungsrichtung liegenden Ende der Umschließung und somit außerhalb der Umschließung auftritt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eingangspartikel dem Gas zugeführt werden, während es in Ruhe ist oder eine Strömungsgeschwindigkeit unterhalb Schallgeschwindigkeit aufweist.
8. Vorrichtung zum Erzeugen eines Aerosols, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Mit-

tel zum Führen eines mit Überschallgeschwindigkeit strömenden Gases, in dem Eingangspartikel suspendiert sind, wobei das Mittel so ausgelegt ist, daß ein Verdichtungsstoß in dem Gas auftritt und die Eingangspartikel beim Durchqueren des Verdichtungsstoßes in kleinere Ausgangspartikel zerlegt werden.

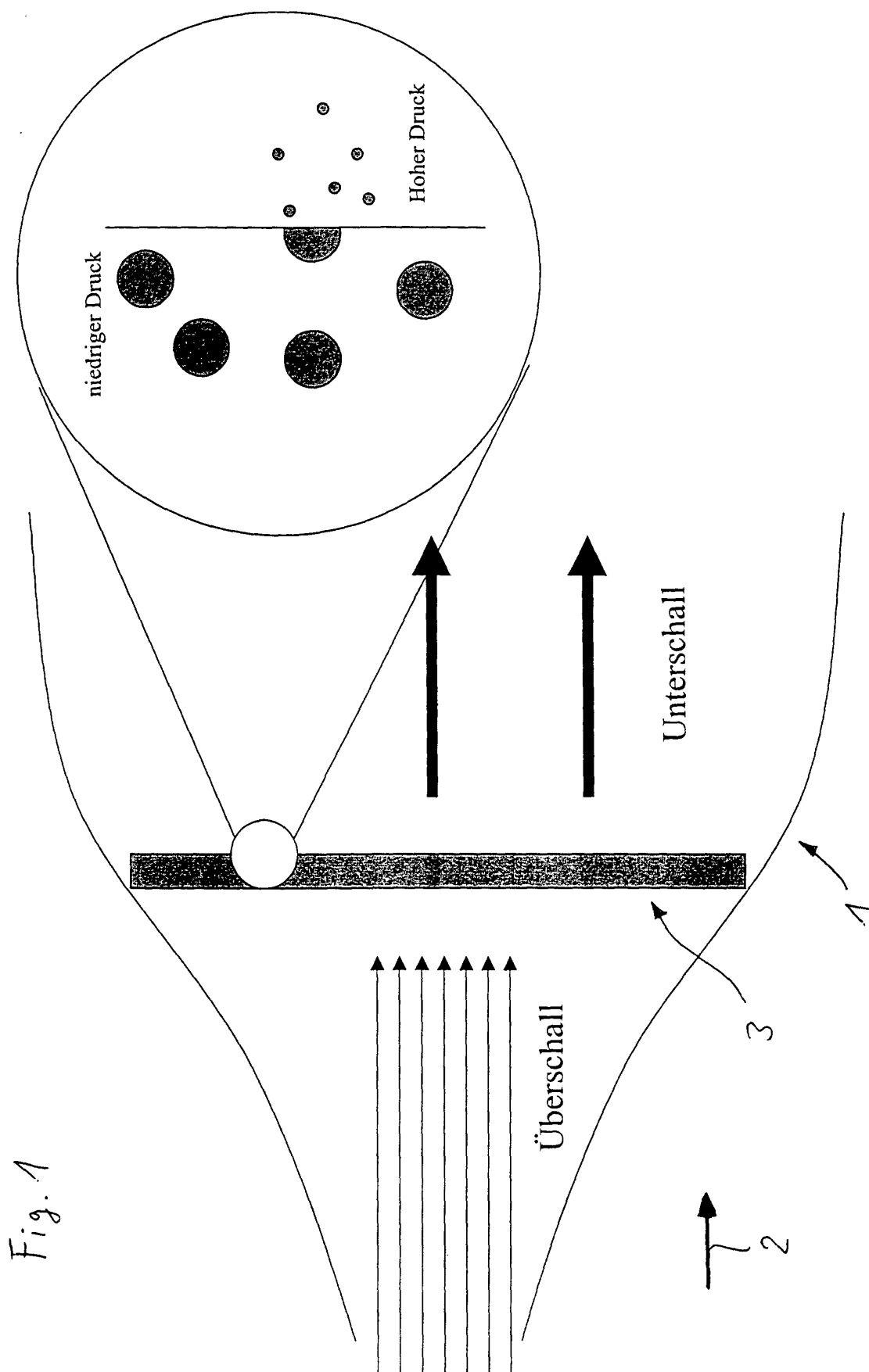
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Mittel eine das Gas führende Umschließung aufweist, deren Querschnitt sich anschließend an einen engsten Querschnitt in Strömungsrichtung erweitert.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Umschließung vor dem engsten Querschnitt einen sich in Strömungsrichtung verengenden Abschnitt aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Mittel eine Laval-Düse ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Laval-Düse nicht angepaßt ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zum Zuführen von Eingangspartikeln, insbesondere Zerstäubungseinrichtung.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zum Zuführen von Eingangspartikeln vor dem engsten Querschnitt, bevorzugt vor einem sich verengenden Abschnitt angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zum Bereitstellen von Druckgas, insbesondere Vorratsbehälter und/oder Pumpe.
16. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas in einem Ruhezustand vor einem sich verengenden Querschnitt einen Druck von 1 bis 250 bar, bevorzugt 2 bis 20 bar, weiter bevorzugt 3 bis 10 bar und weiter bevorzugt 5 bar aufweist.
17. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas in einem Ruhezustand vor einem sich verengenden Querschnitt eine Temperatur von -20°C bis 400°C, bevorzugt 0 bis 50°C, weiter bevorzugt 10 bis 30°C und weiter bevorzugt 20 bis 25°C aufweist.
18. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

