

(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
8. April 2004 (08.04.2004)

PCT

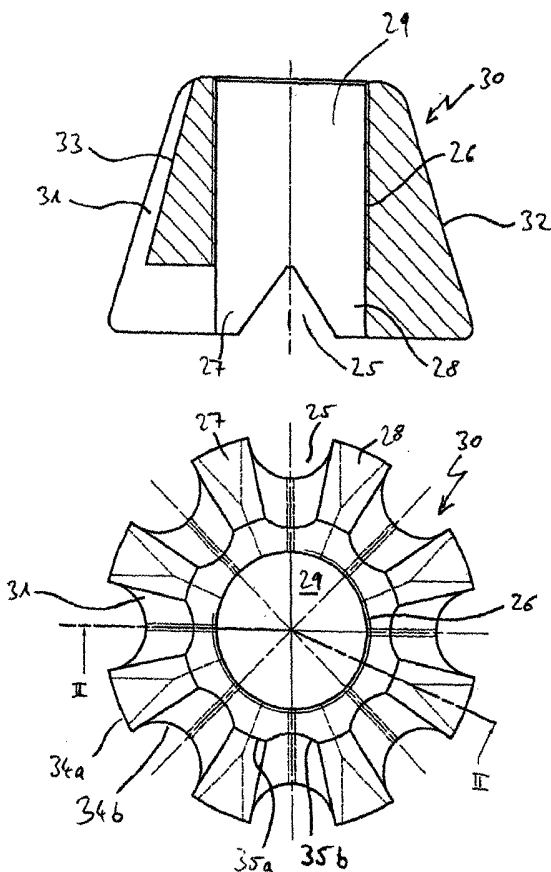
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/029307 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C22B 9/05, 21/06, F27D 23/04
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003119
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. September 2003 (18.09.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 43 656.8 19. September 2002 (19.09.2002) DE
103 01 561.2 16. Januar 2003 (16.01.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): HOESCH METALLURGIE GMBH [DE/DE]; Birkesdorfer Strasse 5, 52353 Düren (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHEID, Ralf [DE/DE]; Wilhelmstrasse 29, 52070 Aachen (DE). BAUER, Reiner [DE/DE]; Soerser Winkel 16, 52070 Aachen (DE).
- (74) Anwälte: CASTELL, Klaus usw.; Liermann-Castell, Gutenbergstrasse 12, 52349 Düren (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR, DEVICE AND METHOD FOR INTRODUCING FLUIDS INTO A MOLTEN BATH

(54) Bezeichnung: ROTOR, VORRICHTUNG UND EIN VERFAHREN ZUM EINBRINGEN VON FLUIDEN IN EINE METALLSCHMELZE



(57) Abstract: The invention relates to a rotor, a device, and a method for introducing fluids into a molten bath. Molten baths are often degassed by introducing a liquid. In known trough degassers, rotors are arranged in the flowing melt and are used to introduce the fluid. Said rotors enable the fluid and molten metal to be mixed thoroughly, but damaging eddies can also occur. The aim of the invention is to improve one such trough degasser in such a way that fluids are mixed better with a lower risk of eddy formation. To this end, rotor buttons (30) provided with concave lateral grooves (31) are arranged on the rotors. The trough degasser also comprises rotors and dividing walls such that at least two rotors are arranged between two submerged walls. In the inventive method, the molten metal also flows through a contact chamber comprising at least two rotors. In this way, the aim of the invention is achieved to a surprisingly large extent.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Rotor, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze. Metallschmelzen werden oft durch Einbringen eines Fluids entgast. Bei bekannten Rinnenentgasern werden hierzu in der strömenden Schmelze Rotoren angeordnet, durch die das Fluid eingebracht wird. Die Rotoren sorgen für eine gute Durchmischung von Fluid und Metallschmelze, es können aber auch schädliche Strudel auftreten. Die Verbesserungsvorschläge für den Rinnenentgaser sollen eine bessere Durchmischung bei gleichzeitig niedrigerer Gefahr von Strudelbildung bewirken. Hierzu sind an den Rotoren Rotorköpfe (30) mit konkaven Seitenrinnen (31) angeordnet. Der Rinnenentgaser weist ausserdem Rotoren und Trennwände dergestalt auf, dass zwischen zwei Tauchwänden mindestens zwei Rotoren angeordnet sind. Im vorgeschlagenen Verfahren durchströmt die Metallschmelze zudem eine Kontaktkammer mit mindestens zwei Rotoren. Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe in überraschend

WO 2004/029307 A1
gutem Mass.



GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Rotor, Vorrichtung und Verfahren zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze

Die Erfindung betrifft einen Rotor, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze.

In der Metall verarbeitenden Industrie stellt sich häufig die Aufgabe, geschmolzenes Metall durch Gießen oder vergleichbare Verfahren in eine gewünschte Form mit gewünschten Eigenschaften zu bringen. Als vergleichbar seien hier alle Verfahren verstanden, bei denen ein geschmolzenes Metall erhärtet und schließlich bestimmte Eigenschaften erfüllen soll. Die Metallschmelzen werden vor dem Eingang in die Gieß- oder Verhärtungsphase üblicherweise einem Schmelzofen oder ähnlichen Einrichtungen entnommen. Meist weisen sie an dieser Stelle jedoch nicht die erforderliche Reinheit auf und drohen so, ein resultierendes metallisches Produkt in seinen Eigenschaften in kaum vorhersagbarer Weise zu beeinflussen. Daher empfiehlt es sich, die Metallschmelze nach dem Austritt aus dem Schmelzofen und vor dem Verarbeiten einer Zwischenbehandlung zu unterziehen.

Beispielsweise finden sich in der Metallschmelze beim Austritt aus dem Schmelzofen gelöste Wasserstoffeinschlüsse, nichtmetallische Einschlüsse und reaktive Komponenten. Beim Erkalten des Metalls kommt der Wasserstoff aus der Lösung und ruft im festen Metall Poren hervor. Die nichtmetallischen Einschlüsse verbleiben beim Erkalten ebenfalls im Metall und können dieses in einem ungewissen Grad verschmutzen. Die reaktiven Komponenten verbleiben ebenso und beeinflussen die physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften des Endproduktes.

Als probates Mittel, die ungewünschten Komponenten aus der Metallschmelze rechtzeitig zu entfernen, hat sich die Entgasung durchgesetzt. In diesem Verfahren wird der Metallschmelze durch geeignete Vorrichtungen ein Inertgas bzw. ein Reaktionsgas injiziert. Dieses hat eine geringere Dichte als die Schmelze und steigt in Bläschenform zur Oberfläche der Schmelze auf. Auf dem Weg nach oben adsorbiert es die unerwünschten gelösten Gase und führt diese mit sich an die Oberfläche der Schmelze. Gleichzeitig induziert es beim Aufsteigen eine gewisse Strömung, die mit den Bläschen auch die nichtmetallischen Einschlüsse an die Oberfläche treibt und sie dort in der Regel auch hält. Diese können

dann leicht der Metallschmelze entnommen werden. Bestimmte Gase können sogar mit den reaktiven Komponenten in der Schmelze reagieren und diese im gleichen Zug mit an die Oberfläche führen.

Prinzipiell kann das Verfahren im wesentlichen an drei verschiedenen Stellen zum Einsatz kommen, nämlich entweder innerhalb des Schmelzofens, in einem separaten Tiegel oder im Fließen, vorzugsweise auf dem direkten Weg zum Gießen. Letztere beiden Möglichkeiten sind hierbei gegenüber dem Entgasen innerhalb des Schmelzofens vorteilhaft. Im Normalfall läuft die Metallschmelze auf dem Weg vom Schmelzofen zum Gusstisch durch einen Kanal. Es hat sich bewährt, im Verlauf dieses Kanals die Entgasungsvorrichtung anzuordnen. Die Metallschmelze wird hier also behandelt, während sie die Rinne auf dem Weg zum Gießtisch durchströmt. Daher spricht man im Falle solcher Entgasungsvorrichtungen von „Rinnenentgasern“.

Es ist demzufolge Wesen des Rinnenentgasers, dass die Metallschmelze nur für eine relativ kurze Zeit im Bereich des Entgasers ist. Maßgebend für die Qualität der Entgasung ist es jedoch, das eingeleitete Inertgas bzw. generell das injizierte Fluid in möglichst intensiven Kontakt mit der Metallschmelze zu bringen. Die Intensität wird zum einen dadurch bestimmt, wie lange das eingebrachte Fluid mit der Metallschmelze in Kontakt verbleibt. Zum anderen ist die Größe der Reaktionsoberfläche, also die Gesamtoberfläche der injizierten Fluidbläschen, hierfür entscheidend.

Diese beiden wesentlichen Parameter, Kontaktzeit und Kontaktweg, werden in einem Rinnenentgaser dadurch verbessert, dass die Metallschmelze einen möglichst hohen Spiegelstand im Bereich der Fluidinjektion aufweist und dass das Fluid in möglichst feinen Bläschen in die Schmelze injiziert wird.

Um möglichst viele kleine Bläschen in der Schmelze zu erhalten, hat es sich durchgesetzt, die Gasinjektoren mit schnellrotierenden Rotoren im Bereich der Fluidinjektion zu versehen. Die scharfkantigen Rotorköpfe zerschlagen etwaige größere Fluidblasen beim Austritt aus dem Injektor in viele kleine Bläschen.

Ein üblicher Rinnenentgaser und Angaben zum Entgasungsverfahren können beispielsweise der WO 95/21273 entnommen werden. Diese Anmeldung beschreibt ausführlich viele Aspekte, die es bei der Rinnenentgasung zu beachten gibt, und offenbart zugleich eine Reihe von Ausführungsbeispielen. Insbesondere sind verschiedene Ausgestaltungen von Rotoren offenbart, durch die das Fluid in die Metallschmelze injiziert wird. Bei allen Varianten sind kanalartige Öffnungen, durch die bei Betrieb der Rotoren das Fluid nach außen gelangt, dargestellt, die außen durch die besagten scharfen Kanten begrenzt

sind. Die scharfen Kanten können sich sogar in quadratischen Seitenkanälen nach oben bis zum oberen Ende des Rotorkopfes ziehen.

