

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/172086 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*B03C 3/53* (2006.01)      *B03C 3/16* (2006.01)  
*B03C 3/49* (2006.01)      *B03C 3/64* (2006.01)  
*B03C 3/06* (2006.01)      *B03C 3/68* (2006.01)  
*B03C 3/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/061517

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Juni 2012 (15.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
11170145.4      16. Juni 2011 (16.06.2011)      EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **GEA BISCHOFF GMBH** [DE/DE]; Ruhrallee  
311, 45136 Essen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BÖCKER, Heinrich**  
[DE/DE]; Ulmenweg 8, 48653 Coesfeld (DE).  
**SCHIEREN, Wolfgang** [DE/DE]; Im Winkel 49, 45219  
Essen (DE). **SKROCH, Rainer** [DE/DE]; Am Höllsteg 11,  
60437 Frankfurt (DE). **WINDSCHMITT, Franz**  
[DE/DE]; Am Wartbaum 3, 63477 Maintal (DE).

(74) Anwälte: **ROHMANN, Michael** et al.; Andrejewski -  
Honke, Postfach 10 02 54, 45002 Essen (DE).

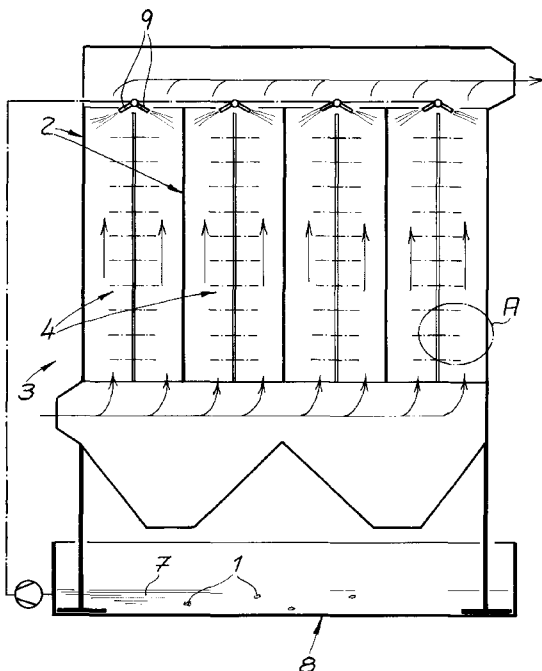
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REMOVING PARTICLES FROM A GAS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENTFERNUNG VON PARTIKELN AUS EINEM GAS

Fig. 1



(57) Abstract: Method for removing particles (1) from a gas, in particular a wet gas, the gas being conducted through at least one pipeline (2). At least particles (1) present in the gas are ionized or electrically charged by at least one ionization electrode (4) arranged in the pipeline (2) and are repelled or moved towards the pipeline wall (6) in the prevailing electric field. The particles (1) are absorbed and carried away on the pipeline wall (6) by a liquid film (7) on the pipeline wall (6). The maximum diameter (d) of the pipeline (2) is 500 mm to 2500 mm and preferably 900 mm to 1500 mm. In said method, the voltage applied to the ionization electrode (4) amounts to 80 kV to 350 kV, preferably 100 kV to 250 kV.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Entfernung von Partikeln (1) aus einem Gas, insbesondere aus einem nassen Gas, wobei das Gas durch zumindest eine Rohrleitung (2) geleitet wird. Zumindest in dem Gas vorhandene Partikel (1) werden mittels zumindest einer in der Rohrleitung (2) angeordneten Ionisierungselektrode (4) ionisiert bzw. elektrisch aufgeladen und im vorhandenen elektrischen Feld zur Rohrleitungswand (6) hin abgestoßen bzw. bewegt. Die Partikel (1) werden an der Rohrleitungswand (6) von einem auf der Rohrleitungswand (6) vorhandenen Flüssigkeitsfilm (7) aufgenommen und abtransportiert. Der maximale Durchmesser (d) der Rohrleitung (2) beträgt 500 mm bis 2500 mm und vorzugsweise 900 mm bis 1500 mm. Es wird mit einer an der Ionisierungselektrode (4) angelegten Spannung von 80 kV bis 350 kV, vorzugsweise von 100 kV bis 250 kV gearbeitet.



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

## Verfahren und Vorrichtung zur Entfernung von Partikeln aus einem Gas

### Beschreibung:

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung von Partikeln aus einem Gas, insbesondere aus einem nassen Gas und bevorzugt aus einem nassen gesättigten Gas, wobei das Gas durch zumindest eine Rohrleitung geleitet wird, wobei zumindest in dem Gas vorhandene Partikel mittels zumindest einer in der Rohrleitung angeordneten Ionisierungselektrode ionisiert bzw. elektrisch aufgeladen werden. Die Erfindung betrifft fernerhin eine Vorrichtung zur Entfernung von Partikeln aus einem Gas, insbesondere aus einem nassen Gas und bevorzugt aus einem nassen gesättigten Gas. Bei den Partikeln handelt es sich insbesondere um Verunreinigungspartikel, die aus dem Gas abgeschieden werden sollen. Mit dem Begriff Partikel sind im Rahmen der Erfindung insbesondere staubförmige oder flüssige Partikel oder auch Aerosole bezeichnet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das zu reinigende Gas einen weiter unten noch näher spezifizierten Feuchtigkeitsgehalt aufweist.
- Verfahren und Vorrichtungen zur Entfernung von Partikeln aus Gasen mit Hilfe einer Ionisierung des Gases bzw. einer elektrischen Aufladung sind aus der Praxis in verschiedenen Ausführungsformen, insbesondere unter den Begriffen Elektrofilter oder Elektroabscheider bekannt. Dabei werden in dem Gas vorhandene Partikel bzw. Verunreinigungspartikel mittels einer Ionisierungselektrode ionisiert bzw. elektrisch aufgeladen und an einer als Gegenelektrode zu der Ionisierungselektrode wirkenden Wand abgeschieden. Die Gegenelektrode wird auch als Abscheidungselektrode bezeichnet. Bei den Partikeln kann es sich insbesondere um feste oder auch um flüssige Partikel bzw. Verunreinigungspartikel handeln. Bei den aus der Praxis bekannten Verfahren und Vorrichtungen lässt häufig die Effizienz der Partikelabscheidung und somit der Wirkungsgrad zu wünschen übrig. Das gilt insbesondere für

5 nasse Gase. Um eine Steigerung der Effizienz bzw. des Wirkungsgrades zu erreichen, sind andererseits material- und kostenaufwendige Maßnahmen erforderlich. Bekannte Vorrichtungen zur Partikelabscheidung weisen häufig eine Vielzahl von Rohrleitungen mit relativ geringem Durchmesser auf. Das ist mit einem unerwünscht hohen Materialeinsatz verbunden sowie mit verhältnismäßig hohen Kosten. Diese bekannten Vorrichtungen zeichnen sich auch durch ein nachteilhaft hohes Gewicht aus. Darüber hinaus ist die Wartung und Reparatur der Vorrichtungen aufgrund der hohen Anzahl an Rohrleitungen mit geringem Durchmesser problematisch.

10

Demgegenüber liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die vorstehend geschilderten Nachteile effizient reduziert bzw. minimiert werden können. Der Erfindung liegt weiterhin das technische Problem zugrunde, eine entsprechende Vorrichtung zur Entfernung von Partikeln aus einem Gas anzugeben.

15

Zur Lösung dieses technischen Problems lehrt die Erfindung ein Verfahren zur Entfernung von Partikeln aus einem Gas, insbesondere aus einem nassen Gas und bevorzugt aus einem nassen gesättigten Gas, wobei das Gas durch zumindest eine Rohrleitung geleitet wird,

20

wobei zumindest in dem Gas vorhandene Partikel mittels zumindest einer in der Rohrleitung angeordneten Ionisierungselektrode ionisiert bzw. elektrisch aufgeladen werden und zur Rohrleitungswand bewegt werden,

25

wobei die Partikel an der Rohrleitungswand von einem auf der Rohrleitungswand vorhandenen Flüssigkeitsfilm aufgenommen und abtransportiert werden,

wobei der maximale Durchmesser der Rohrleitung 500 mm bis 2500 mm, vorzugsweise 900 mm bis 1500 mm beträgt und wobei mit einer an der Ionisierungselektrode angelegten Spannung von 80 kV bis 350 kV, vorzugsweise von 100 kV bis 250 kV gearbeitet wird.

5

Die Rohrleitungen bezeichnet man im Übrigen auch als Niederschlagselektroden. Bevorzugt beträgt der maximale Durchmesser der Rohrleitung 1000 bis 1500 mm sehr bevorzugt 1000 bis 1350 mm und besonders bevorzugt mehr als 1000 mm. - Durchmesser einer Rohrleitung

10 meinte im Rahmen der Erfindung insbesondere den Innendurchmesser einer Rohrleitung. Empfohlenermaßen weisen alle Rohrleitungen eines Rohrleitungsbündels den gleichen Durchmesser bzw. den gleichen maximalen Durchmesser auf oder im Wesentlichen den gleichen Durchmesser bzw. im Wesentlichen den gleichen maximalen Durchmesser auf. Der Begriff maximaler  
15 Durchmesser wurde insbesondere gewählt um deutlich zu machen, dass bei einer Rohrleitung mit bezüglich eines Querschnittes der Rohrleitung unterschiedlichen Durchmessern der größte bzw. maximale Durchmesser gemeint ist. Das trifft beispielsweise für eine Rohrleitung mit hexagonalem Querschnitt zu. Bei einer Rohrleitung mit exakt kreisrundem Querschnitt  
20 entspricht der maximale Durchmesser dann dem bezüglich eines Querschnittes der Rohrleitung überall gleichen Durchmesser. Es liegt im Übrigen im Rahmen der Erfindung, dass eine Rohrleitung über ihre Länge den gleichen Durchmesser bzw. einen im Wesentlichen gleichen Durchmesser aufweist.

25 Die an der Ionisierungselektrode angelegte Spannung beträgt vorzugsweise mehr als 100 kV, bevorzugt 105 kV bis 250 kV und besonders bevorzugt 110 kV bis 250 kV. Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass mit einer an der Ionisierungselektrode angelegten Spannung von mehr als 110 kV gearbeitet wird.