daß das Gas Luft, N₂, O₂, CO₂ oder eine Mischung dieser Gase ist.

19. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eingangspartikel eine mittlere Größe von zwischen 20 und 200 µm, bevorzugt zwischen 40 und 100 µm und weiter bevorzugt zwischen 45 und 60 µm haben. 5
- 10
20. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausgangspartikel eine mittlere Größe von zwischen 1 µm und 10 µm, bevorzugt zwischen 2 µm und 5 µm und weiter bevorzugt von 3 µm haben. 15
21. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eingangspartikel Tröpfchen einer Flüssigkeit sind. 20
22. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeit Wasser ist. 25
23. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeit als Trägerflüssigkeit für einen Wirkstoff dient.
24. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wirkstoff arzneilich, insbesondere inhalationstherapeutisch, wirksam ist. 30
25. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeit ein Lösungsmittel ist, insbesondere Alkohol. 35
26. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeit brennbar und insbesondere Kraftstoff ist. 40
27. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eingangspartikel alternativ oder zusätzlich locker zusammenhängende feste oder halbfeste Partikel sind. 45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 13 0831

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 31 06 962 A (LECHLER GMBH & CO KG) 9. September 1982 (1982-09-09) * Seite 12, Absatz 2 - Seite 13, Absatz 1; Abbildungen 1,2,6 *	1,8-11, 14,21,22	B05B7/00
X	US 5 349 947 A (BAINES W DOUGLAS ET AL) 27. September 1994 (1994-09-27) * Spalte 5, Zeile 17 - Zeile 38 * * Spalte 7, Zeile 54 - Zeile 68; Abbildungen 1,4 *	1,8,17, 18,20,27	
A	US 4 294 208 A (WAGNER WILLIAM R) 13. Oktober 1981 (1981-10-13) * Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 12; Abbildung 2 *	1,8	
A	US 4 042 016 A (MUNK MICHAEL ET AL) 16. August 1977 (1977-08-16) * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 13; Abbildung 1 *	1,8	
A	US 4 702 415 A (HUGHES NATHANIEL) 27. Oktober 1987 (1987-10-27) * Spalte 9, Zeile 5 - Zeile 66; Abbildungen 1,2 *	1,8	
A	WO 90 05583 A (DUNNE STEPHEN TERENCE ;WESTON TERENCE E (GB)) 31. Mai 1990 (1990-05-31) * das ganze Dokument *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN	Abschlußdatum der Recherche 30. April 2002	Prüfer Daintith, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 13 0831

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-04-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3106962 A	09-09-1982	DE 3106962 A1	09-09-1982
		CH 655868 A5	30-05-1986
		FR 2500331 A1	27-08-1982
		IT 1149502 B	03-12-1986
		JP 57147465 A	11-09-1982
		SE 452958 B	04-01-1988
		SE 8200623 A	26-08-1982
		US 4483482 A	20-11-1984
US 5349947 A	27-09-1994	KEINE	
US 4294208 A	13-10-1981	DE 3112617 A1	16-06-1982
		FR 2479329 A1	02-10-1981
		JP 56151216 A	24-11-1981
US 4042016 A	16-08-1977	US 4118945 A	10-10-1978
US 4702415 A	27-10-1987	US 4635857 A	13-01-1987
		AU 3439884 A	13-06-1985
		EP 0162853 A1	04-12-1985
		EP 0162854 A1	04-12-1985
		EP 0162110 A1	27-11-1985
		WO 8502345 A1	06-06-1985
		WO 8502346 A1	06-06-1985
		WO 8502347 A1	06-06-1985
		US 4620670 A	04-11-1986
		US 4690332 A	01-09-1987
WO 9005583 A	31-05-1990	AT 116933 T	15-01-1995
		AU 4625089 A	12-06-1990
		AU 634190 B2	18-02-1993
		AU 4636989 A	12-06-1990
		DE 68920591 D1	23-02-1995
		DE 68920591 T2	04-05-1995
		DK 93291 A	16-05-1991
		EP 0445165 A1	11-09-1991
		EP 0445169 A1	11-09-1991
		WO 9005580 A1	31-05-1990
		WO 9005583 A1	31-05-1990
		GB 2242237 A ,B	25-09-1991
		JP 4502441 T	07-05-1992
		US 5125546 A	30-06-1992

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82