In der DE 697 00 963 T2 ist ein Rotor offenbart, der unterhalb einer Deckscheibe radial um eine Zentralwelle angeordnete, im Wesentlichen quaderförmige Rotorblätter vorschlägt, bei denen jedes zweite
5 Rotorblatt um eine Ausnehmung am unteren Rand reduziert ist. Hierdurch sollen Verwirbelungen an der Oberfläche der Metallschmelze reduziert werden. Als Vorrichtung älterer Technik zeigt die Druckschrift außerdem einen Rotorkopf mit gleich ausgebildeten, radial hervorragenden und im Wesentlichen länglichen quaderförmigen Rotorblättern, die parallel zueinander an einer Zentralwelle liegen.

Um Kavitationserscheinungen am Rotor zu vermeiden, schlägt die DE 197 03 062 C einen Rotorkopf
10 mit weitestgehend geschlossener, glatter Oberfläche vor. Die glatte Oberfläche wird nur von notwendigen Öffnungen im Inneren des Rotorkopfs verlaufender rohrförmiger Kanäle durchbrochen. Dabei haben die Öffnungen eine leichte Ovalform in der Oberfläche des Rotorkopfs, weil die Kanäle unter einem leichten Winkel auf die Oberfläche treffen.

Die JP 01259135 A zeigt in den Figuren 1 und 2 einen Rotor mit ebenfalls weitestgehend geschlossenem
15 Rotorkopf. Insbesondere weist dieser an seiner Bodenfläche einen nahezu glatten Bereich auf. Dieser wird lediglich von sehr flachen Rillen überzogen, in welche über diverse Zufuhrlöcher Gas aus einem Sammelraum strömt. Die kleinen Zufuhrlöcher sind entlang der gesamten Rillen an der Bodenfläche des Rotors verteilt, da bei Rotation nur eine sehr geringe Menge Gas in den flachen Rillen verbleiben kann. Der Rest strömt über die glatte Oberfläche des Rotors und stößt direkt auf die Außenkontur des Rotorkopfs.
20 Im Rotor in den Figuren 6 und 7 wird eine alternative Ausgestaltung vorgeschlagen. Hier hat der Rotorkopf tiefere Nuten an seiner Bodenfläche. Bei dieser Konstruktion kann zumindest ein größerer Teil des dem Rotorkopf zugeführten Gases in den Nuten nach außen strömen, wo es in rechteckige Kerben strömt und dort zerschlagen wird.

Die JP 07055365 A offenbart einen Rotor mit einer Mischscheibe, innerhalb welcher zuströmendes Gas
25 über Verteilkanäle in eine Metallschmelze eingebracht werden kann. Die Verteilkanäle sind im Inneren des Rotorkopfes an eine zentrale Gaszuführung angeschlossen und verlaufen durch Zähne der Mischscheibe bis an die äußere Oberfläche der Scheibe. Die Kanäle sind rechteckförmig und zur Unterseite der Scheibe geöffnet.

Die US 5.160.693 zeigt einen Rotorkopf zum Einbringen von Gasen in Metallschmelzen, bei welchem
30 eine rohrförmige zentrale Gasführung am unteren Ende des Rotorkopfs endet und das Gas radial um den

gesamten zylindrischen Umfang am unteren Ende des Rotorkopfes in alle Richtungen ausströmt. In der Metallschmelze steigt es nach oben und trifft auf einen massiven Flansch, entlang dessen Bodenseite es nach außen strömt. Dort trifft es auf vereinzelte schmale Zähne, welche entlang einer geschweiften Flanschaußenkontur angeordnet sind. In der Mitte der geschweiften Flanschaußenkontur zwischen zwei
5 Zähnen ist jeweils eine nach außen gerichtete Abweislippe angeordnet.

Die WO 00/73240 A1 zeigt eine Rotorscheibe zum Durchmischen einer Metallschmelze, wobei die Scheibe optional Gasdüsen an Umfangsprofilierungen aufweisen kann. Die Gasdüsen werden von einer zentralen Gaszuführung gespeist und liegen an den Profilierungen relativ nahe an der Umhüllenden der Rotorscheibe.

10 Auch einigen anderen Druckschriften, so zum Beispiel in der US 3.849.119, der US 3,870,511, der UK 1 400 338 sowie der US 3.839,019 können alternative Ausgestaltungen von Fluidinjektoren mit Rotoren entnommen werden.

Nun ist es all diesen Rotoren gemein, dass sie mit höherer Drehzahl das injizierte Fluid zunehmend besser zu kleinen Bläschen zerschlagen. Während dies genau der angestrebte Effekt ist, erhöht sich die
15 Gefahr einer Strudelbildung der Schmelze entlang der Oberfläche des Injektors. Sobald sich ein Strudel bildet, werden auf unerwünschte und unkontrollierbare Weise zum einen Außenluft, aber auch die durch das injizierte Fluid an die Oberfläche getragenen unerwünschten Schmelzeneinschlüsse in die Schmelze wieder eingetragen. Wenn der Strudel bis in die Wirkungsbereiche des Rotors gerät, werden die unerwünschten Komponenten sogar relativ homogen in der Metallschmelze verteilt.

20 Dem Stand der Technik ist auch eine Vielzahl von Anordnungen der Injektoren und von unterschiedlichen Varianten der Gestaltung im Bereich des Rinnenentgasers zu entnehmen, insbesondere finden sich in der WO 95/21273 auch eingebaute Tauchwände nach jedem Rotor. All diese Ausführungen sind jedoch nur in unbefriedigendem Umfang in der Lage, unter Umgehung der Gefahr der schädlichen und ungewollten Strudelbildung eine Verteilung des eingebrachten Fluids zu erreichen.

25 Der Erfinder hat sich daher die Aufgabe gestellt, einen Rotor, eine Vorrichtung und ein zugehöriges Verfahren zu entwickeln, mittels derer im genannten technischen Feld ein einzubringendes Fluid deutlich homogener und fein verteilt in eine Metallschmelze einzubringen ist und gleichzeitig die Gefahr der Strudelbildung an den Injektoren minimiert wird.

Diese Aufgabe lösen in überraschend gutem Maße

- ein Rotor zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze, wobei der Rotor einen Schaft und einen an dem Schaft befestigten Rotorkopf umfasst, der eine seitliche Oberfläche mit einer Komponente parallel zu einer Rotationsachse des Rotors aufweist und der dadurch gekennzeichnet ist, dass in der seitlichen Oberfläche wenigstens eine Seitenrinne mit konkav gekrümmtem Querschnitt vorgesehen ist,
5
- eine Vorrichtung zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze, wobei die Vorrichtung einen Schmelzekanal und in dessen Verlauf einen Kontaktbereich, in dem die Fluide in die Metallschmelze eingebracht werden, mit dort angeordneten Rotoren nebst Tauchwänden aufweist, bei der zwischen zwei Tauchwänden mindestens zwei Rotoren angeordnet sind, sowie
10
- ein Verfahren zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze, bei dem die Fluide durch zwischen Tauchwänden, die jeweils paarweise eine Kontaktkammer begrenzen, angeordnete Rotoren in die Metallschmelze eingebracht werden, welches sich dadurch auszeichnet, dass die Metallschmelze eine Kontaktkammer mit mindestens zwei Rotoren durchfließt.
15

Der Rotor erzielt mit den in der seitlichen Oberfläche vorgesehenen Seitenrinnen mit konkav gekrümmtem Querschnitt erstaunliche Vorteile. Die Fluidbläschen werden in einem großen Spektrum von Drehzahlen gut zerschlagen und somit in viele kleine Bläschen umgeformt. Austretende Fluidbläschen, die durch Adhäsion im ersten Moment an der Oberfläche des Rotors nach oben wandern, können sich weder der Hackwirkung der Kanten entziehen noch werden sie ruckartig beschleunigt, wie dies bei eckigen Rinnenformen der Fall ist und was zu länglichen Blasenformen führt, wodurch die Hackwirkung beeinträchtigt wird. Vielmehr werden Sie stetig innerhalb der Seitenrinnen beschleunigt, bis sie dann schließlich in einer noch eher runden Form die seitliche Oberfläche erreichen und dort von den scharfen Kanten zerhackt werden. Zudem treten erheblich weniger Strudel auf, als dies bei bekannten Rotoren der Fall ist.
20
25

Das Fluid kann dem Rotorkopf über eine vorzugsweise im Inneren des Schafts als Fluiddurchlass ausgebildete Fluidzuführung zuströmen. Im Rotorkopf kann es über eine Fluidverteilung so umgeleitet werden, dass es den Seitenrinnen in der seitlichen Oberfläche des Rotorkopfs zuströmt. Die Fluidverteilung kann Kanäle aufweisen, welche die zentrale Fluidzuführung mit der seitlichen Oberfläche, insbesondere direkt mit den Seitenrinnen in der seitlichen Oberfläche verbindet.
30

Es sei darauf hingewiesen, dass zwar bereits eine Seitenrinne der vorgeschlagenen Art in der seitlichen Oberfläche des Rotors die homogene Verteilung des einzubringenden Fluids in der Metallschmelze zu unterstützen vermag; insbesondere sei jedoch an eine Mehrzahl von Seitenrinnen mit konkav gekrümmtem Querschnitt in der seitlichen Oberfläche des Rotorkopfs gedacht. In Versuchen haben sich hervorragende Ergebnisse mit vier bis zwölf, insbesondere sechs bis zehn, bevorzugt acht oder etwa acht, Seitenrinnen dieser Art als besonders effektiv herausgestellt.