Bei den aus dem Gas zu entfernenden Partikeln handelt es sich insbesondere um im Gas enthaltene feste oder flüssige Verunreinigungspartikel, wie beispielsweise Staub und Schwefelsäure-Aerosole. Mit dem im Patentanspruch 5 1 beanspruchten Merkmal, wonach "zumindest" die aus dem Gas zu entfernenden Partikel elektrisch aufgeladen werden, wird ausgedrückt, dass grundsätzlich auch alle in dem Gas enthaltenen Gaspunkten bzw. Gasmoleküle bzw. die zu dem Gas gehörenden Gaspunkt bzw. Gasmoleküle ionisiert bzw. elektrisch aufgeladen werden können und zur Rohrleitungswand hin bewegt werden können. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass lediglich bzw. in 10 erster Linie die aus dem Gas zu entfernenden Partikel bzw. Verunreinigungspartikel von dem Flüssigkeitsfilm auf der Rohrleitungswand aufgenommen und abtransportiert werden. Zweckmäßigerweise werden die Partikel entweder in der Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms gelöst und in Form einer Lösung abtransportiert oder feste Partikel werden mit der Flüssigkeit des 15 Flüssigkeitsfilms in Form einer Suspension abtransportiert. Es empfiehlt sich, dass für die die Partikel abtransportierende Flüssigkeit bzw. für die ablaufende Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms ein Auffangbehälter vorhanden ist. Bei der Flüssigkeit handelt es sich bevorzugt um Wasser bzw. leitfähiges Wasser oder 20 um eine Mischung aus Wasser und Schwefelsäure.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Partikel aus einem nassen Gas entfernt werden und dass es sich somit um ein Nassgasreinigungsverfahren handelt. Nasse Gase meint im Rahmen der 25 Erfindung insbesondere Gase mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 2 bis 50 Vol.-% und bevorzugt 3 bis 40 Vol.-% und zwar bei einer Temperatur von 25 bis 75°C und bei einem Druck von 1 bar. Zweckmäßigerweise handelt es sich bei dem nassen Gas um ein wasserdampfgesättigtes Gas. Wie weiter unten

noch ausgeführt betrifft die Erfindung unter anderem ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernung von Partikeln aus nassen korrosiven Gasen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die aus dem Gas zu entfernenden  
5 Partikel von einer Ionisierungselektrode über eine Corona-Entladung elektrisch aufgeladen werden. Die auf diese Weise aufgeladenen Partikel werden dann im vorhandenen elektrischen Feld zur Rohrleitungswand hin bewegt und an der Rohrleitungswand abgeschieden. Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, dass die Rohrleitungswand gleichsam als Gegenelektrode zu der Ionisierungselektrode wirkt. Zweckmäßigerweise wird die Rohrleitungswand einer Rohr-  
10 leitung geerdet.

Vorzugsweise wird das Gas mit einer Gasgeschwindigkeit von 0,2 bis 4 m/s bevorzugt mit einer Gasgeschwindigkeit von 1 bis 3,5 m/s und besonders  
15 bevorzugt mit einer Gasgeschwindigkeit von 2 bis 3 m/s durch die Rohrleitung geführt. Die Gastemperatur beträgt zweckmäßigerweise 35 bis 100°C und insbesondere 40 bis 80°C.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird ein korrosives Gas bzw. ein  
20 korrosives nasses Gas im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens gereinigt bzw. durch die zumindest eine Rohrleitung geleitet. Korrosives Gas meint insbesondere ein säurehaltiges Gas. Gemäß einer Ausführungsform wird ein schwefeldioxidhaltiges Gas gereinigt und der Schwefeldioxidgehalt beträgt bevorzugt 5 bis 50 Gew.-%, insbesondere 10 bis 30 Gew.-%. Es liegt im  
25 Rahmen der Erfindung, dass es sich bei dem erfindungsgemäß zu reinigenden Gas um ein Abgas bzw. um ein schwefeldioxidhaltiges Abgas aus dem Bereich der Nichteisenmetallurgie oder der chemischen Industrie handelt. - Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird im Rahmen des erfindungsge-

mäßen Verfahrens ein nasses Gas bzw. nasses Abgas aus der Stahlindustrie gereinigt.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung zur Entfernung von  
5 Partikeln aus einem Gas, insbesondere aus einem nassen Gas und bevorzugt aus einem korrosiven nassen Gas, wobei zumindest eine Rohrleitung zum Durchleiten des Gases vorgesehen ist,

wobei sich in Längsrichtung der Rohrleitung über zumindest einen Teilbereich  
10 der Rohrleitung zumindest eine Ionisierungselektrode zur Ionisierung bzw. zur elektrischen Aufladung zumindest der in dem Gas enthaltenen Partikel erstreckt, so dass die Partikel aufgrund der Aufladung und des vorhandenen elektrischen Feldes zur Rohrleitungswand bewegt werden,

15 wobei die Rohrleitungswand mit einem Flüssigkeitsfilm zur Aufnahme und zum Abtransport der Partikel bedeckt bzw. benetzt ist,

wobei der maximale Durchmesser der Rohrleitung 500 mm bis 2500 mm, vorzugsweise 900 mm bis 1500 mm beträgt

20

und wobei die an der Ionisierungselektrode angelegte Spannung 80 kV bis 350 kV, vorzugsweise 100 kV bis 250 kV beträgt. - Es versteht sich, dass die hier und nachfolgend zu der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschriebenen Merkmale sich auch auf das erfindungsgemäße Verfahren beziehen können

25 bzw. auch im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden können.

Grundsätzlich kann im Rahmen der Erfindung auch nur eine einzige Rohrleitung zur Reinigung des Gases verwendet werden. Nach sehr bevorzugter

Ausführungsform der Erfindung sind jedoch eine Mehrzahl von Rohrleitungen zu einem Rohrleitungsbündel kombiniert und die Rohrleitungen dieses Rohrleitungsbündels verlaufen parallel bzw. im Wesentlichen parallel zueinander. Zweckmäßigerweise sind in einem solchen Rohrleitungsbündel die  
5 Rohrleitungen direkt bzw. unmittelbar nebeneinander angeordnet.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung kann eine Rohrleitung einen kreisrunden bzw. einen im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt aufweisen. Eine ganz besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch  
10 gekennzeichnet, dass die zumindest eine Rohrleitung bzw. die Rohrleitungen einen hexagonalen Querschnitt aufweist/aufweisen. Der Querschnitt entspricht dabei zweckmäßigerweise einem gleichseitigen Sechseck mit sechs gleichlangen Seiten. Es empfiehlt sich, dass eine Mehrzahl von Rohrleitungen mit hexagonalem Querschnitt in einem Rohrleitungsbündel unmittelbar neben-  
15 einander angeordnet sind. Bei Rohrleitungen mit hexagonalem Querschnitt kann in vorteilhafter Weise eine sehr weitgehende bzw. vollständige Raumausnutzung realisiert werden. Nach besonders bevorzugter Ausführungsform sind dabei die Sechseckseiten der Rohrleitungen jeweils gemeinsame Wände von benachbarten Rohrleitungen. Bei hexagonalem Querschnitt der Rohr-  
20 leitungen wird diese Ausführungsform insbesondere unter dem Begriff Rohrleitungsbündel verstanden. - Außerdem zeichnen sich Rohrleitungen mit hexagonalem Querschnitt im Rahmen der erfindungsgemäßen Merkmalskombination durch eine überraschend funktionssichere und effektive Abscheidung von Partikeln aus.

25

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrleitungswand der Rohrleitung bzw. die Rohrleitungswände der Rohrleitungen aus Kunststoff bzw. im Wesentlichen aus Kunststoff besteht/bestehen. Diese Ausführungsform empfiehlt sich vor allem,

wenn ein nasses korrosives Gas gereinigt werden soll. Vorzugsweise besteht die gesamte Rohrleitungswand einer Rohrleitung zu mehr als 75 Gew.-%, bevorzugt zu mehr als 80 Gew.-% und besonders bevorzugt zu mehr als 85 Gew.-% aus Kunststoff. Bei dem Kunststoff handelt es sich insbesondere um  
5 ein Polyolefin, bevorzugt um Polypropylen. Auch der Materialauswahl des Polyolefins kommt im Hinblick auf die Lösung des technischen Problems im Rahmen der Erfindung besondere Bedeutung zu.

Eine ganz besonders empfohlene Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich  
10 dadurch aus, dass die zumindest eine Rohrleitung bzw. die zumindest eine Rohrleitungswand eine elektrisch leitfähige Innenoberfläche aufweist. Innenoberfläche meint dabei die Oberfläche der Rohrleitung, die der Ionisierungselektrode zugewandt ist. Besonders bevorzugt ist im Rahmen der Erfindung, dass die Rohrleitungswand der Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen ein Laminat  
15 aus zumindest einer äußeren nicht elektrisch leitfähigen Trägerschicht und zumindest einer elektrisch leitfähigen Innenoberflächenschicht ist. Empfohlenermaßen besteht die Trägerschicht aus nicht leitfähigem Kunststoff bzw. im Wesentlichen aus nicht leitfähigem Kunststoff und bevorzugt besteht die Innenoberflächenschicht aus elektrisch leitfähigem Kunststoff. Elektrisch  
20 leitfähiger Kunststoff meint insbesondere einen durch zumindest einen Zusatz modifizierten Kunststoff, durch den eine elektrische Leitfähigkeit des Kunststoffes erreicht wird. Empfohlenermaßen sind in dem elektrisch leitfähigen Kunststoff Kohlenstoffpartikel und/oder Kohlenstofffasern bzw. Carbonfasern enthalten. Grundsätzlich können aber zur Gewährleistung der elektrischen  
25 Leitfähigkeit auch andere Zusätze in dem Kunststoff der Innenoberflächenschicht enthalten sein. Bei dem Kunststoff der Trägerschicht handelt es sich empfohlenermaßen um ein Polyolefin und besonders bevorzugt um Polypropylen bzw. schwerentflammbares Polypropylen. Nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird die Rohrleitung bzw. die

Rohrleitungswandung mit der zumindest einen Trägerschicht aus Kunststoff und der zumindest einen elektrisch leitfähigen Innenoberflächenschicht aus Kunststoff durch Koextrudieren bzw. als Koextrudat hergestellt.

- 5   Zweckmäßigerweise beträgt die Dicke der Trägerschicht bzw. die Gesamtdicke der Trägerschichten 10 bis 35 mm, vorzugsweise 10 bis 30 mm und bevorzugt 15 bis 25 mm. Empfohlenermaßen beträgt die Dicke der Innenoberflächenschicht 1 bis 10 mm, vorzugsweise 1,5 bis 7 mm und bevorzugt 2 bis 5 mm.
- 10   Es empfiehlt sich, dass eine Ionisierungselektrode zentralmittig in der zugeordneten Rohrleitung angeordnet ist. Bevorzugt stimmt also die zentrale Längsachse der Ionisierungselektrode mit der zentralen Längsachse der Rohrleitung überein. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass sich eine Ionisierungselektrode in Längsrichtung der zugeordneten Rohrleitung erstreckt,
- 15   wobei vorzugsweise Ionisierungsdorne in Längsrichtung der Ionisierungselektrode und über den Umfang der Ionisierungselektrode verteilt angeordnet sind. Zweckmäßigerweise sind die Ionisierungsdorne quer zur Längsachse der Ionisierungselektrode angeordnet und bevorzugt senkrecht bzw. im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse der Ionisierungselektrode
- 20   angeordnet. Es empfiehlt sich, dass die Spitzen der Ionisierungsdorne in Richtung der Rohrleitungswand weisen. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass eine Corona-Entladung zur Aufladung zumindest der Partikel an den Spitzen der Ionisierungselektrode stattfindet. - Gemäß bevorzugter Ausführungsform der Erfindung besteht die Ionisierungselektrode bzw.
- 25   bestehen die Ionisierungselektroden aus Blei bzw. im Wesentlichen aus Blei oder aus Edelstahl bzw. im Wesentlichen aus Edelstahl.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Längsachse der Rohrleitung bzw. die Längsachsen der Rohrleitungen eines Rohrleitungsbündels vertikal bzw. im

Wesentlichen vertikal angeordnet ist/sind. Nach einer Ausführungsform wird das zu reinigende Gas von unten in die vertikal angeordnete Rohrleitung bzw. in die vertikal angeordneten Rohrleitungen eingeführt und durchströmt somit die Rohrleitung bzw. die Rohrleitungen von unten nach oben. Bei vertikaler

5 Anordnung der Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen fließt die Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilmes insbesondere mit den aufgenommenen Partikeln aus dem Gas unter Einwirkung der Schwerkraft vertikal nach unten und zweckmäßigerweise in einen unterhalb der Rohrleitung bzw. unterhalb der Rohrleitungen angeordneten Auffangbehälter. - Vorzugsweise beträgt die

10 Länge der Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen 3 bis 9 m, bevorzugt 4 bis 6 m und besonders bevorzugt 4,5 bis 5,4 m.

Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, dass die von den aufgeladenen und abgestoßenen Partikeln beaufschlagte Innenoberfläche der Rohrleitungswand vollständig bzw. quasi vollständig von dem Flüssigkeitsfilm bedeckt ist.

15 Zweckmäßigerweise befindet sich auf der Rohrleitungswand somit ein durchgehender bzw. ein lückenloser Flüssigkeitsfilm. Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, dass der Flüssigkeitsfilm während des Betriebs der erfindungsgemäßen Vorrichtung stets vorhanden ist und kontinuierlich an der Rohr-

20 leitungswand abfließt. Bei der Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilmes handelt es sich bevorzugt um Wasser.

Es empfiehlt sich, dass zumindest eine Flüssigkeitsabgabevorrichtung vorgesehen ist, mit der Flüssigkeit bzw. Flüssigkeitsnebel in die Rohrleitung bzw. in

25 die Rohrleitungen einbringbar ist. Zweckmäßigerweise ist der Flüssigkeitsfilm auf der Rohrleitungswand bzw. auf den Rohrleitungswänden zumindest teilweise mittels dieser Flüssigkeit aus der Flüssigkeitsabgabevorrichtung erzeugbar. Bei vertikaler Anordnung der Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen ist die zumindest eine Flüssigkeitsabgabevorrichtung vorzugsweise oberhalb der

Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen angeordnet. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Flüssigkeitsfilm an der Rohrleitungswand bzw. an den Rohrleitungswänden zum einen mittels der Feuchtigkeit des durchströmenden nassen Gases erzeugt und zum anderen mittels der aus der

5 Flüssigkeitsabgabevorrichtung abgegebenen Flüssigkeit. Wie oben bereits dargelegt, handelt es sich bei der Flüssigkeit bevorzugt um Wasser bzw. um leitfähiges Wasser. Es liegt auch im Rahmen der Erfindung eine mit Wasser verdünnte Schwefelsäure als Flüssigkeit einzusetzen. Das Einbringen der Flüssigkeit mit der zumindest einen Flüssigkeitsabgabevorrichtung kann im

10 Übrigen kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen. Bei vertikaler Anordnung der Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen fließt die Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilmes insbesondere unter Einwirkung der Schwerkraft nach unten und vorzugsweise in einen unterhalb der Rohrleitung bzw. unterhalb der Rohrleitungen angeordneten Auffangbehälter.

15 Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Vorrichtung als einstufige Vorrichtung mit lediglich einer Filterstufe bzw. Filtereinrichtung eingesetzt werden. Es liegt aber auch im Rahmen der Erfindung, dass eine erfindungsgemäße Vorrichtung zwei oder mehr Filterstufen bzw. Filtereinrichtungen aufweist. Zweckmäßigerweise besteht dann jede Filterstufe bzw. Filtereinrichtung aus einer

20 einzigen Rohrleitung oder aus einer Mehrzahl von nebeneinander und parallel zu einander angeordneten Rohrleitungen.

Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung weiterhin eine Vor-

25 richtung zum Entfernen von Partikeln aus einem nassen Gas, insbesondere aus einem nassen gesättigten Gas, wobei zumindest zwei Filterstufen bzw. Filtereinrichtungen übereinander bzw. vertikal übereinander in einem einzigen Gehäuse angeordnet sind, wobei jede Filtereinrichtung zumindest eine Rohrleitung zum Durchleiten des zu reinigenden nassen Gases aufweist,

- wobei sich in Längsrichtung der Rohrleitungen über zumindest einen Teilbereich jeder Rohrleitung zumindest eine Ionisierungselektrode zur Ionisierung bzw. zur elektrischen Aufladung zumindest der in dem Gas
- 5 enthaltenen Partikel erstreckt, so dass die Partikel aufgrund der Aufladung zur Rohrleitungswand abgestoßen bzw. gedrückt werden, wobei die Rohrleitungswand jeder Rohrleitung mit einem Flüssigkeitsfilm zur Aufnahme und zum Abtransport der Partikel bedeckt bzw. benetzt ist,
- 10 wobei der maximale Durchmesser der Rohrleitungen 500 mm bis 2500 mm, vorzugsweise 900 mm bis 1500 mm beträgt und wobei eine Auffangeinrichtung vorgesehen ist, mit der verhindert wird, dass Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms bzw. der Flüssigkeitsfilme aus einer oberen Filterstufe bzw. Filtereinrichtung in die darunter angeordnete bzw. in die vertikal darunter angeordnete Filterstufe
- 15 bzw. Filtereinrichtung gelangt.

Die an den Ionisierungselektroden der zumindest zwei Filterstufen bzw. Filtereinrichtungen angelegte Spannung beträgt empfehlenermaßen 80 kV bis 350 kV, vorzugsweise 100 kV bis 250 kV.

20

- Vorzugsweise können alle zu der zuerst beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung angeführten Merkmale bzw. Ausführungsformen auch bei der hier beschriebenen erfindungsgemäßen zwei- oder mehrstufigen Vorrichtung realisiert sein bzw. bei einer oder mehreren Filterstufen/Filtereinrichtungen
- 25 dieser Vorrichtung realisiert sein. Das betrifft unter anderem die Anordnung, die Ausgestaltung, den Durchmesser und die Querschnittsform der Rohrleitungen, den Feuchtigkeitsgehalt, die Geschwindigkeit und die Temperatur des zur reinigenden Gases und die Ausgestaltung der Ionisierungselektroden sowie die an den Ionisierungselektroden angelegte Spannung.

Nach besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung weist jede Filterstufe bzw. Filtereinrichtung der zwei- bzw. mehrstufigen Vorrichtung eine eigene bzw. eine separate Hochspannungsversorgungseinrichtung auf. Es liegt  
5 im Rahmen der Erfindung, dass die Hochspannung jeder Filterstufe separat eingestellt bzw. gesteuert werden kann und somit die Hochspannung für die verschiedenen Filterstufen auch unterschiedlich eingestellt werden kann.

Grundsätzlich kann in einer Filterstufe der erfindungsgemäßen zwei- oder  
10 mehrstufigen Vorrichtung auch nur eine einzige Rohrleitung zur Reinigung des Gases eingesetzt werden. Nach besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist jedoch in zumindest einer Filterstufe bzw. Filtereinrichtung, vorzugsweise in den zumindest zwei Filterstufen bzw. Filtereinrichtungen jeweils eine Mehrzahl von Rohrleitungen zu einem Rohrleitungsbündel  
15 zusammengefasst bzw. kombiniert.

Gemäß bevorzugter Ausführungsform wird die erfindungsgemäße zweistufige bzw. mehrstufige Vorrichtung zur Reinigung von Gasen bzw. Abgasen aus der Stahlindustrie eingesetzt. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass mit dieser  
20 Vorrichtung nicht korrosive bzw. wenig korrosive Gase gereinigt werden. Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen zwei-/mehrstufigen Vorrichtung bestehen die Rohrleitungswände der Rohrleitungen aus Metall und bevorzugt aus Stahl. Eine besonders empfohlene Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass für jede Filterstufe/Filtereinrichtung  
25 der zwei-/mehrstufigen Vorrichtung zumindest eine Flüssigkeitsabgabevorrichtung vorgesehen ist, mit der Flüssigkeit in die Rohrleitungen einbringbar ist bzw. auf die Rohrleitungswände aufbringbar ist. Zweckmäßigerweise ist zumindest eine Flüssigkeitsabgabevorrichtung oberhalb der Rohrleitung bzw. der Rohrleitungen einer Filterstufe angeordnet. Gemäß einer Ausführungsvariante wird

die erfindungsgemäße zwei-/mehrstufige Vorrichtung diskontinuierlich betrieben und nach Abschaltung der an den Ionisierungselektroden anliegenden Spannung wird Flüssigkeit mit der Flüssigkeitsabgabevorrichtung bzw. mit den Flüssigkeitsabgabevorrichtungen zum Abreinigen der Rohrleitungswände auf  
5 die Rohrleitungswände aufgebracht.

Eine ganz besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer oberen Filterstufe bzw. Filtereinrichtung und einer unmittelbar darunter bzw. vertikal darunter angeordneten unteren  
10 Filterstufe bzw. Filtereinrichtung ein Auffangboden für die aus der oberen Filterstufe ablaufende Flüssigkeit vorgesehen ist. Der Auffangboden dient also zum Auffangen dieser nach unten ablaufenden Flüssigkeit und verhindert, dass Flüssigkeit aus der oberen Filterstufe in die untere bzw. in die darunter angeordnete Filterstufe gelangt.

15

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das zu reinigende Gas das Gehäuse bzw. die Filterstufen von unten nach oben, empfehlenermaßen vertikal oder im Wesentlichen vertikal von unten nach oben durchströmt. Gemäß einer bewährten Ausführungsform durchströmt das zu reinigende Gas zunächst die  
20 Rohrleitungen einer unteren Filterstufe von unten nach oben, anschließend durchströmt das Gas den Auffangboden und daraufhin die Rohrleitungen einer oberen Filterstufe von unten nach oben.

Es empfiehlt sich, dass die Auffangeinrichtung bzw. der Auffangboden für die  
25 Flüssigkeit eine Mehrzahl von Öffnungen für das durchströmende und zu reinigende Gas aufweist. Diese Öffnungen sind mit der Maßgabe ausgebildet bzw. mit der Maßgabe geschützt, dass ein Durchdringen der Flüssigkeit aus der oberen Filterstufe durch diese Öffnungen verhindert wird. Zweckmäßigerweise ist der Auffangboden wie ein Kolonnenboden bzw. Siebboden einer

Destillationskolonne ausgebildet. Empfohlenermaßen sind aus der Oberseite des Auffangbodens herausragende Stege vorgesehen, die zum einen längliche Öffnungskanäle für das durchströmende Gas begrenzen und zum anderen Ablaufrinnen für die aufgefangene Flüssigkeit bilden. Vorzugsweise werden die

5 länglichen Öffnungskanäle jeweils durch zumindest ein Haubenelement abgedeckt, wobei die Öffnungen für das durchströmende Gas zwischen den Haubenelementen und den Stegen vorgesehen sind und wobei die Haubenelemente die Öffnungskanäle vor dem Eindringen von Flüssigkeit aus der oberen Filterstufe schützen. Oberseite des Auffangbodens meint im Übrigen

10 die der oberen Filterstufe zugewandte Seite bzw. Oberfläche des Auffangbodens. Zweckmäßigerweise sind die Haubenelemente im Querschnitt V-förmig ausgebildet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Gas aus einer unteren Filterstufe durch die Öffnungskanäle des Auffangbodens und dann durch die Öffnungen zwischen den Haubenelementen und den Stegen

15 strömt. Empfohlenermaßen ist die von dem Auffangboden aufgefangene Flüssigkeit über die Ablaufrinnen einem Auffangbehälter zuführbar. Zweckmäßigerweise ist hierzu der Auffangboden geneigt angeordnet. Bei dem Auffangbehälter kann es sich um einen unter der unteren Filterstufe angeordneten Auffangbehälter handeln oder auch um einen separaten

20 Auffangbehälter.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine überraschend vollständige Entfernung von Partikeln aus einem Gas erreicht werden kann.