Die seitliche Oberfläche ist in vorliegendem Zusammenhang eine um die Rotationsachse verlaufende Umhüllende des Rotorkopfes und umfasst somit immer eine Komponente in tangentialer Richtung um die Rotationsachse. Sie weist dann auch eine Komponente parallel zu der Rotationsachse auf, wenn die Normale auf der seitlichen Oberfläche nicht parallel zu der Rotationsachse ist. Die seitliche Oberfläche ist also nicht eine in einer Normalenebene zur Rotationsachse liegende Fläche wie beispielsweise eine Bodenfläche oder eine Deckelfläche. Gemeint sind hier also seitliche Oberflächen, wie sie beispielsweise an Zylindern als Mantelfläche und/oder an keglichen oder kegelstumpfförmigen Körpern analog zu finden sind. Der Rotorkopf ist vorzugsweise punkt- bzw. rotationssymmetrisch bezüglich seiner Rotationsachse aufgebaut. Er kann auf diese Weise möglichst ausgewuchtet um die Rotationsachse rotieren.

Die seitliche Oberfläche ist somit eine Außenoberfläche am Rotorkopf. Sie kann in vielen Fällen, insbesondere bei einer Ausgestaltung des Rotorkopfs in Zylinderform oder Kegelform oder Kegelstumpfform, mit der Mantelfläche des Rotorkopfs übereinstimmen. Bei einem kegelförmigen Rotorkopf ergibt eine Abwicklung der seitlichen Oberfläche demzufolge in etwa eine Kreisfläche. Bei einem kegelstumpfförmigen Rotorkopf ergibt eine Abwicklung der seitlichen Oberfläche im Wesentlichen eine Kreisringfläche. Die seitliche Oberfläche verläuft nicht vollständig kontinuierlich, da in ihr zumindest die vorgeschlagenen Seitenrinnen angeordnet sind und diese einen Teil der seitlichen Oberfläche beanspruchen.

Beispielsweise kann die seitliche Oberfläche eines kegelförmigen oder kegelstumpfförmigen Rotorkopfes mit Ihrer Flächennormalen zur Rotationsachse des Schafts bzw. auch des Rotorkopfes einen Winkel von etwa 10° bis 30° , bevorzugt etwa 15° bis 25° , einnehmen.

Die Seitenrinnen sollen erfindungsgemäß einen konkav gekrümmten Querschnitt aufweisen. Eine Umhüllende eines Schnitts durch den Rotorkopf auf beliebiger Höhe der Rotationsachse hat immer eine Kreisform. Wenn der Rotorkopf Seitenrinnen aufweist, sind diese in dem geführten Schnitt dadurch zu erkennen, dass der Außenkantenverlauf der Schnittfigur in Höhe der Seitenrinne von der Umhüllenden abweicht. Diese Abweichungen gehen dann vom Kreisverlauf auf der Umhüllenden in Richtung des

Inneren des Kreises ab, bis sie im weiteren Verlauf wieder auf den umhüllenden Kreis stoßen. Aufgrund der Symmetrie weicht der Außenkantenverlauf des geführten Schnitts mehrfach in der beschriebenen Form von der kreisrunden Umhüllenden ab. Ebenfalls aufgrund der Symmetrie hat der Außenkantenverlauf des geführten Schnitts zwischen den Bereichen, in denen er mit der Umhüllenden verläuft, vorzugsweise zumindest paarweise dieselbe Form.

Es ist von besonderem Vorteil, wenn die Seitenrinnen ausschließlich konkav gekrümmt sind, sodass sie in ihrem jeweiligen Verlauf keine Stelle haben, welche nach außen weist. Jede Stelle im Verlauf, welche nach außen weist, kann sich bei Rotation des Rotorkopfes wie eine Abweislippe verhalten, sodass durch die Seitenrinnen nach oben strömendes Fluid eine plötzliche Radialbeschleunigung nach außen erfahren kann und hierdurch als große Fluidblase den Rotorkopf durch die Öffnung der Seitenrinne verlässt, ohne dass die Blase an der Begrenzungskante der Seitenrinne zerschlagen werden kann. Demgegenüber sorgt eine ausschließlich konkav gekrümmte Seitenrinne für eine sehr kontrollierte Führung des Fluids, sodass dieses entlang der Form der Seitenrinne auf die seitlich begrenzenden Kanten zuströmt. Hierdurch unterscheidet sich die vorliegende Erfindung insbesondere von der US 5.160.693 erheblich.

Die erfindungsgemäße seitliche Oberfläche zeichnet sich kumulativ bzw. alternativ dadurch aus, dass zwischen denjenigen Punkten, an denen der Außenkantenverlauf der Schnittfigur die Umhüllende verlässt, und denjenigen Stellen, an denen der Außenkantenverlauf der Schnittfigur wieder zu der kreisförmigen Umhüllenden stößt, der Außenkantenverlauf der Schnittfigur über die gesamte Verbindungsstrecke gekrümmte Abschnitte aufweist und dass diese gekrümmten Abschnitte entgegen der Krümmung der Umhüllenden gekrümmt sind.

Es ist vorteilhaft, wenn sich wenigstens eine der Seitenrinnen von Kanalöffnungen ausgehend in Richtung Schaft erstreckt, wobei die Kanalöffnungen durch Kanäle bedingt sind, die im Wesentlichen radial von der Rotationsachse nach außen weisen. Das eingebrachte Fluid bzw. Inertgas kann durch die an sich hinreichend bekannten Kanäle nach außen aus dem Rotorkopf austreten. Wenn die Seitenrinnen direkt an die Kanalöffnungen angeschlossen sind bzw. sich aus deren oberem Bereich unmittelbar in Richtung des Schafts, also im Betrieb nach oben, durch die seitliche Oberfläche fortpflanzen, können injizierte Fluidblasen, die am Rotor anheften, sofort in die Seitenrinnen gelangen, ohne vorher auf der Umhüllenden entlang wandern zu müssen, von wo sie unzerhackt abreißen könnten. Ein Anschluss der beschriebenen Art fördert also nochmals das Maß, in dem die Fluidblasen zerhackt werden. Kumulativ bzw. alternativ können die Kanäle Kanalöffnungen aufweisen, die zumindest einen Bereich aufweisen, der

senkrecht nach oben offen ist. Es versteht sich, dass die Anordnung der Kanalöffnungen auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorteilhaft ist.

Es ist von besonderem Vorteil, wenn die Kanäle in ihrer radialen Fluidführung ausschließlich auf die Seitenrinnen treffen, nicht unmittelbar auf die Seitenoberfläche. Hierdurch wird ein gezieltes Zuströmen
5 des Fluids zu den Seitenrinnen gewährleistet. Insofern unterscheidet sich die vorliegende Erfindung insbesondere erheblich von der JP 07055365 A. Bei der vorliegenden Erfindung treffen die Kanäle vorzugsweise bereits im Inneren des Rotorkopfs auf die Seitenrinnen und öffnen sich bereits dort nach oben in die Seitenrinnen.

Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn die Kanäle möglichst tief im Inneren des Rotorkopfes, also
10 möglichst nah an der Rotationsachse, auf die Seitenrinnen treffen. Bei symmetrischen Seitenrinnen ist es zudem bevorzugt, wenn die Kanäle mittig auf die Seitenrinnen treffen, also an deren jeweiligen Spiegelsymmetrieachsen in der Mitte der gekrümmten Seitenrinnen. Wenn die Fluidführung bereits relativ weit im Inneren des Rotorkopfes von den Kanälen in die Seitenrinnen übergeht, wird das Fluid im Betrieb des Rotors möglichst lange wie beschrieben vorteilhaft in der Seitenrinne geführt. Eine mittige, also
15 insbesondere symmetrische, Anordnung ermöglicht es zudem, den Rotor in gegenläufige Richtungen mit gleicher Ergebnisqualität laufen lassen zu können. Bei der Rotorscheibe gemäß der WO 00/73240 A1 ist demgegenüber eine beidseitige Einsetzbarkeit kaum gegeben. Zudem treffen die dortigen Gasdüsen relativ weit außen auf die Profilierungen, sodass die vorteilhafte Möglichkeit der Führung des Fluids entlang der konkaven Profilierungen nicht genutzt wird. Diese kommt bei der dort vorgeschlagenen
20 Rotorscheibe allerdings ohnehin nicht in Betracht, da die Profilierungen keine ausreichende Erstreckung in Richtung des aufsteigenden Gases, also parallel zur Rotationsachse haben.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des vorgeschlagenen Rotorkopfes sind die Kanäle in die vom Schaft weg weisende Richtung offen und haben eine Kanalhöhe von mindestens etwa einem Viertel, bevorzugt von mindestens etwa der Hälfte, besonders bevorzugt von mindestens etwa Dreiviertel
25 der Breite der Seitenrinne, gleichzeitig bevorzugt aber auch mit einer Kanalhöhe von mindestens etwa der Hälfte, bevorzugt von mindestens etwa Dreiviertel, der Breite eines Zahns zwischen zwei benachbarten Seitenrinnen. Bei umfangreichen Versuchen hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass bei einer solchen Proportionierung zwischen Kanälen, Seitenrinnen und Zähnen eine besonders hervorragende Zerschlagung des Fluids stattfindet. Unter anderem ergibt sich so eine bessere Führung des Fluids
30 in Kontakt mit der Metallschmelze nach außen zu den Seitenrinnen hin, was beispielsweise bei dem Rotor nach der JP 01259135 A nicht gegeben ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weisen die Kanäle einen entlang der Rotationsachse veränderlichen Querschnitt auf, der sich in eine Eintauchrichtung des Rotors aufweitet. Als Eintauchrichtung wird hier diejenige Richtung verstanden, die bei noch nicht eingetauchtem Rotor in Richtung der Metallschmelze weist. In Eintauchrichtung kann die dem Schaft gegenüberliegende Seite des Rotorkopfes eine Fläche aufweisen, die man gemeinhin beispielsweise auch als untere Fläche oder Bodenfläche bezeichnen könnte. Wenn sich die Kanäle entlang der Rotationsachse aufweiten, hat dies zur Folge, dass das in die Metallschmelze einzubringende Fluid in einem Strom, der eine mit der Höhe variable Breite hat, in die Metallschmelze gelangt. Konkret wird sich das einzubringende Fluid aufgrund der im Vergleich zur Metallschmelze geringeren Dichte in die obere Begrenzung des Kanals einpassen und sich daher der Fluidstrom in Richtung der Bodenfläche aufweiten. Durch die Aufweitung des Kanals nach unten hin wird aufgrund der Kontinuität der Strömung eine mit der Tiefe abnehmende Ausströmgeschwindigkeit des Fluids aus dem Rotorkopf erreicht. Es treten also insbesondere die unteren Schichten der Fluidströmung mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit aus dem Rotorkopf aus. Nachdem das Fluid hier zerhackt worden ist, wird durch die geringe Austrittsgeschwindigkeit erreicht, dass sich die entstandenen Bläschen noch im Wirkungsbereich des Rotorkopfes befinden und – gegebenenfalls durch Adhäsion oder Verwirbelung am Rotorkopf verbleibend – mit gesteigerter Wahrscheinlichkeit nochmals am oberen Bereich des Rotorkopfes zu kleineren Bläschen zerhackt werden. Hierdurch wird also eine bessere Verteilung mit kleineren Bläschen erreicht.