25 Das Verfahren und die Vorrichtung zeichnen sich somit durch einen hohen Abscheidegrad bzw. durch einen hohen Wirkungsgrad aus. Besondere Bedeutung kommt im Rahmen der Erfindung im Hinblick auf die Lösung des technischen Problems der Merkmalskombination "nasse Gase - großer Durchmesser der Rohrleitung(en) - hohe Spannung - Abtransport der Partikel mit Hilfe

eines Flüssigkeitsfilmes" zu. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann mit einem vorteilhaft geringen Materialeinsatz und somit mit verhältnismäßig geringen Kosten hergestellt werden. Auch die Betriebskosten für die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. für das erfindungsgemäße Verfahren sind relativ gering. Die großen Durchmesser der Rohrleitungen erlauben im Übrigen eine einfache Inspektion und Wartung der Vorrichtung. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich zudem durch ein vorteilhaft geringes Gewicht aus.

Durch einen hohen Wirkungsgrad zeichnet sich auch die zweistufige bzw. mehrstufige Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung aus. Mit einer unteren Filterstufe dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung kann insbesondere eine effektive Grobreinigung des zu reinigenden Gases durchgeführt werden und mit einer oberen Filterstufe der Vorrichtung kann dann anschließend eine wirksame Feinreinigung des zu reinigenden Gases realisiert werden. Dabei kann in der unteren Filterstufe ein Abscheidungsgrad bis zu 99,6 % erzielt werden und in der oberen Filterstufe vorzugsweise ein Abscheidungsgrad bis zu 99,5 %.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Schnitt,

Fig. 2 eine Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Schnitt,

Fig. 3 ausschnittsweise eine Draufsicht auf den Gegenstand nach Fig. 1 bzw. Fig. 2 im Schnitt,

Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt A aus der Fig. 1 bzw. aus der Fig. 2 und  
5

Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt B aus der Fig. 2 in Ansicht.

Die Figuren 1 und 2 zeigen zwei Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Entfernung von Partikeln 1 bzw. Verunreinigungspartikeln aus  
10 einem nassen Gas. Das Gas wird zur Reinigung empfehlenermaßen und im Ausführungsbeispiel durch eine Mehrzahl von Rohrleitungen 2 geleitet, die zu einem Rohrleitungsbündel 3 (Fig. 1) bzw. zu zwei Rohrleitungsbündeln 3 (Fig. 2) gebündelt sind. Die Rohrleitungen 2 bzw. das die Rohrleitungsbündel 3 sind mit den Längsachsen vertikal orientiert und die Rohrleitungen 2 werden  
15 bevorzugt und im Ausführungsbeispiel von unten her von dem zu reinigenden Gas durchströmt. Aus der Fig. 3 ergibt sich, dass die Rohrleitungen 2 bevorzugt und im Ausführungsbeispiel einen hexagonalen Querschnitt aufweisen und zwar in Form eines gleichseitigen Sechseckes. Die im Querschnitt hexagonal ausgebildeten Rohrleitungen 2 liegen im Rohrleitungsbündel 3 unmittelbar  
20 nebeneinander und auf diese Weise wird eine optimale Raumausnutzung erreicht. Der maximale Durchmesser d einer Rohrleitung 2 mag im Ausführungsbeispiel 1400 mm betragen. - In der Fig. 3 ist weiterhin erkennbar, dass nach besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung die Sechseckseiten der Rohrleitungen 2 jeweils gemeinsame Wände zweier  
25 benachbarter Rohrleitungen 2 sind. Bei hexagonalem Querschnitt der Rohrleitungen 2 wird diese besonders bevorzugte Ausführungsform insbesondere unter den Begriff Rohrleitungsbündel 3 verstanden.

In Längsrichtung jeder Rohrleitung 2 erstreckt sich eine Ionisierungselektrode 4, die bevorzugt und im Ausführungsbeispiel jeweils zentralmässig in der zugeordneten Rohrleitung 2 angeordnet ist. Jede Ionisierungselektrode 4 weist eine Mehrzahl von Ionisierungsdornen 5 auf, die in Längsrichtung der Ionisierungselektrode 4 und über den Umfang der Ionisierungselektrode 4 verteilt angeordnet sind. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel sind die Ionisierungsdorne 5 senkrecht zur Längsachse der zugeordneten Ionisierungselektrode 4 angeordnet und die Spitzen der Ionisierungsdorne 5 weisen in Richtung der Rohrleitungswand 6 der zugeordneten Rohrleitung 2. Die Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer im Rahmen der Erfindung eingesetzten Ionisierungselektrode 4. Die Ionisierungselektrode 4 weist einen zentralen Elektrodenstab 12 auf und dieser Elektrodenstab 12 ist über Verbindungselemente 13 mit Elektrodenringen 14 verbunden. Die Elektrodenringe 14 sind über die Längsrichtung des Elektrodenstabes 12 verteilt angeordnet. An den Elektrodenringen 14 sind die zu der Rohrleitungswand 6 weisenden Ionisierungsdorne 5 angeschlossen. Die Ionisierungselektrode 4 kann insbesondere aus Edelstahl oder Blei bestehen. An jeder Ionisierungselektrode 4 mag im Ausführungsbeispiel eine Spannung von 240 kV angelegt sein. Neben Gasmolekülen des durch die Rohrleitungen 2 geleiteten und zu reinigenden Gases werden die aus dem Gas zu entfernenden Partikel 1 mit Hilfe der Ionisierungselektroden 4 elektrisch aufgeladen. Das ist in der Fig. 4 schematisch dargestellt. An den Ionisierungsdornen 5 der Ionisierungselektrode 4 findet eine Corona-Entladung statt und auf diese Weise werden die Partikel 1 im Ausführungsbeispiel negativ aufgeladen. Aufgrund der Ladungen und dem gleichzeitig vorhandenen elektrischen Feld werden die Partikel 1 unter Einwirkung von Coulomb-Kräften zu der den Ionisierungsdornen 5 gegenüberliegenden Rohrleitungswand 6 hin abgestoßen bzw. bewegt.

An der Innenoberfläche jeder Rohrleitungswand 6 ist ein durchgehender Flüssigkeitsfilm 7 vorhanden, der bevorzugt und im Ausführungsbeispiel aus Wasser besteht. Die Rohrleitungswand 6 ist zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel geerdet und wirkt gleichsam als Gegenelektrode zu der zugeordneten gegenüberliegenden Ionisierungselektrode 4. Die zur Rohrleitungswand 6 gedrückten bzw. bewegten Partikel 1 werden von dem Flüssigkeitsfilm 7 aufgenommen und die Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms 7 fließt unter Einwirkung der Schwerkraft in vertikaler Richtung nach unten und transportiert die aufgenommenen Partikel 1 somit in diese Richtung ab. Die Partikel 1 können dabei entweder in der Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms 7 gelöst sein oder aber in Form einer Suspension abtransportiert werden. Unter dem in Fig. 1 dargestellten Rohrleitungsbündel 3 befinden sich Auffangbehälter 8 für die mit den Partikeln beladene und vertikal nach unten ablaufende Flüssigkeit des Flüssigkeitsfilms 7.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass es insbesondere im Rahmen der Erfindung liegt, ein nasses Gas zu reinigen, wobei es sich insbesondere um ein wasserdampfgesättigtes Gas handelt. Die in dem Gas enthaltene Flüssigkeit bzw. das in dem Gas enthaltene Wasser trägt zur Ausbildung des Flüssigkeitsfilms 7 an jeder Rohrleitungswand 6 zumindest bei. Im Ausführungsbeispiel nach den Figuren weist jede Rohrleitung 2 eine Flüssigkeitsabgabevorrichtung in Form von Abgabledüsen 9 auf. Mit diesen Abgabledüsen 9 wird Flüssigkeit bzw. Wasser auf die Rohrleitungswände 6 aufgebracht und dadurch wird die Ausbildung von durchgehenden Flüssigkeitsfilmen 7 an den Rohrleitungswänden 6 unterstützt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform und im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 bestehen die Rohrleitungswände 6 der Rohrleitungen 2 aus Kunststoff bzw. im Wesentlichen aus Kunststoff. Diese Ausführungsform eignet sich

insbesondere, wenn nasse korrosive Gase gereinigt werden sollen. Empfohlenermaßen bestehen die Rohrleitungswände 6 aus Polypropylen bzw. im Wesentlichen aus Polypropylen. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Rohrleitungswände 6 eine elektrisch leitfähige Innenoberfläche aufweisen. In dem vergrößerten Ausschnitt der Fig. 4 ist erkennbar, dass eine Rohrleitungswand 6 bevorzugt und im Ausführungsbeispiel eine äußere Trägerschicht 10 aus nicht leitfähigem Kunststoff aufweist sowie eine Innenoberflächenschicht 11 aus elektrisch leitfähigem Kunststoff. Sowohl die Trägerschicht 10 als auch die Innenoberflächenschicht 11 bestehen im Ausführungsbeispiel aus Polypropylen. Zur Gewährleistung der elektrischen Leitfähigkeit sind in dem Polypropylen der Innenoberflächenschicht 11 Carbonfasern enthalten. Zweckmäßigerweise werden die Rohrleitungswände 6 bzw. die Rohrleitungen 2 durch Koextrusion hergestellt. Die Dicke der Trägerschicht 10 mag im Ausführungsbeispiel 20 mm betragen und die Dicke der elektrisch leitfähigen Innenoberflächenschicht 11 mag 3 mm betragen. - Grundsätzlich können die Rohrleitungswände auch aus einem Metall, insbesondere aus Stahl bestehen.