Die Eintauchrichtung kann insbesondere parallel zu einer Symmetrieachse des Rotorschaftes liegen. Sie ist vom Schaft zum Rotorkopf gerichtet, da die Rotoren üblicherweise so eingetaucht werden, dass der Rotorkopf in die Metallschmelze gelangt, während der Schaft zumindest teilweise, oft sogar weitestgehend, außerhalb der Metallschmelze verbleibt.

Unter einer Aufweitung des Querschnitts der Kanäle entlang der Rotationsachse wird verstanden, dass diejenigen Abschnitte von senkrecht zur Rotationsachse gelegten Schnittebenen, welche nicht im Werkstoff des Rotorkopfes liegen, sondern vielmehr zwischen Werkstoffabschnitten im Luftraum der Kanäle – nach außen begrenzt durch die seitliche Oberfläche – liegen, in Eintauchrichtung größer werden. Die Kanäle können sich insbesondere also im Rotorkopf zum freien Ende des Rotorkopfes hin, also vom Schaft weggewandt, aufweiten.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn sich der Kanalquerschnitt in die Eintauchrichtung nicht beliebig aufweitet, sondern sich ein Grad der Aufweitung mit der Eintauchrichtung erhöht. Als Grad der Aufweitung wird hierbei das differenzielle Maß verstanden, mit dem sich der Kanalquerschnitt nach

unten hin aufweitet. Durch diese Geometrie am Rotorkopf wird erreicht, dass die Austrittsgeschwindigkeiten mit zunehmender Tiefe mehr als linear abnehmen. Es hat sich herausgestellt, dass der durch die Aufweitung hervorgerufene Mechanismus hierdurch in verstärktem Maße auftritt.

5 Genauer empfiehlt es sich, die Kanäle so auszugestalten, dass sich der Grad der Aufweitung sprunghaft erhöht. Durch gezielte Auswahl der Kanalgeometrie kann so beispielsweise erreicht werden, dass das Fluid über eine bestimmte Höhe mit einer konstanten Geschwindigkeit und im weiteren Verlauf nach unten mit einer abnehmenden Geschwindigkeit aus dem Rotorkopf austritt. Es hat sich empirisch gezeigt, dass hierbei eine besonders gute Zerschlagung der Gasbläschen stattfindet.

10 Auch die Ausgestaltung der Kanäle und/oder der korrespondierenden Kanalöffnungen mit veränderlichem Querschnitt ist unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung vorteilhaft, wobei diese Vorteile schon bei der entsprechenden Ausgestaltung lediglich eines Kanals zutage treten.

Alternativ und kumulativ empfiehlt es sich, dass die Kanäle zwischen Zähnen liegen, die entlang der seitlichen Oberfläche eine Länge von mindestens 40 mm aufweisen. Als Zähne werden hierbei diejenigen Körper bezeichnet, die zwischen jeweils zwei benachbarten Kanälen liegen und die insofern die Kanäle definieren. Im tangentialen Verlauf um den Rotorkopf in Höhe der Zähne bzw. somit auch in Höhe der Kanäle finden sich also diese beiden Elemente vorzugsweise wechselweise. Daher bildet die Umhüllende um die Zähne in der Regel gleichzeitig denjenigen Teil der seitlichen Oberfläche, der im Höhenbereich der Kanäle liegt.

20 Es hat sich bei Versuchen gezeigt, dass die Zähne eine Länge von mindestens 40 mm haben sollten, um ein befriedigendes Maß der homogenen Zerschlagung des eingebrachten Fluids zu erreichen. Bei kürzeren Zähnen tritt der gewünschte Mechanismus zwar ebenfalls auf, die Wahrscheinlichkeit einer mehrfachen Zerhackung der aufsteigenden Fluidbläschen an den scharfen Kanten der Zähne nimmt jedoch ab. Unterhalb der genannten Grenze kann daher kaum noch von einem befriedigenden Ergebnis gesprochen werden.

25 Außerdem ist es vorteilhaft, wenn der Rotorkopf in eine Eintauchrichtung an den Schaft anschließend einen zylinderförmigen Fluidraum aufweist. Durch einen solchen rotationssymmetrischen Fluidraum entsteht eine Stelle, an der sich das Fluid sammelt, bevor es durch die Kanäle in die Metallschmelze strömt. Hierdurch wird aufgrund der Kontinuität der Strömung zum einen die Vertikalgeschwindigkeit des einströmenden Fluids herabgesetzt, was zu einer Beruhigung der Strömung innerhalb des Rotorkopfes führt und es dem Fluid in gesteigertem Maße ermöglicht, entlang der oberen Wandung der Kanäle

30

auszuströmen. Zum anderen wird natürlich auch Material zur Herstellung des Rotorkopfes eingespart und dessen Gewicht herabgesetzt.

Es empfiehlt sich, dass ein im Wesentlichen mit der Rotationsachse im Rotorschaft verlaufender Durchlass zum Einbringen des Fluids mit einer Mündungsfläche von höchstens 64 mm^2 , vorzugsweise von 12 bis 36 mm^2 , in den Fluidraum mündet. Der Durchlass sollte auch entlang einer Schaftrotationsachse verlaufen und oberhalb des Schafts mit dem einzubringendem Fluid gefüllt werden. Das Fluid strömt somit entlang einer bestimmten Strecke an einer zumindest teilweise sehr stark erwärmten Durchlasswandung, wodurch es ebenfalls stark erhitzt werden kann. Bei einer Mündungsfläche, im Wesentlichen also der Querschnittsfläche der Mündung, die auf 64 mm^2 begrenzt ist, strömt das einzubringende Fluid mit einer verhältnismäßig hohen Geschwindigkeit in den Raum ein und verwirbelt das in dem Raum befindliche Fluid sowie die in der Nähe befindliche Schmelze vorteilhaft, so dass eine feinere Verteilung des Fluids in der Schmelze gewährleistet werden kann.

Bei Wahl einer zu kleinen Mündungsfläche kann möglicherweise Fluid nachgeführt werden, um einen ausreichenden Druck unter der Schmelzeoberfläche aufrecht zu erhalten. Daher ist es auch empfehlenswert, eine Mündungsfläche von mindestens 12 mm^2 vorzusehen. Der Fluidraum sowie die Ausgestaltung der Mündungsfläche zeigen die beschriebenen Vorteile auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung.

Eine besonders vorteilhafte Eignung unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung weist der Rotor auf, wenn der Rotorkopf eine im Wesentlichen kegelstumpfförmige Form hat. Bei einer solchen Form treten am Umfang des Rotorkopfes verschiedene Geschwindigkeiten auf. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Rotorkopf sich in Richtung Schaft verjüngt, da dann nach oben hin, also im Betrieb in Richtung der Metallschmelzenoberfläche, geringere Geschwindigkeiten am Umfang des Rotors auftreten.

Zum einen hat es sich herausgestellt, dass bei Vorliegen geringer Geschwindigkeiten am oberen Ende des Rotorkopfes die Gefahr der Strudelbildung drastisch herabgesetzt wird. Der Entgasungsprozess kann also mit erhöhten Rotordrehzahlen und/oder geringeren Eintauchtiefen in die Metallschmelze gefahren werden, als dies mit herkömmlichen Rotorköpfen der Fall ist. Dies schlägt sich in einer erhöhten Prozesssicherheit bei einer gleichzeitig gesteigerten Prozessgüte nieder.

Des Weiteren treten am unteren Ende des Rotorkopfes vergleichsweise hohe Geschwindigkeiten am Umfang auf. Somit werden dort austretende Fluidblasen mit einem vergleichsweise hohen Impuls zer-

schlagen. Hierdurch entstehen bereits im unteren Bereich des austretenden Fluids gute Zerschlagungsergebnisse, die dann im Verlauf des Aufsteigens entlang des Rotorkopfes noch verbessert werden.

Darüber hinaus bewirkt eine kegelstumpfförmige Oberfläche auch eine flächigere und somit homogenere Verteilung der Fluidbläschen in der Metallschmelze. Da die Bläschen die Tendenz haben, im Wesentlichen vertikal nach oben durch die Metallschmelze aufzusteigen, ist es hier von großem Vorteil, wenn
5 der Bereich, in dem die Bläschen in die Schmelze eintreten, eine verhältnismäßige große horizontale Flächenabdeckung erreicht, in der Projektion auf die Schmelzenoberfläche also eine Kreisringscheibe ergibt. Mit zunehmenden Unterschied des oberen vom unteren Umfang des Rotorkopfes wird diese Basisfläche der aufsteigenden Bläschen größer. Zum Vergleich ist diese Basisfläche bei einem zylindri-
10 schen Rotorkopf Null, da sie lediglich einen Kreisring auf der Schmelzenoberfläche ergibt.