Bei der in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich um eine einstufige Vorrichtung bzw. um eine Vorrichtung mit nur einer Filterstufe. Diese Filterstufe weist ein einziges Rohrleitungsbündel 3 aus einer Mehrzahl von Rohrleitungen 2 auf. Wie oben bereits dargelegt, wird das Rohrleitungsbündel 3 bzw. die eine Filterstufe von dem zu reinigenden Gas von unten nach oben durchströmt. Mit dieser einstufigen Vorrichtung kann unter anderem ein nasses korrosives Gas gereinigt werden.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich um eine zweistufige Vorrichtung bzw. um eine Vorrichtung mit zwei Filterstufen bzw. Filtereinrichtungen 15, 16. Die beiden Filtereinrichtungen 15, 16 sind vertikal übereinander in einem einzigen Gehäuse

- 17 angeordnet. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel durchströmt das Gas das Gehäuse 17 bzw. die Filtereinrichtungen 15, 16 von unten nach oben. Das bedeutet, dass das zu reinigende Gas zunächst durch die untere Filtereinrichtung 15 strömt und anschließend durch die obere Filtereinrichtung
- 5 16 strömt. Jede Filtereinrichtung 15, 16 weist bevorzugt und im Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl von Rohrleitungen 2 auf, die zu einem Rohrleitungs-bündel 3 gebündelt sind. Die Rohrleitungen 2 werden also von unten her von dem zu reinigenden Gas durchströmt.
- 10 Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel weist jede Filtereinrichtung 15, 16 eine eigene bzw. eine separate Hochspannungsversorgungseinrichtung 18 auf. Dadurch kann die Hochspannung für jede Filtereinrichtung 15, 16 separat eingestellt bzw. gesteuert werden.
- 15 Unter der unteren Filtereinrichtung 15 befindet sich bevorzugt ein nicht näher dargestellter Auffangbehälter für die mit den Partikeln 1 beladene und vertikal nach unten aus der unteren Filtereinrichtung 15 ablaufende Flüssigkeit.
- Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die zweistufige Vorrichtung eine Auf-
- 20 fangeinrichtung aufweist, mit der verhindert wird, dass Flüssigkeit der Flüssigkeitsfilme 7 der oberen Filtereinrichtung 16 in die vertikal darunter angeordnete Filtereinrichtung 15 gelangt. Nach sehr bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist diese Auffangeinrichtung als Auffangboden 19 ausgebildet und dieser Auffangboden 19 ist zwischen der oberen Filtereinrichtung 16 und der
- 25 vertikal darunter angeordneten unteren Filtereinrichtung 15 angeordnet. Mit diesem Auffangboden 19 wird die aus der oberen Filtereinrichtung 16 ablaufende Flüssigkeit aufgefangen und somit wird verhindert, dass diese Flüssigkeit in die untere Filtereinrichtung 15 gelangt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass nach bevorzugter Ausführungsform und im Ausführungs-

- beispiel das zu reinigende Gas das Gehäuse 17 bzw. die Filtereinrichtungen 15, 16 vertikal von unten nach oben durchströmt. Das zu reinigende Gas wird im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 durch die unten am Gehäuse 17 vorgesehene Einführungsöffnung 20 in das Gehäuse 17 eingeführt, abgelenkt und
- 5 durchströmt dann die untere Filtereinrichtung 15. Danach strömt das in der unteren Filtereinrichtung 15 bereits vorgereinigte Gas durch Öffnungen 21 im Auffangboden 19 nach oben und durchströmt dann die obere Filtereinrichtung 16, in der das Gas quasi endgereinigt wird. Das gereinigte Gas verlässt das Gehäuse 17 durch die obere Auslassöffnung 22.
- 10
- Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass in dem Auffangboden eine Mehrzahl von Öffnungen 21 für das zu reinigende Gas vorhanden ist. Zweckmäßigerweise sind diese Öffnungen 21 mit der Maßgabe ausgebildet bzw. mit der Maßgabe geschützt, dass Flüssigkeit aus den Flüssigkeitsfilmen 7
- 15 der oberen Filtereinrichtung 16 nicht durch die Öffnungen 21 in die untere Filtereinrichtung 15 gelangen kann. Dazu sind im Ausführungsbeispiel (Fig. 5) aus der Oberseite des Auffangbodens 19 herausragende Stege 23 vorgesehen, wobei diese Stege 23 zum einen in dem Auffangboden 19 vorgesehene Öffnungskanäle 24 für das durchströmende Gas begrenzen und zum anderen
- 20 Ablaufrinnen 25 für die aufgefangene Flüssigkeit bilden. Zweckmäßigerweise verlaufen die Öffnungskanäle 24 und Ablaufrinnen 25 über den gesamten Auffangboden 19. Die Öffnungskanäle 24 werden bevorzugt und im Ausführungsbeispiel durch im Querschnitt V-förmige Haubenelemente 26 abgedeckt, wobei die Öffnungen 21 für das zu reinigende bzw. für das
- 25 durchströmende Gas zwischen den Haubenelementen 26 und den Stegen 23 vorgesehen sind. Das Gas strömt also durch Öffnungskanäle 24 nach oben und dann durch die Öffnungen 21 sowie anschließend in Richtung der oberen Filtereinrichtung 16. Die Haubenelemente 26 schützen dabei die Öffnungskanäle 24 vor dem Eindringen von aus der oberen Filtereinrichtung 16

- stammenden Flüssigkeit. In der Fig. 5 ist erkennbar, dass die die Öffnungskanäle 24 begrenzenden Stegpaare alternierend mit unterschiedlicher Höhe ausgebildet sind. Dadurch können die Stegpaare im geringen Abstand voneinander angeordnet werden und nichtsdestoweniger kann die Flüssigkeit
- 5 über die Haubenelemente 26 in die Ablaufrinnen 25 des Auffangbodens 19 gelangen. Der Auffangboden 19 ist bevorzugt geneigt ausgebildet, so dass die aus der oberen Filtereinrichtung 16 stammende Flüssigkeit über die Ablaufrinnen 25 abfließen kann. Zweckmäßigerweise wird die Flüssigkeit dann in einen nicht näher dargestellten Auffangbehälter geführt.
- 10
- Die zweistufige Vorrichtung gemäß Fig. 2 eignet sich insbesondere zur Reinigung von Gasen bzw. Abgasen aus der Stahlerzeugung. Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, dass mit dieser Vorrichtung nicht korrosive Gase gereinigt werden können. - Die zweistufige Vorrichtung gemäß Fig. 2 ist insbe-
- 15 sondere für einen diskontinuierlichen Betrieb geeignet. Dabei können nach Abschalten der an den Ionisierungselektroden anliegenden Spannung die "Ruhephasen" dazu genutzt werden, die Rohrleitungswände 6 mittels der aus den Abgabedüsen 9 abgegebenen Flüssigkeit abzureinigen. Anschließend kann die Spannung für die Ionisierungselektroden 4 wieder eingeschaltet werden und
- 20 es erfolgt ein weiterer Abscheidevorgang.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Entfernung von Partikeln (1) aus einem Gas, insbesondere aus einem nassen Gas, wobei das Gas durch zumindest eine Rohrleitung (2) geleitet wird, wobei zumindest in dem Gas vorhandene Partikel (1) mittels  
5 zumindest einer in der Rohrleitung (2) angeordneten Ionisierungselektrode (4) ionisiert bzw. elektrisch aufgeladen werden und zur Rohrleitungswand (6) abgestoßen bzw. bewegt werden, wobei die Partikel (1) an der Rohrleitungswand (6) von einem auf der Rohrleitungswand (6) vorhandenen Flüssigkeitsfilm (7) aufgenommen und abtransportiert werden, wobei der  
10 maximale Durchmesser (d) der Rohrleitung (2) 500 mm bis 2500 mm, vorzugsweise 900 mm bis 1500 mm beträgt und wobei mit einer an der Ionisierungselektrode (4) angelegten Spannung von 80 kV bis 350 kV, vorzugsweise von 100 kV bis 250 kV gearbeitet wird.
- 15 2. Vorrichtung zur Entfernung von Partikeln (1) aus einem Gas, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, wobei zumindest eine Rohrleitung (2) zum Durchleiten des Gases vorgesehen ist, wobei sich in Längsrichtung der Rohrleitung (2) über zumindest einen Teilbereich der Rohrleitung (2) zumindest eine Ionisierungselektrode (4) zur Ionisierung bzw.  
20 zur elektrischen Aufladung zumindest der Partikel (1) erstreckt, so dass die Partikel (1) aufgrund der Aufladung zur Rohrleitungswand (6) abgestoßen werden bzw. bewegt werden, wobei die Rohrleitungswand (6) mit einem Flüssigkeitsfilm (7) zur Aufnahme und zum Abtransport der Partikel (1) bedeckt bzw. benetzt ist, wobei der maximale Durchmesser (d) der Rohrleitung (2) 500  
25 bis 2500 mm, vorzugsweise 900 bis 1500 mm beträgt und wobei die an der Ionisierungselektrode (4) angelegte Spannung 80 kV bis 350 kV, vorzugsweise 100 kV bis 250 kV beträgt.

3. Vorrichtung zum Entfernen von Partikeln (1) aus einem Gas, bevorzugt aus einem nassen Gas, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, wobei zumindest zwei Filterstufen bzw. Filtereinrichtungen (15, 16) übereinander bzw. vertikal übereinander in einem Gehäuse (17) angeordnet  
5 sind,

wobei jede Filtereinrichtung (15, 16) zumindest eine Rohrleitung (2) zum Durchleiten des zu reinigenden Gases aufweist, wobei sich in Längsrichtung der Rohrleitungen (2) über zumindest einen Teilbereich jede Rohrleitung (2)  
10 zumindest eine Ionisierungselektrode (4) zur Ionisierung bzw. zur elektrischen Aufladung zumindest der in dem Gas enthaltenen Partikel (1) erstreckt, so dass die Partikel (1) aufgrund der Aufladung zur Rohrleitungswand (6) abgestoßen bzw. bewegt werden, wobei die Rohrleitungswand (6) jeder Rohrleitung (2) mit einem Flüssigkeitsfilm (7) zur Aufnahme und zum Abtransport der Partikel (1)  
15 bedeckt bzw. benetzt ist,

wobei der maximale Durchmesser (d) der Rohrleitungen (2) 500 mm bis 2500 mm, vorzugsweise 900 mm bis 1500 mm beträgt und wobei zumindest eine Auffangeinrichtung vorgesehen ist, mit der verhindert wird, dass Flüssigkeit  
20 des Flüssigkeitsfilms (7) bzw. der Flüssigkeitsfilme (7) der oberen Filterstufe bzw. Filtereinrichtung (16) in die darunter angeordnete bzw. in die vertikal darunter angeordnete Filterstufe bzw. Filtereinrichtung (15) gelangt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei eine Mehrzahl von  
25 Rohrleitungen (2) zu einem Rohrleitungsbündel (3) kombiniert sind und wobei die Rohrleitungen (2) des Rohrleitungsbündels (3) parallel bzw. im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die zumindest eine Rohrleitung (2) bzw. die Rohrleitungen (2) einen hexagonalen Querschnitt aufweist/aufweisen.
- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Rohrleitungswand (6) der Rohrleitung (2) bzw. der Rohrleitungen (2) aus Kunststoff bzw. im Wesentlichen aus Kunststoff besteht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die zumindest eine  
10 Rohrleitung (2) bzw. die zumindest eine Rohrleitungswand (6) eine elektrisch leitfähige Innenoberfläche aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei die Rohrleitungswand (6) ein Laminat aus zumindest einer äußeren Trägerschicht (10) und  
15 zumindest einer elektrisch leitfähigen Innenoberflächenschicht (11) ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Trägerschicht (10) aus Kunststoff bzw. im Wesentlichen aus Kunststoff besteht und wobei die Innenoberflächenschicht (11) aus elektrisch leitfähigem Kunststoff besteht.  
20
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, wobei eine Ionisierungselektrode (4) sich in Längsrichtung der zugeordneten Rohrleitung (2) erstreckt, wobei Ionisierungsdorne (5) in Längsrichtung der Ionisierungselektrode (4) und über den Umfang der Ionisierungselektrode (4) verteilt angeordnet sind und  
25 wobei die Ionisierungsdorne (5) quer zur Längsachse der Ionisierungselektrode (4) angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei zumindest eine Flüssigkeitsabgabevorrichtung vorgesehen ist, mit der Flüssigkeit in eine Rohr-

leitung (2) bzw. in die Rohrleitungen (2) einbringbar ist und wobei der Flüssigkeitsfilm (7) auf der Rohrleitungswand (6) bzw. auf den Rohrleitungswänden (6) zumindest teilweise mittels dieser Flüssigkeit aus der Flüssigkeitsabgabevorrichtung erzeugbar ist.