Zusätzlich wird durch die hohe Scherfestigkeit der Metallschmelze im Zusammenspiel mit der sich nach unten erweiternden Rotorkopfform – kegelförmig oder auf sonstige Weise – eine Sekundärströmung induziert, wodurch die Schmelze stärker durchmischt wird und die aufsteigenden Bläschen von ihrer rein vertikalen Aufsteigbahn abgebracht werden. Die Bläschen durchlaufen so eine längere Strecke
15 innerhalb der Metallschmelze.

In einer empfehlenswerten Ausgestaltung des Rotors ist der Rotorkopf über ein selbstdichtendes Befestigungsmittel an dem Schaft befestigt. Vorzugsweise handelt es sich hier um ein Gewinde oder einen Bajonettverschluss, wobei diese so konstruiert sein sollten, dass sie sich unter der Last, die bei Rotation des Rotorkopfes in Folge des Widerstands der Metallschmelze als Drehmoment auftritt, festziehen.
20 Hierdurch kann ohne Einsatz weiterer Mittel unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung erreicht werden, dass möglichst wenig Schmelze in den Schlitz zwischen Kopf und Schaft eintritt. Ein eventuell notwendiger Austausch eines Rotorkopfes wird hierdurch regelmäßig erleichtert.

Weitere Vorteile können – ggf. auch unabhängig von dem Vorgesagten – erreicht werden, wenn die seitliche Oberfläche des Rotorkopfes an einer Übergangsnah zwischen dem Rotorkopf und dem Schaft
25 im Wesentlichen bündig in eine Mantelfläche des Schafts übergeht. Hierdurch werden insbesondere zwei Vorteile erreicht: Zum einen erschwert ein bündiger Übergang ein eventuelles Anlagern von Metallschmelzeresten, wodurch ebenfalls eine bessere Lösbarkeit des Rotorkopfes sichergestellt werden kann. Zum anderen treten am Umfang des Übergangs zwischen dem Schaft und dem Rotorkopf keine Geschwindigkeitssprünge auf. Die Gefahr einer Strudelbildung wird hierdurch signifikant herabgesetzt.

Als Übergangsnahut wird hier diejenige Stelle verstanden, an der entlang des Umfangs der Rotorkopf an den Schaft anschließt. Die Übergangsnahut grenzt daher nach unten an die seitliche Oberfläche des Rotorkopfes und nach oben an die Mantelfläche des ebenfalls rotationssymmetrischen Schafts. Unter einem bündigen Übergang wird verstanden, dass an der Übergangsnahut weder die seitliche Oberfläche des Rotorkopfes noch die Mantelfläche des Schafts eine Tangentialfläche senkrecht zur Rotationsachse aufweisen.

Die hierdurch erzielten Ergebnisse können noch verbessert werden, wenn ein Übergang an der Übergangsnahut bezüglich der seitlichen Oberfläche des Rotorkopfes und der Mantelfläche des Schafts im Wesentlichen konkav ist. In Versuchen hat sich gezeigt, dass bei einem im Wesentlichen konkaven Übergang von Rotorkopf zu Schaft ungewollte Strudel effektiv vermieden werden können.

Es hat sich gezeigt, dass es alternativ und kumulativ vorteilhaft ist, wenn sich der Schaft zum Rotorkopf hin verjüngt. Mit zunehmender Tiefe hat der Schaft somit in der Metallschmelze eine abnehmende Umfangsgeschwindigkeit. Hierdurch werden ebenfalls ungewünschte Strudel minimiert. In der geometrisch einfachsten Variante hat der Schaft hierbei im Wesentlichen eine Kegelstumpfform.

Unabhängig hiervon ist es vorteilhaft, wenn der Schaft über eine selbstdichtende Befestigungseinrichtung an einer Schaftaufnahme befestigt ist. Die Schaftaufnahme ist im Allgemeinen oberhalb des Schmelzespiegels angeordnet und weist eine Befestigungseinrichtung für den Schaft auf. Hierbei ist es wesentlich, dass der Schaft mit möglichst einfachen Mitteln von der Schaftaufnahme gelöst werden kann. Vorzugsweise kommen für die selbstdichtende Befestigungseinrichtung ein Gewinde oder ein Bajonettverschluss zum Einsatz, die sich unter Last bei laufendem Rotor selbst festziehen. Hierdurch wird einfach und zuverlässig gewährleistet, dass keine Spritzer der Schmelze in den Schlitz zwischen Schaft und Aufnahme eindringen können. Einmal hier eingedrungenes und erhärtetes Metall kann das Lösen des Schafts von der Aufnahme erheblich erschweren und außerdem dort angeordnete Dichtungen zerstören.

Außerdem ist es vorteilhaft, wenn der Schaft axiale Vorsprünge aufweist. Im Allgemeinen wird der Schaft eine eher glatte Oberfläche aufweisen. Hierdurch wird jedoch die Handhabung des Schafts, insbesondere beim Befestigen an und Lösen von der Schaftaufnahme sehr schwierig. Durch angeordnete Vorsprünge, unabhängig davon, ob sie von der Oberfläche nach außen oder nach innen weisen, kann der Schaft beispielsweise durch Hubmittel leichter gegriffen werden und zudem auch leichter gedreht wer-

den. Letzteres ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Schaft in ein Gewinde der Schaftaufnahme geschraubt werden soll.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante des Rotors geht die Mantelfläche des Schafts an einer Verbindungsnaht im Wesentlichen bündig in eine Umfangsfläche der Schaftaufnahme über. Auch hierdurch wird es weitestgehend verhindert, dass Schmelzespritzer zwischen die plane Abschlussfläche des Schafts und die Schaftaufnahme eindringen können. Auch ein Anhaften von Spritzern an die Oberfläche an der Verbindungsnaht wird bei einem bündigen Übergang gering gehalten.

In einer vorteilhaften Variante des Rotors sind an dem Schaft ein Spritzschutz oder Mittel zum Anbringen eines Spritzschutzes angeordnet. Hierbei bieten sich als Spritzschutz insbesondere klemmbare Kreisringscheiben oder Ähnliches an. Bei Verwendung eines Spritzschutzes wird das Anlagern von Schmelzespritzern bzw. das Eindringen von Schmelzespritzern zwischen Schaft und Aufnahme bestmöglich verhindert.

Es sei darauf hingewiesen, dass sich die Vorschläge bezüglich der Schaftaufnahme nicht auf das dem Rotorkopf zugewandte Ende des Schafts beziehen, sondern auf die gegenüberliegende Seite, also dort, wo der Schaft an eine Maschinerie angeschlossen wird.

Es versteht sich, dass alle als vorteilhaft beschriebenen Merkmale, die sich nicht explizit auf vorausgehende Merkmale beziehen, auch unabhängig voneinander, in beliebiger Alternation oder Addition, vorteilhafte Wirkungen erzielen und auch für sich genommen erfinderisch sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze löst die gestellte Aufgabe, weil eine benachbarte Anordnung mindestens zweier Rotoren ohne dazwischen angeordnete Tauchwände die Wirkung des Entgasungsprozesses gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbessert. In einem derartigen Zwischenraum zwischen zwei Rotoren, insbesondere mit nebeneinander angeordneten Schäften, entsteht infolge der Beeinflussung durch zwei Rotorköpfe eine makroskopisch wirbelige Strömung. Das Zentrum der Verwirbelung ist aber dabei nicht direkt am Rotor, sondern liegt im Zwischenraum zwischen den Rotoren. Somit ist die Gefahr einer Strudelbildung am Rotor weitestgehend minimiert.

Zudem tritt im Bereich zwischen den Rotoren eine Schmelzespiegelerhöhung auf, die eine Sekundärströmung senkrecht zur Verlaufsrichtung des Schmelzekanals hervorruft. Diese verbessert nochmals die Verteilung der Fluidbläschen in der Schmelze.

Insbesondere gilt dies für Rotoren, bei welchen den rotierenden Rotorköpfen das Fluid über eine innere Fluidzuführung zuströmt. Ein vorteilhafter Effekt stellt sich jedoch auch ein, wenn das Fluid anders, beispielsweise über Bodenblasdüsen, seitliche Düsen etc. zugeführt wird.

Überraschend hat sich herausgestellt, dass bereits die Anordnung mindestens zweier Rotoren zwischen
5 zwei Tauchwänden – unabhängig von ihrer Form – die Fluidverteilung vorteilhaft beeinflussen kann. Es versteht sich, dass bei Verwendung der vorgeschlagenen Rotorausbildung dieser Effekt nochmals erheblich verstärkt werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung zeichnet sich diese dadurch aus, dass der Kontaktbereich durch Tauchwände umgrenzt ist. In diesem Fall liegt also in der Verlaufsrichtung der Me-
10 tallschmelze bereits vor dem ersten Rotor eine erste Tauchwand und nach dem letzten Rotor eine letzte Tauchwand. Zumindest ist es jedoch vorteilhaft, wenn vor dem ersten Rotor eine erste Tauchwand angeordnet ist. Die Tauchwände rufen eine Vertikalströmung innerhalb der Metallschmelze hervor. Durch Anordnung einer ersten Tauchwand bereits vor dem ersten Rotor herrscht bereits an diesem eine starke vertikale Verwirbelung der Schmelze. Eine möglichst homogene Verteilung der Fluidbläschen wird
15 hierdurch erleichtert.

Es empfiehlt sich besonders, dass der Kontaktbereich mindestens drei Tauchwände aufweist. Es hat sich bei umfangreichen Versuchen herausgestellt, dass eine Anordnung von drei Tauchwänden gegenüber einer Anordnung von zwei oder nur einer Tauchwand signifikant bessere Entgasungsergebnisse erzielt. Durch die Anordnung weiterer Tauchwände können die Ergebnisse noch gesteigert werden. Je mehr
20 Tauchwände angeordnet sind, desto stärker ist die Vertikalströmung. Hierbei ist tendenziell zu beobachten, dass die Stärke der Vertikalströmung im Verlauf des Schmelzkanals innerhalb des Kontaktbereichs stetig zunimmt.

Es empfiehlt sich besonders, dass die Tauchwände im Betrieb mindestens die Hälfte einer Schmelzeka-
naltiefe im Kontaktbereich herabreichen. Je weiter die Tauchwände herabreichen, desto stärker wird die
25 vertikale Verwirbelung. Zudem erfährt der Schmelzefluss an der Tauchwand eine Stauung, wodurch der Schmelzespiegel erhöht wird und die Fluidbläschen eine größere Strecke innerhalb der Schmelze zurückzulegen haben.

Alternativ und kumulativ ist es vorteilhaft, wenn die Rotoren im Betrieb näher an einer Kanalsole des Schmelzkanals angeordnet sind als die Tauchwände. Der Schmelzkanal hat im Allgemeinen eine im
30 Wesentlichen rechteckige Form mit einer ausgewiesenen Sohlfläche. Durch die Anordnung von Tauch-

wänden und Rotoren in der beschriebenen Weise werden die Kontaktkammern, die jeweils durch Umgrenzung von zwei Tauchwänden definiert sind, miteinander in Bezug auf die Horizontalströmung gekoppelt. Regelmäßig führt dies zu längeren Bahnlinien von Schmelzepartikeln innerhalb des Kontaktbereichs und zugleich zu einer stärkeren Sekundärströmung.

- 5 In einer vorteilhaften Ausführungsvariante ist die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren in einem Abstand angeordnet sind, der mindestens eine Breite des Schmelzkanals im Kontaktbereich beträgt. Der Vorteil wird bereits erreicht, wenn lediglich zwei benachbarte Rotoren im beschriebenen Maße beabstandet sind. Unter der Breite des Schmelzkanals im Kontaktbereich wird hierbei im Wesentlichen die Breite der Schmelzoberfläche verstanden. Bei Querschnittsformen von
10 Schmelzkanälen, die von der Rechteckform wesentlich abweichen, kann das angegebene Maß in sinnvoller Weise auf eine wirkende Breite des Schmelzkanals auf der Höhe der Rotorköpfe bezogen werden.

Durch eine solche Anordnung werden Totbereiche in der Schmelzeströmung vermieden. Insbesondere werden innerhalb einer Kontaktkammer ausgeprägte Longitudinalströmungen auftreten, welche die Größe einer Schichtströmung am Stokes'schen Haftbereich minimieren.

- 15 Außerdem hat sich empirisch herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, wenn die Rotoren einen Umfangsdurchmesser aufweisen, der höchstens ein Viertel, vorzugsweise ein Fünftel, einer Breite des Schmelzkanals im Kontaktbereich beträgt. Als Umfangsdurchmesser bei kegelstumpfförmigen Rotorköpfen sei hierbei der größte auftretende Umfangsdurchmesser am Rotorkopf verstanden. Die Rotorkopfgröße muss einen Kompromiss finden zwischen möglichst hoher Gaseinbringung einerseits, aber auch möglichst
20 geringer Strudelbildung und möglichst geringem Auftreten von Spritzern andererseits. Die genannte Durchmessergröße hat sich hierbei als vorteilhaft herausgestellt, da hier die Fluidbläschen über einen großen Bereich in die Schmelze eingebracht und zudem starke Sekundärströmungen hervorgerufen werden, zugleich aber über einen großen Drehzahlbereich die Bildung von Strudeln und Spritzern erfolgreich vermieden wird.

- 25 Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass möglichst hohe Drehzahlen auch zu einer guten Zerhackung von Bläschen führen und somit anzustreben sind.

- Gleichzeitig hat es sich auch gezeigt, dass es von Vorteil ist, wenn die Rotoren einen Umfangsdurchmesser aufweisen, der mindestens ein Sechstel einer Breite des Schmelzkanals im Kontaktbereich beträgt. Bei kleineren Rotoren müssen zu hohe Drehzahlen gefahren werden, was dann wieder eine erhöhte
30 Gefahr der Strudelbildung und gleichzeitig einen erhöhten Materialverschleiß hervorruft. Außerdem

wird durch Rotoren mit kleineren Durchmessern keine befriedigende horizontale Sekundärströmung innerhalb der Kontaktkammern verursacht.

Die Größe der Rotorköpfe sollte vorzugsweise innerhalb der beschriebenen Ober- und Untergrenzen liegen, um eine möglichst gute Entgasungswirkung zu erreichen, wobei es sich versteht, dass die Rotorkopfgröße auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung die dargestellten Vorteile bewirken kann.

Alternativ und kumulativ ist es von besonderem Vorteil, wenn die Rotoren in gleiche Drehrichtungen laufen. Insbesondere bezieht sich dies auf die Rotoren innerhalb einer Kontaktkammer oder zumindest auf zwei benachbarte Rotoren. Durch den gleichen Drehsinn zweier benachbarter Rotoren erfährt der Zwischenbereich zwischen den beiden Rotoren in besonders hohem Maße eine Anregung zur Wirbelbildung. Hierdurch werden Totbereiche vermieden und eine bessere Durchmischung des gesamten Schmelze-Fluid-Gemisches erreicht.

In zwei aneinander grenzenden Kontaktkammern kann es von Vorteil sein, bei gleicher Drehrichtung von Rotoren innerhalb jeweils einer Kontaktkammer unterschiedliche Drehrichtungen zu fahren. Hierdurch ergeben sich Spielräume für die Gestaltung von Strömungsfeldern innerhalb des Schmelzekanals, die eine Optimierung des Prozesses an verschiedene Einsatzbedingungen ermöglichen.

Unabhängig hiervon kann sich die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhaft dadurch auszeichnen, dass der Schmelzekanal im Wesentlichen aus einem Außenmantel, einer Zwischenschicht und schmelzeseitig einer keramischen Auskleidung besteht. Der Außenmantel wird hierbei zweckmäßigerweise aus Stahl oder einem ähnlichen Werkstoff hergestellt, wobei darauf zu achten ist, dass Anschlüsse beispielsweise für Aufstellstützen der Vorrichtung oder für die Verbindung von verschiedenen Elementen der Vorrichtung mit ausreichender Präzision und Festigkeit an den Außenmantel angeordnet werden können.

Die Zwischenschicht kann beispielsweise einen hochporösen Gießbeton aufweisen. Ihre Funktion besteht in erster Linie darin, bei guter Stabilität und ausreichendem Gewicht für die Standfestigkeit der Rinne eine gute Isolierung der Außenseite gegenüber der heißen Metallschmelze auf der Innenseite zu gewährleisten.

Die keramische Auskleidung auf der Schmelzeseite weist eine hohe Lebensdauer auch unter der extremen Belastung bei der Rinnenentgasung auf. Sie ist in hohem Maße temperaturwechselbeständig und

sorgt gleichzeitig für eine gute Isolierung der außerhalb angeordneten Schichten gegenüber der Metallschmelze.

Durch den beschriebenen Aufbau des Schmelzekanals werden eine gute Isolierwirkung und Stabilität, eine Lebensdauer von im Allgemeinen über 2 Jahren und eine gute Handhabbarkeit bei kostengünstigem Aufbau ermöglicht.

Unabhängig hiervon ist es vorteilhaft, wenn ein Filterelement eine keramische Auskleidung aufweist. Filterelemente sind bei der Rinnenentgasung im Allgemeinen nach dem Kontaktbereich im weiteren Verlauf der Metallschmelze angeordnet. Eine keramische Auskleidung eines solchen Filterelements bewirkt ebenfalls eine hohe Lebensdauer und eine gute Isolierung.

In einer bevorzugten Ausführung sind die keramische Auskleidung des Schmelzekanals und/oder des Filterelements monolithisch. Eine monolithische Auskleidung bringt insbesondere den Vorteil einer sehr zuverlässigen Führung der Metallschmelze innerhalb des Kanals bzw. des Filterelements. Bei Zusammensetzung aus mehreren Elementen entstehen zwangsläufig Anschlussnähte, welche die Gefahr bergen, dass flüssige Schmelze in den Nähten durch die Auskleidung hindurch gelangt. Die Nähte müssen also in einem nachträglichen Arbeitsgang geschlossen werden. Unter der enormen Hitzeeinwirkung im Betrieb des Kanals können jedoch wieder Risse auftreten. Eine monolithische Auskleidung leistet hier also insbesondere einen hohen Beitrag zur Arbeitssicherheit.

Ein Filterelement kann vorteilhaft dadurch gekennzeichnet sein, dass es keramische Schaumfilter aufweist. Diese können zweckmäßigerweise herausnehmbar und somit leicht austauschbar sein. Die Ausbildung als Schaumfilter bringt zum einen den Vorteil, dass die Filter kostengünstig sind und ein geringes Gewicht haben. Zum anderen bietet ein Schaumfilter einen guten Kompromiss zwischen einer hohen Filterwirkung und einem möglichst geringem Verlust an Strömungsenergie. Ein Schaumfilter kann leicht aus keramischem Werkstoff hergestellt werden. Dies ist von großem Vorteil, weil der Schaumfilter so sehr hitzebeständig und insbesondere auch temperaturwechselbeständig ist und demzufolge eine lange Lebensdauer erwarten lässt.

Unabhängig hiervon kann sich die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhaft dadurch auszeichnen, dass die Kanalsole des Schmelzekanals zwischen dem Kontaktbereich und dem Filterelement im Wesentlichen horizontal verläuft.

Ein Abfallen der Kanalsohle in Richtung zum Filterelement beschleunigt die Schmelzeströmung. Hierdurch wird der Schmelzespiegel herabgesetzt. Neben einer hierdurch bedingten verkürzten Verweilzeit der Fluidbläschen in der Schmelze wird durch die Beschleunigung noch die Gefahr heraufbeschworen, dass die Schmelze ins Schießen gerät. Ein hiernach unvermeidlicher Wechselsprung beeinträchtigt
5 nachteilig die Entgasungsleistung.