5

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 11, wobei jede Filterstufe bzw. Filtereinrichtung (15, 16) eine Hochspannungsversorgungseinrichtung (18) aufweist.

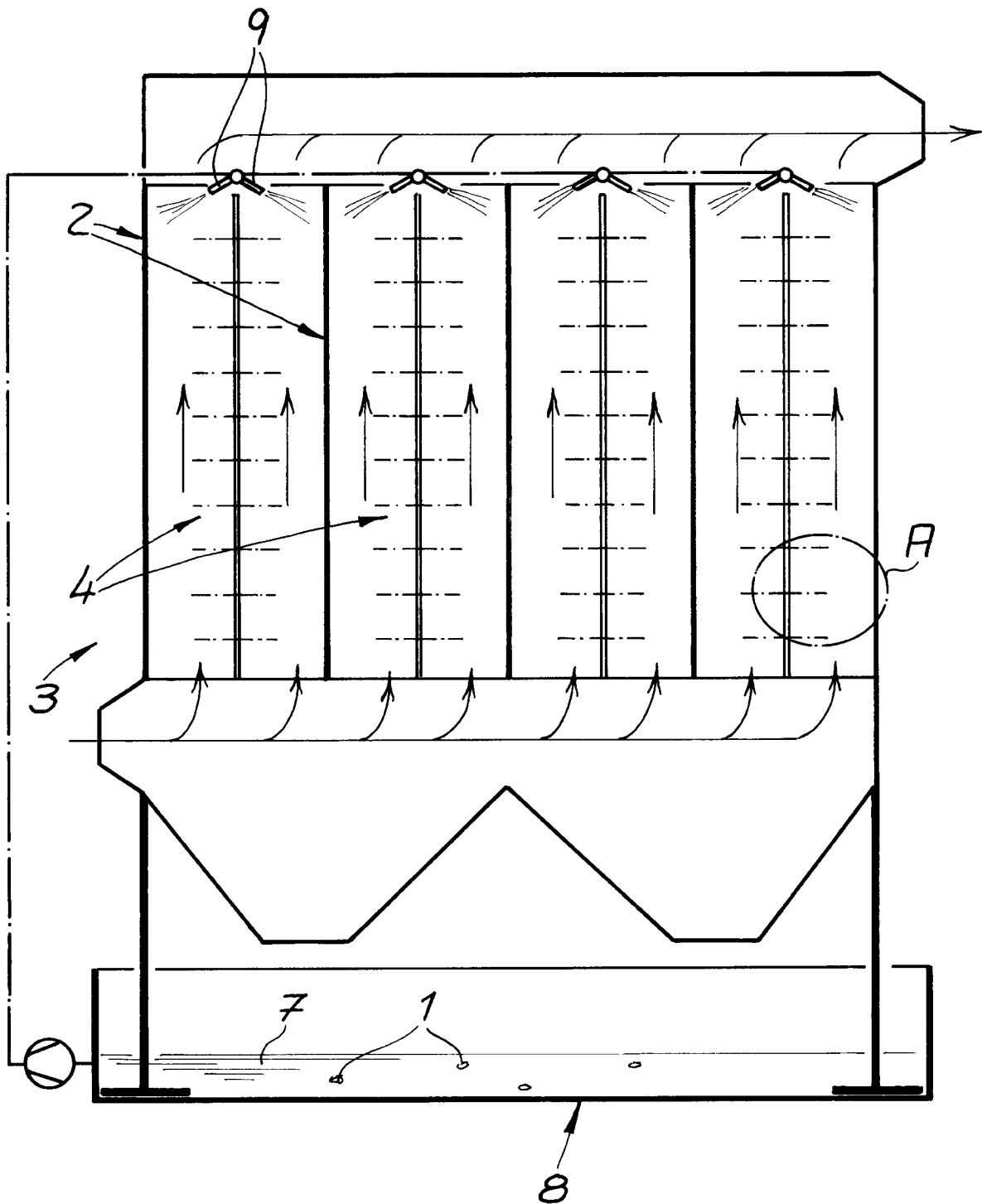
10 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, wobei zwischen einer oberen Filterstufe bzw. Filtereinrichtung (16) und einer darunter bzw. vertikal darunter angeordneten unteren Filterstufe bzw. Filtereinrichtung (15) ein Auffangboden (19) für die aus der oberen Filtereinrichtung (16) ablaufende Flüssigkeit angeordnet ist.

15

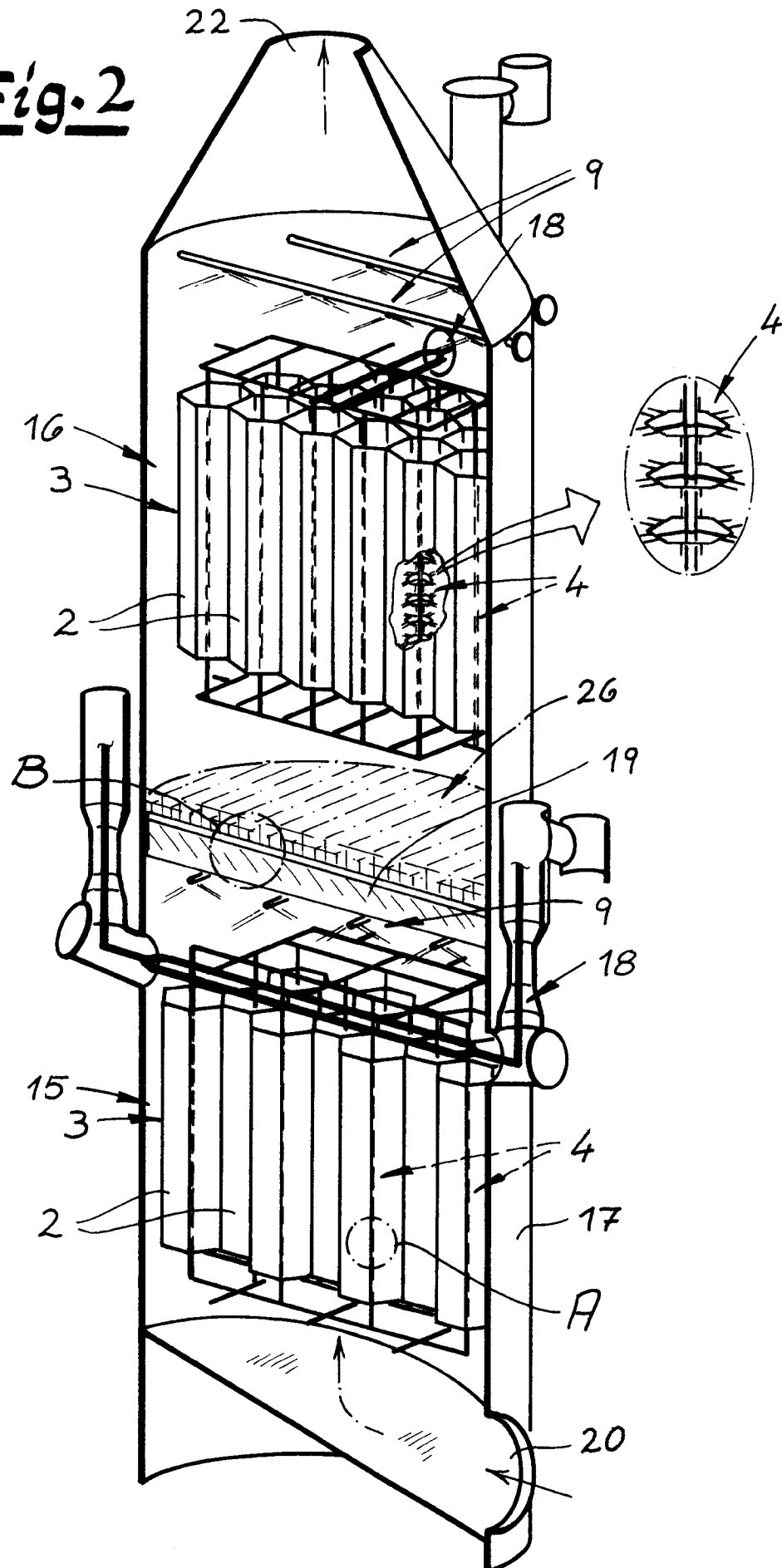
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, wobei die Auffangeinrichtung bzw. der Auffangboden (19) eine Mehrzahl von Öffnungen (21) für das zu reinigende Gas aufweist und wobei diese Öffnungen (21) mit der Maßgabe ausgebildet bzw. mit der Maßgabe geschützt sind, dass ein Durchdringen der  
20 Öffnungen (21) durch Flüssigkeit aus der oberen Filtereinrichtung (16) verhindert wird.