Ein Ansteigen der Sohlfläche zwischen dem Kontaktbereich und dem Filterelement hat hingegen zur Folge, dass die Metallschmelze nicht ohne äußere Einwirkung zur Gänze aus dem Kontaktbereich hinausfließen kann. Ein Verbleiben von geschmolzenem Metall im Kontaktbereich nach dem Gussvorgang muss jedoch im Normalfall vermieden werden. Ist das Metall einmal erkaltet, ist es kaum mehr möglich,
10 den Kanal vom Metall zu reinigen. Wenn in der nächsten Charge eine Schmelze eines anderen Metalls durch den Rinnenentgaser fließt, wird dieses unweigerlich verschmutzt. Zudem entstehen in dem Kontaktbereich aufgrund der durch die Metallablagerung veränderten Kanalsohle zumindest anfänglich unerwünschte Strömungsfelder.

Eine im Wesentlichen horizontale Anordnung der Kanalsohle zwischen dem Kontaktbereich und dem
15 Filterelement ist in der Lage, diese unerwünschten Effekte auszuschließen.

In einer vorteilhaften Ausführung weist die Vorrichtung eine Heizung zum Erhitzen eines Filtereinsatzes auf. Der Filtereinsatz kann hierdurch bereits vor Eintreffen der Metallschmelze am Filterelement auf seine Betriebstemperatur erhitzt werden oder zumindest so stark erhitzt werden, dass die Temperaturwechselbeständigkeit des Filterelements nicht überstrapaziert wird. Durch die Heizung kann regelmäßig
20 die Lebensdauer des Filtereinsatzes deutlich erhöht werden.

In einer bevorzugten Variante der Heizung weist diese ein Gebläse auf. Die einfachste Art, den Filtereinsatz zu erhitzen, ist ein Durchströmen mit heißem Fluid, vorzugsweise mit heißem Gas. Ein solches Gas kann mittels eines Gebläses leicht durch das Filterelement geführt werden. Beispielsweise bietet sich hier ein geschlossener Kreislauf von Heißluft an, die durch das Filterelement, einen Heizbereich
25 und das Gebläse zirkuliert.

In einer bevorzugten Form der Heizung mit dem Gebläse ist dieses außerhalb des Filterelements angeordnet und wirkt die Heizung mit einer Wandung des Filterelements zusammen. Beispielsweise kann dies so ausgeführt sein, dass in eine Wandung ein Durchlassrohr für das erhitzte Gas installiert ist und/oder ein weiteres Rohr in dieselbe oder eine andere, bevorzugterweise die gegenüberliegende, Wandung zum Ausströmen der erhitzten Luft angeordnet ist. Das Gebläse sitzt gemeinsam mit dem Heizbe-
30

reich außerhalb des Filterelements. Durch eine solche Anordnung werden das Gebläse sowie der Heizbereich der direkten Hitzeeinwirkung der Metallschmelze entzogen. Zudem sind das Gebläse und der Heizbereich einer Wartung oder Instandsetzung leichter zugänglich.

Es ist besonders bevorzugt, dass das erhitzte Gas den Filter in der selben Orientierung wie später die
5 Metallschmelze durchströmt. Zum einen kann die Heizung in diesem Fall selbst bei einem anisotrop wirkenden Filtereinsatz mit gleichem Wirkungsgrad arbeiten. Zum anderen kann die Anzahl der Öffnungen des Filterelements hierdurch geringer gehalten werden.

Der Filtereinsatz eines Filterelements für die erfindungsgemäße Vorrichtung sollte vorteilhaft so ausgewählt sein, dass er eine Feinheit von mindestens 60 ppi aufweist. Unterhalb dieser Feinheitsgrenze können
10 nur sehr beschränkt befriedigende Ergebnisse erwartet werden. Es ist jedoch zu beachten, dass bei zu großer Feinheit des Filtereinsatzes die Schmelzeströmung einen zu hohen Widerstand erfahren kann.

Unabhängig hiervon ist es zu bevorzugen, dass der Schmelzekanal zwischen einem Einfüllbereich und dem Kontaktbereich eine Krümmung aufweist. Als Einfüllbereich wird hier diejenige Stelle verstanden,
15 an der das flüssige Metall in den Schmelzekanal einläuft. Durch die Krümmung des Kanals im Verlauf der Schmelzeströmung wird diese umgelenkt und am Prallufer der Spiegelstand erhöht. Hierdurch wird eine im Wesentlichen der Kanalwandungen und der Oberfläche entlang verlaufende Sekundärströmung senkrecht zur Flussrichtung der Schmelze induziert. Dies ist von besonderem Vorteil, um das Entstehen von Totbereichen im weiteren Verlauf des Kanals zu vermeiden. Zudem nimmt das Prallufer die Schwallenergie eines Einfüllschalles erfolgreich auf.

20 Des Weiteren kann Rinnenentgaser vorteilhaft dadurch gekennzeichnet sein, dass sich der Schmelzekanal im Kontaktbereich und/oder im Filterelement aufweitet. Aufgrund der Kontinuität wird hierdurch eine Verlangsamung des Schmelzestroms erzwungen, was regelmäßig zu verbesserten Entgasungs- bzw. Filterergebnissen führt. Es kann empfehlenswert sein, den Kanal nicht sprunghaft, sondern in einem stetigen Verlauf mit einem bestimmten Höchstwinkel aufweiten zu lassen.

25 Unabhängig hiervon empfiehlt es sich, dass der Schmelzekanal eine Anzeige, vorzugsweise einen Absatz, für eine Schmelzehöhe aufweist. Die Anzeige dient dann als Füllstandskontrolle. Hierdurch ist es mit einfachen Mitteln möglich, das Einfüllen der Metallschmelze bis zu einem erforderlichen Mindestfüllstand zu gewährleisten. Auch für Positionierarbeiten beim Aufstellen des Kanals oder bei der Installation der Rotoren kann eine solche Anzeige von Nutzen sein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann weiterhin Gewinn bringend dadurch gekennzeichnet sein, dass eine Rotorhubeinrichtung Mittel zum Verfahren der Rotoren in eine horizontale Richtung aufweist. Herkömmliche Rinnenentgaser weisen üblicherweise eine Rotorhubeinrichtung auf. Mittels dieser können die Rotoren – meist vertikal – bezüglich der Metallschmelze verfahren werden. Es ist von Vorteil, wenn die Rotoren auch horizontal verfahren werden können. Hierdurch werden beispielsweise eine
5 Wartung oder ein Austausch von Rotoren deutlich erleichtert. Insbesondere bietet sich hierfür eine Hub-
säule mit einer horizontalen Laufkatze an. Bei einer solchen Anordnung kann die horizontale Bewegung
völlig unabhängig von der Vertikalbewegung durchgeführt werden. Die Rotoren können also mit großer
Zuverlässigkeit exakt vertikal eingeführt werden und im Stillstand nur zu Wartungsarbeiten horizontal
10 verfahren werden.

Schließlich kann die Vorrichtung vorteilhaft dadurch gekennzeichnet sein, dass sie Mittel zum Einstellen einer Drehzahl und/oder einer Fluidstromstärke aufweist. Es hat sich herausgestellt, dass eine Fluidstromstärke pro Rotor von 10 bis 25 l Fluid pro Minute sehr positive Entgasungsergebnisse unterstützt. Durch eine Regulierbarkeit der Fluidstromstärke, unabhängig hiervon aber selbstverständlich auch der
15 Rotordrehzahl, hat die erfindungsgemäße Vorrichtung eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene
Metalle bzw. Entgasungsfluide.

Es versteht sich, dass alle vorteilhaften Merkmale der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch für sich genommen in Alternation oder Addition vorteilhaft und erfinderisch sind. Ausnahmen hiervon bilden lediglich diejenigen Merkmale, die sich explizit nur auf bestimmte vorangegangene Merkmale beziehen.
20 Es sei darauf hingewiesen, dass die auf die Vorrichtung bezogenen Vorschläge insbesondere Vorteile
beim Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze bieten. Auch für ähnliche Vorrichtungen, bei
welchen flüssiges Metall von einem Schmelzofen beispielsweise zu einem Gießtisch – insbesondere,
aber nicht notwendigerweise, unter Vollziehung einer Schmelzenbehandlung – befördert wird, sind die
Merkmale jedoch auch vorteilhaft und erfinderisch.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren löst die gestellte Aufgabe mit demselben Erfindungsgedanken. Wenn
die Metallschmelze eine Kontaktkammer mit mindestens zwei Rotoren, insbesondere mit nebeneinander
angeordneten Schäften, durchfließt, gerät sie in starke Wirbel, die in der Kontaktkammer aufgrund der
direkten Nachbarschaft zweier Rotoren auftreten. Hierdurch wird die Schmelze stark durchmischt. Zu-
dem steigt der Schmelzespiegel in den Prallbereichen der beiden Rotorströmungen an und induziert so

eine zusätzliche Sekundärströmung. All diese Effekte steigern die gewünschte Wirkung des Rinnenentgasers, ohne dass in unmittelbarer Rotornähe eine erhöhte Gefahr von Strudelbildung auftritt.

Es sei darauf hingewiesen, dass bereits über bloßes Anwenden des vorgeschlagenen Verfahrens eine gegenüber dem Stand der Technik bessere Fluidverteilung in der Metallschmelze erreicht werden kann.

5 Wenn bei dem Verfahren zudem ein Rotor der vorgeschlagenen Art verwendet wird, lässt sich der vorteilhafte Effekt noch erheblich steigern.

In einer bevorzugten Variante des Verfahrens ist dieses dadurch gekennzeichnet, dass vor einem Einfüllen der Metallschmelze ein Schmelzkanal gesäubert und getrocknet wird. Die Metallschmelze wird hierbei in herkömmlicher Weise durch einen Schmelzkanal geführt. Wenn dieser vor dem Einfüllen
10 der Schmelze gesäubert und getrocknet wird, treten im Ausgangsprodukt des Rinnenentgasers weniger Verunreinigungen des Metalls auf.