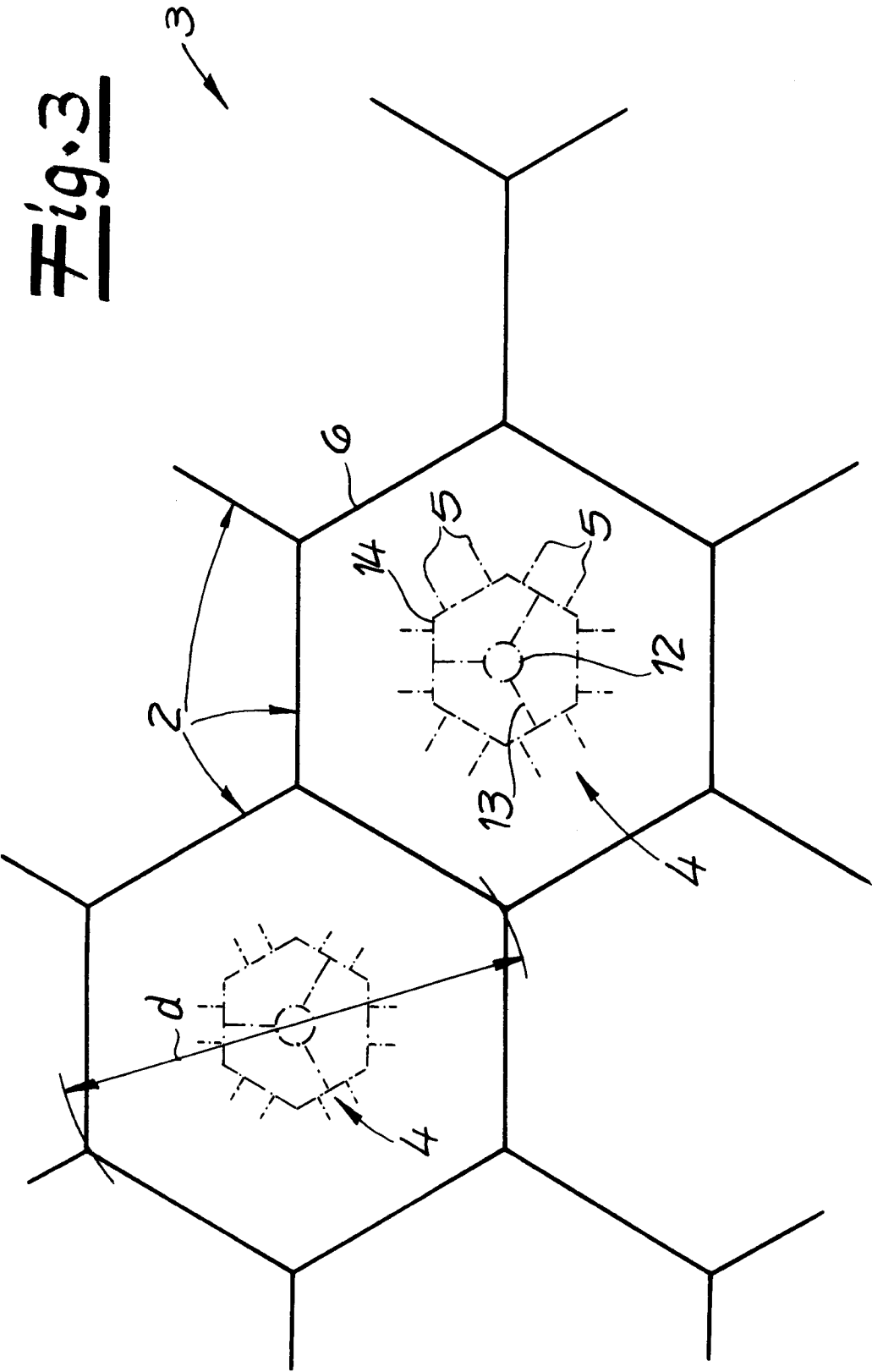
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei aus der Oberseite des Auffangbodens (19) herausragende Stege (23) vorgesehen sind, wobei die Stege (23)  
25 zum einen in dem Auffangboden (19) vorgesehene Öffnungskanäle (24) für das durchströmende Gas begrenzen und zum anderen Ablaufrinnen (25) für die aufgefangene Flüssigkeit bilden und wobei die Öffnungskanäle (24) jeweils von zumindest einem Haubenelement (26) abgedeckt sind, wobei die Öffnungen (21) für das durchströmende Gas zwischen den Haubenelementen (26) und

den Stegen (23) vorgesehen sind und wobei die Haubenelemente (26) die Öffnungskanäle (24) vor dem Eindringen von Flüssigkeit aus der oberen Filtereinrichtung (16) schützen.

Fig. 1

**Fig. 2**





**Fig. 4**

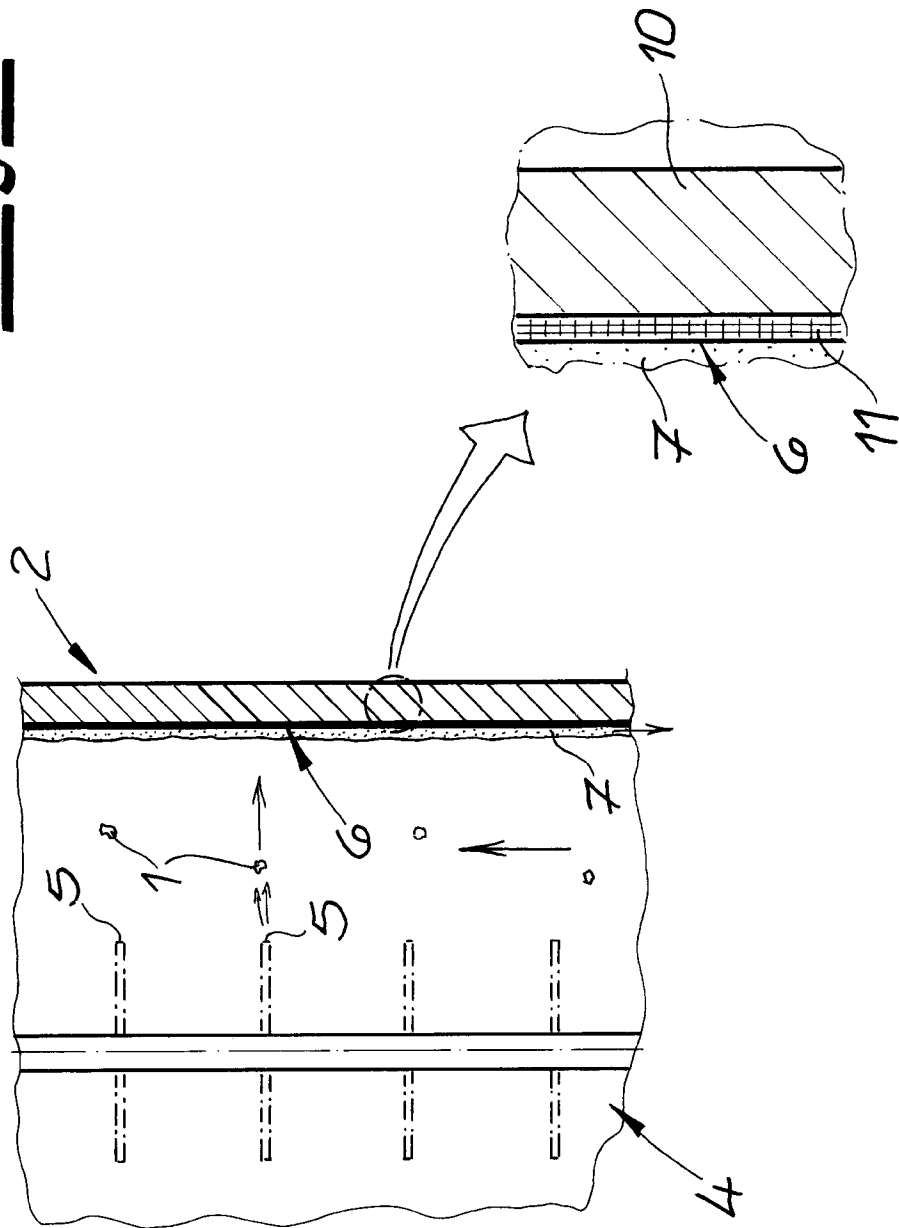
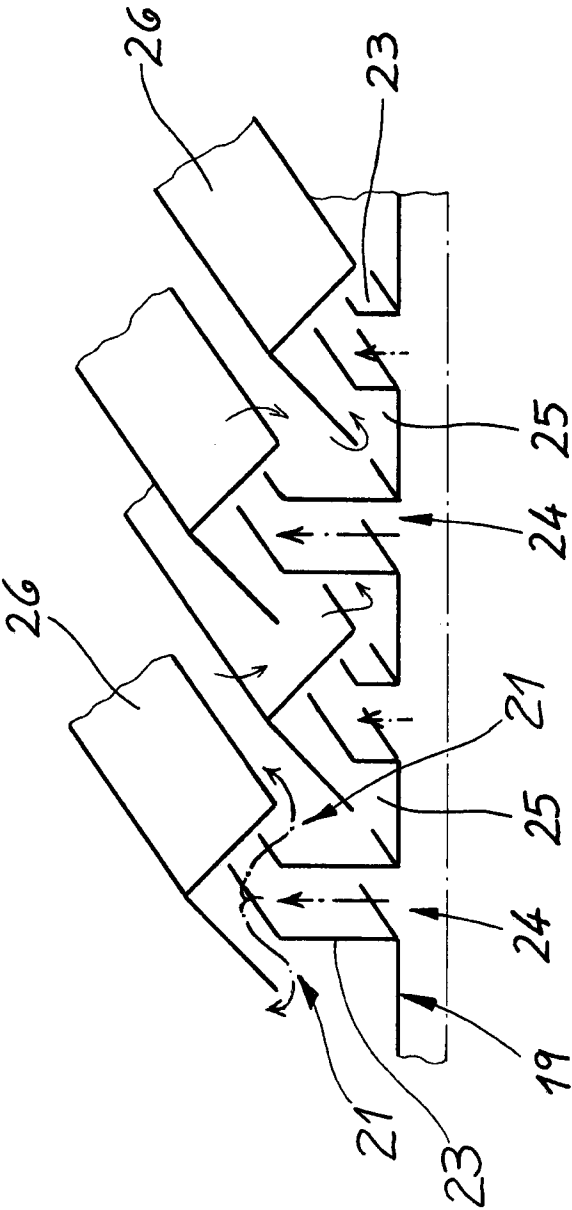


Fig. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/061517

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | B03C3/53<br>B03C3/64                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | B03C3/49<br>B03C3/68                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | B03C3/06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | B03C3/02<br>B03C3/16                                                 |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| B. FIELDS SEARCHED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>B03C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Relevant to claim No.                                                |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EP 1 769 851 A1 (BALCKE DUERR GMBH [DE])<br>4 April 2007 (2007-04-04)<br>paragraph [0005] - paragraph [0011]<br>paragraph [0018] - paragraph [0021]<br>figures 1, 3, 4                                                                                                                                                                                                          | 1-14                                                                 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -----<br>Anonymous: "The ION BLAST technology",<br>Balcke Dürr: Branch Office Rothemühle<br>30 November 2006 (2006-11-30), pages 1-4,<br>XP002664152,<br>Retrieved from the Internet:<br>URL: <a href="http://www.balcke-duerr.de/rothemuehle/en/pollution_3.html">http://www.balcke-duerr.de/rothemuehle/en/pollution_3.html</a><br>[retrieved on 2011-11-21]<br>page 2<br>-/- | 1,2,4,5,<br>10,11,<br>13,14                                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| * Special categories of cited documents :<br><br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br><br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |
| Date of the actual completion of the international search<br><br>1 October 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Date of mailing of the international search report<br><br>10/10/2012 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Authorized officer<br><br>Menck, Anja                                |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/061517

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Relevant to claim No. |
| L                                                    | -& Digital Detective.co.uk: "WebDate - Screenshot establishing the date of the latest modification of the webpage of XP002664152",<br><br>30 November 2006 (2006-11-30),<br>XP002664842,<br>Retrieved from the Internet:<br>URL:www.digital-detective.co.uk<br>[retrieved on 2011-11-21]<br>using WebDate version 1.0, provided by<br>Digital Detective<br><br>----- |                       |
| Y                                                    | WO 2006/113639 A2 (EISENMANN CORP [US];<br>RAY ISAAC [US]; WEST MARK A [US];<br>ALTSHULER BORIS)<br>26 October 2006 (2006-10-26)<br>paragraphs [0002], [0005]<br>paragraph [0014] - paragraph [0021]<br>paragraph [0029]<br>figures 1-3<br><br>-----                                                                                                                 | 3,12                  |
| Y                                                    | DE 10 2005 035539 A1 (REHAU AG & CO [DE])<br>1 February 2007 (2007-02-01)<br>paragraphs [0002], [0009], [0017]<br>paragraph [0058] - paragraph [0066]<br>figures 1a-1d<br><br>-----                                                                                                                                                                                  | 6-9                   |
| A                                                    | DE 39 00 553 C1 (BLEIWERK GOSLAR GMBH & CO<br>KG [DE]) 28 December 1989 (1989-12-28)<br>column 3, line 4 - line 14<br>column 4, line 66 - line 68<br>figure 1<br><br>-----                                                                                                                                                                                           | 1-15                  |
| A                                                    | US 5 254 155 A (MENSI FRED E [US])<br>19 October 1993 (1993-10-19)<br>column 3, line 15 - line 27<br>figures 1, 5<br><br>-----                                                                                                                                                                                                                                       | 1-15                  |
| A                                                    | FR 2 755 882 A1 (POUR LE DEV DE L<br>ANTIPOLLUTION [FR])<br>22 May 1998 (1998-05-22)<br>figures 2, 3<br><br>-----                                                                                                                                                                                                                                                    | 1-15                  |
| A                                                    | DE 198 17 580 A1 (HOSOKAWA MIKROPUL GES<br>FUER MAH [DE])<br>21 October 1999 (1999-10-21)<br>figure 2<br><br>-----                                                                                                                                                                                                                                                   | 1-15                  |
| A                                                    | GB 2 022 466 A (ROTHEMUEHLE BRANDT<br>KRITZLER) 19 December 1979 (1979-12-19)<br>page 2, line 27 - line 29<br>page 6, line 22 - line 25<br>page 7, line 22 - line 23<br>figure 2<br><br>-----                                                                                                                                                                        | 1-15                  |
|                                                      | -----<br>-/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/061517

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                     |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                  | Relevant to claim No. |
| A                                                    | WO 98/46360 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN<br>[AT]) 22 October 1998 (1998-10-22)<br>figure 1<br>----- | 1-15                  |
| A                                                    | DE 10 58 978 B (RESEARCH CORP)<br>11 June 1959 (1959-06-11)<br>figure 1<br>-----                    | 1-15                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/061517

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date |      | Patent family<br>member(s) |  | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|----|---------------------|------|----------------------------|--|---------------------|
| EP 1769851                                | A1 | 04-04-2007          | EP   | 1769851 A1                 |  | 04-04-2007          |
|                                           |    |                     | US   | 2008072759 A1              |  | 27-03-2008          |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| WO 2006113639                             | A2 | 26-10-2006          | US   | 2006230938 A1              |  | 19-10-2006          |
|                                           |    |                     | WO   | 2006113639 A2              |  | 26-10-2006          |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| DE 102005035539                           | A1 | 01-02-2007          | DE   | 102005035539 A1            |  | 01-02-2007          |
|                                           |    |                     | EP   | 1909964 A1                 |  | 16-04-2008          |
|                                           |    |                     | WO   | 2007014615 A1              |  | 08-02-2007          |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| DE 3900553                                | C1 | 28-12-1989          | NONE |                            |  |                     |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| US 5254155                                | A  | 19-10-1993          | NONE |                            |  |                     |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| FR 2755882                                | A1 | 22-05-1998          | NONE |                            |  |                     |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| DE 19817580                               | A1 | 21-10-1999          | NONE |                            |  |                     |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| GB 2022466                                | A  | 19-12-1979          | BR   | 7902922 A                  |  | 27-11-1979          |
|                                           |    |                     | DE   | 2821097 A1                 |  | 22-11-1979          |
|                                           |    |                     | FR   | 2425705 A1                 |  | 07-12-1979          |
|                                           |    |                     | GB   | 2022466 A                  |  | 19-12-1979          |
|                                           |    |                     | JP   | 1332696 C                  |  | 28-08-1986          |
|                                           |    |                     | JP   | 54150600 A                 |  | 26-11-1979          |
|                                           |    |                     | JP   | 60057560 B                 |  | 16-12-1985          |
|                                           |    |                     | US   | 4308105 A                  |  | 29-12-1981          |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| WO 9846360                                | A1 | 22-10-1998          | AT   | 406230 B                   |  | 27-03-2000          |
|                                           |    |                     | AU   | 6711798 A                  |  | 11-11-1998          |
|                                           |    |                     | CN   | 1252017 A                  |  | 03-05-2000          |
|                                           |    |                     | EP   | 0973616 A1                 |  | 26-01-2000          |
|                                           |    |                     | WO   | 9846360 A1                 |  | 22-10-1998          |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |
| DE 1058978                                | B  | 11-06-1959          | NONE |                            |  |                     |
| -----                                     |    |                     |      |                            |  |                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B03C3/53<br>B03C3/64                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | B03C3/49<br>B03C3/68                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | B03C3/06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | B03C3/02<br>B03C3/16                                                  |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>B03C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                                                                                                                                                                         | Betr. Anspruch Nr.                                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | EP 1 769 851 A1 (BALCKE DUERR GMBH [DE])<br>4. April 2007 (2007-04-04)<br>Absatz [0005] - Absatz [0011]<br>Absatz [0018] - Absatz [0021]<br>Abbildungen 1, 3, 4                                                                                                                                                                                                            | 1-14                                                                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -----<br>Anonymous: "The ION BLAST technology",<br>Balcke Dürr: Branch Office Rothemühle<br>30. November 2006 (2006-11-30), Seiten<br>1-4, XP002664152,<br>Gefunden im Internet:<br>URL: <a href="http://www.balcke-duerr.de/rothemuehle/en/pollution_3.html">http://www.balcke-duerr.de/rothemuehle/en/pollution_3.html</a><br>[gefunden am 2011-11-21]<br>Seite 2<br>-/- | 1,2,4,5,<br>10,11,<br>13,14                                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br><br>1. Oktober 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br><br>10/10/2012 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Menck, Anja                      |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                                                                                                                                                            | Betr. Anspruch Nr. |
| L                                                     | -& Digital Detective.co.uk: "WebDate - Screenshot establishing the date of the latest modification of the webpage of XP002664152",<br><br>30. November 2006 (2006-11-30),<br>XP002664842,<br>Gefunden im Internet:<br>URL:www.digital-detective.co.uk<br>[gefunden am 2011-11-21]<br>using WebDate version 1.0, provided by<br>Digital Detective<br><br>----- |                    |
| Y                                                     | WO 2006/113639 A2 (EISENMANN CORP [US];<br>RAY ISAAC [US]; WEST MARK A [US];<br>ALTSHULER BORIS)<br>26. Oktober 2006 (2006-10-26)<br>Absätze [0002], [0005]<br>Absatz [0014] - Absatz [0021]<br>Absatz [0029]<br>Abbildungen 1-3<br><br>-----                                                                                                                 | 3,12               |
| Y                                                     | DE 10 2005 035539 A1 (REHAU AG & CO [DE])<br>1. Februar 2007 (2007-02-01)<br>Absätze [0002], [0009], [0017]<br>Absatz [0058] - Absatz [0066]<br>Abbildungen 1a-1d<br><br>-----                                                                                                                                                                                | 6-9                |
| A                                                     | DE 39 00 553 C1 (BLEIWERK GOSLAR GMBH & CO<br>KG [DE]) 28. Dezember 1989 (1989-12-28)<br>Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 14<br>Spalte 4, Zeile 66 - Zeile 68<br>Abbildung 1<br><br>-----                                                                                                                                                                            | 1-15               |
| A                                                     | US 5 254 155 A (MENSI FRED E [US])<br>19. Oktober 1993 (1993-10-19)<br>Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 27<br>Abbildungen 1, 5<br><br>-----                                                                                                                                                                                                                         | 1-15               |
| A                                                     | FR 2 755 882 A1 (POUR LE DEV DE L<br>ANTIPOLLUTION [FR])<br>22. Mai 1998 (1998-05-22)<br>Abbildungen 2, 3<br><br>-----                                                                                                                                                                                                                                        | 1-15               |
| A                                                     | DE 198 17 580 A1 (HOSOKAWA MIKROPUL GES<br>FUER MAH [DE])<br>21. Oktober 1999 (1999-10-21)<br>Abbildung 2<br><br>-----                                                                                                                                                                                                                                        | 1-15               |
| A                                                     | GB 2 022 466 A (ROTHEMUEHLE BRANDT<br>KRITZLER) 19. Dezember 1979 (1979-12-19)<br>Seite 2, Zeile 27 - Zeile 29<br>Seite 6, Zeile 22 - Zeile 25<br>Seite 7, Zeile 22 - Zeile 23<br>Abbildung 2<br><br>-----                                                                                                                                                    | 1-15               |
|                                                       | -----<br>-/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                         |                    |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile      | Betr. Anspruch Nr. |
| A                                                     | WO 98/46360 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN<br>[AT]) 22. Oktober 1998 (1998-10-22)<br>Abbildung 1<br>----- | 1-15               |
| A                                                     | DE 10 58 978 B (RESEARCH CORP)<br>11. Juni 1959 (1959-06-11)<br>Abbildung 1<br>-----                    | 1-15               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/061517

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1769851 A1                                      | 04-04-2007                    | EP 1769851 A1                     | 04-04-2007                    |
|                                                    |                               | US 2008072759 A1                  | 27-03-2008                    |
| WO 2006113639 A2                                   | 26-10-2006                    | US 2006230938 A1                  | 19-10-2006                    |
|                                                    |                               | WO 2006113639 A2                  | 26-10-2006                    |
| DE 102005035539 A1                                 | 01-02-2007                    | DE 102005035539 A1                | 01-02-2007                    |
|                                                    |                               | EP 1909964 A1                     | 16-04-2008                    |
|                                                    |                               | WO 2007014615 A1                  | 08-02-2007                    |
| DE 3900553 C1                                      | 28-12-1989                    | KEINE                             |                               |
| US 5254155 A                                       | 19-10-1993                    | KEINE                             |                               |
| FR 2755882 A1                                      | 22-05-1998                    | KEINE                             |                               |
| DE 19817580 A1                                     | 21-10-1999                    | KEINE                             |                               |
| GB 2022466 A                                       | 19-12-1979                    | BR 7902922 A                      | 27-11-1979                    |
|                                                    |                               | DE 2821097 A1                     | 22-11-1979                    |
|                                                    |                               | FR 2425705 A1                     | 07-12-1979                    |
|                                                    |                               | GB 2022466 A                      | 19-12-1979                    |
|                                                    |                               | JP 1332696 C                      | 28-08-1986                    |
|                                                    |                               | JP 54150600 A                     | 26-11-1979                    |
|                                                    |                               | JP 60057560 B                     | 16-12-1985                    |
|                                                    |                               | US 4308105 A                      | 29-12-1981                    |
| WO 9846360 A1                                      | 22-10-1998                    | AT 406230 B                       | 27-03-2000                    |
|                                                    |                               | AU 6711798 A                      | 11-11-1998                    |
|                                                    |                               | CN 1252017 A                      | 03-05-2000                    |
|                                                    |                               | EP 0973616 A1                     | 26-01-2000                    |
|                                                    |                               | WO 9846360 A1                     | 22-10-1998                    |
| DE 1058978 B                                       | 11-06-1959                    | KEINE                             |                               |