Unabhängig hiervon empfiehlt es sich, vor dem Einfüllen der Metallschmelze ein Filterelement mit einem Filtereinsatz zu versehen. Ein herausnehmbarer Filtereinsatz ermöglicht eine praktische und kostengünstige sowie langlebige Verwendung eines Filterelements an dem Schmelzkanal hinter dem
15 Kontaktbereich. Als Filtereinsatz kann mit hoher Eignung ein keramischer Schaumfilter zum Einsatz kommen. Durch den Filter steht am Ende des Rinnenentgasers ein bestmöglich von unerwünschten Komponenten gereinigtes Metall zur Verfügung.

Vorzugsweise kann der Filtereinsatz durch eine Heizung erhitzt werden, bevor die Metallschmelze ihn erreicht. Dies fördert vor allem eine lange Lebensdauer des Filtereinsatzes. Obwohl insbesondere ein
20 keramischer Filtereinsatz eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit sowie Hitzebeständigkeit hat, kann doch die Belastung für das Material durch ein Vorheizen signifikant gesenkt werden.

Unabhängig hiervon ist es von Vorteil, wenn die Metallschmelze bei dem erfindungsgemäßen Verfahren anschließend in den Schmelzkanal eingefüllt wird, bis in der Kontaktkammer eine bestimmte Schmelz-
25 höhe erreicht ist. Die Schmelzhöhe in der Kontaktkammer ist ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Qualität des Entgasungsergebnisses. Die Kontrolle, ob die Mindestschmelzhöhe erreicht ist, findet vorzugsweise anhand einer Anzeige statt, die der Schmelzkanal aufweist. Beispielsweise kann dieser einen Absatz aufweisen, der in der Mindesthöhe für die Metallschmelze sichtbar ist.

Es ist hierbei von Vorteil, wenn die Schmelzhöhe bei 200 bis 250 mm liegt. Dies sind empirische Werte, die sich als besonders vorteilhaft für das Entgasungsergebnis herausgestellt haben.

Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Rotoren nach Erreichen der Schmelzhöhe in Rotation versetzt werden. Auch hierdurch wird in hohem Maße gewährleistet, dass der Entgasungsprozess die gewünschte Qualität erreicht. Zudem wird ein Beitrag zur Arbeitssicherheit geleistet.

5 Alternativ und kumulativ ist es vorteilhaft, wenn die Rotoren, bevor sie in Rotation versetzt werden, in eine Zielposition verfahren werden. Die Zielposition sollte hierbei fest eingestellt oder abhängig von der Schmelzhöhe im Kontaktbereich sein. Die Zielposition sorgt für eine hohe Reproduzierbarkeit der Entgasungsergebnisse und reduziert gleichzeitig die Gefahr, dass beispielsweise bei nicht ausreichend eingetauchten Rotoren gefährliche Spritzer des heißen Metalls auftreten.

10 Das Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn eine Drehzahl der Rotoren und eine Fluidstromstärke des durch die Rotoren eingebrachten Fluids so eingestellt werden, dass die Vektorsumme einer Geschwindigkeit des Fluids parallel zur Rotationsachse – bestimmt durch die Größe der Mündungsfläche des Fluiddurchlasses im Rotorkopf bzw. die eingestellte Fluidstromstärke – und einer Geschwindigkeit des Fluids senkrecht zur Rotationsachse – bestimmt durch die Rotorkopfgeometrie und die eingestellte Um-

15 Kanalbewegungsvolumens liegt. Hierdurch werden sehr gute Ergebnisse bei der Zerhackung der Fluidblasen erreicht, da jeder Fluidpartikel wenigstens einmal mit den Zähnen des Rotors in Kontakt kommt.

Es ist außerdem von Vorteil, wenn die Fluidstromstärke, die durch einen Rotor geht, 10 bis 25 l/min beträgt. Es hat sich empirisch gezeigt, dass bei Wahl einer Fluidstromstärke innerhalb dieses Spektrums

20 sehr befriedigende Entgasungsergebnisse erzielt werden.

Es versteht sich, dass sämtliche vorteilhafte Merkmale des Verfahrens zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze auch für sich genommen in Alternation bzw. Addition vorteilhaft wirken und erfinderisch sind, wenn sie sich nicht explizit nur auf ein vorangegangenes Merkmal oder vorangegangene Merkmale beziehen. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die vorgeschlagenen Verfahrensmerkmale

25 nicht nur für ein Verfahren zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze vorteilhaft wirken und erfinderisch sind, sondern sich auch allgemein auf ein Verfahren zum Vorbereiten eines Verfahrens zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze, sowie auf ein Verfahren zum Vorbereiten einer Vorrichtung zur Leitung einer Metallschmelze von einem Schmelzofen beispielsweise zu einem Gieß-

30 tisch oder ähnlichem – vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise eine Behandlung der Metallschmelze beinhaltend – bezieht.

Verschiedene Ausführungsbeispiele zu dem erfindungsgemäßen Rotor und zu der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind der Zeichnung zu entnehmen. Hier offenbaren

- Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Rotor,
- Figur 2 einen dem Schnitt in Fig. 1 entsprechenden Schnitt durch einen Rotorkopf,
- 5 Figur 3 eine Aufsicht auf den Rotorkopf nach Fig. 2,
- Figur 4 einen Schnitt durch einen alternativen Rotorkopf in ähnlicher Darstellung wie in Fig. 2,
- Figur 5 einen Schnitt durch einen weiteren alternativen Rotorkopf in ähnlicher Darstellung wie in Fig. 2,
- 10 Figur 6 schematisch einen Schnitt durch eine Entgasungsvorrichtung mit drei Tauchwänden bei vier Rotoren,
- Figur 7 schematisch einen Schnitt durch eine Entgasungsvorrichtung mit vier Tauchwänden bei vier Rotoren,
- Figur 8 einen beispielhaften Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Ansicht
15 von oben,
- Figur 9 einen beispielhaften Aufbau einer alternativen erfindungsgemäßen Vorrichtung einer Seitenansicht
- Figur 10 dieselbe beispielhafte Vorrichtung in einer Ansicht entlang der Kanalachse, wobei Rotoren sowohl in einer Arbeits- als auch in einer Montageposition dargestellt sind,
- 20 Figur 11 eine beispielhafte Anordnung im Bereich der Rotoren mit einer Hubvorrichtung,
- Figur 12 eine beispielhafte Ausgestaltung eines Filterelements sowie
- Figur 13 dasselbe Filterelement im Wartungszustand.

Der Rotor 1 in Figur 1 besteht im Wesentlichen aus einem Rotorkopf 2, einem Schaft 3 und einer Schaf-
taufnahme 4. Der Rotorkopf 2 ist über ein Gewinde 5 an dem Schaft 3 befestigt. Dieser ist über ein Auf-

nahmegewinde 6 an der Schaftaufnahme 4 befestigt, welche ihrerseits mittels Aufnahmebohrungen 7 beispielsweise direkt an eine Hubvorrichtung angeschlossen sein kann.

Im gezeigten Beispiel verläuft ein Fluiddurchlass 8 von der Schaftaufnahme 4 durch den vertikal angeordneten Schaft 3 bis in den Bereich des Rotorkopfes 2, wo der Fluiddurchlass 8 in einen zylindrischen Fluidraum 9 mündet. Von dort aus strömt das Fluid zwischen den Zähnen, von denen zwei exemplarisch mit 10, 11 bezeichnet sind, in Kanälen 12 zur seitlichen Oberfläche 13 des Rotorkopfes 2 und tritt in Bläschenform in die Metallschmelze 14 ein. Insbesondere beim Austritt aus den Kanälen 12 wird das Fluid von den scharfen Zahnkanten zerhackt. Im Beispiel des Kanals 12 erfüllt diese Hackfunktion bei einer Drehrichtung 15 des Rotorkopfes die Kante 16 des Zahnes 10.

10 In der Figur 1 ist auch eine Aufweitung des Kanals 12 mit zunehmender Tiefe dargestellt. Hierbei erhöht sich der Grad der Aufweitung sprunghaft, wenn der rechteckförmige Abschnitt 17 des Kanals 12 in den trapezförmigen Abschnitt 18 übergeht.

Das Gewinde 5 muss nicht an die obere Begrenzung der Kanäle 12 heranreichen, sondern kann bereits weiter oberhalb enden.

15 Am oberen Ende des Schafts 3 sind die Vorsprünge 19 gezeigt, mittels derer der Schaft gegriffen und/oder festgeschraubt werden kann, sodass sich an der Verbindungsnaht 20 ein im Wesentlichen bündiger Übergang zwischen der Mantelfläche 21 des Schafts 3 und der Umfangsfläche 22 der Schaftaufnahme 4 ergibt.

An der Übergangsnah 23 der seitlichen Oberfläche 13 des Rotorkopfes 2 in die Mantelfläche 21 des Schafts 3 ergibt sich zwischen der Kopftangente 24 und der Mantelfläche 21 ein konkaver, bündiger Übergang.

Deutlich gezeigt ist auch, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Rotorkopf 2 eine ausgeprägt kegelstumpfförmige, sich nach unten erweiternde Form hat. Der Schaft 3 hat eine leicht kegelstumpfförmige, nach unten zulaufende Form.

25 Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Rotorkopf 30 mit ebenfalls ausgeprägt kegelstumpfförmiger Form. Im Vergleich zu Figur 1 hat hier insbesondere der Kanal 25 eine andere Querschnittsform. Der Kanal 25 weitet sich zwar auch nach unten auf, der Grad der Aufweitung ist jedoch konstant.

Außerdem ist hier das Gewinde 26 bis zum Beginn der exemplarisch mit 27, 28 bezifferten Zähne durchgezogen und formt so einen sehr großen zylindrischen Fluidraum 29, wobei sich der Fluidraum 29 in Richtung der Rotationsachse nach unten öffnet, so dass somit verhältnismäßig große Gasvolumina nach unten und in die Kanäle 25 bzw. in die Seitenrinnen 31 ausströmen können. Auf diese Weise läuft
5 das gesamte Gas zumindest über die Länge der Kanäle 25 in den Kanälen und kann entsprechend der Rotorbewegung beschleunigt werden.

Sehr deutlich wird bei dem in Figur 2 dargestellten Rotorkopf 30 aber insbesondere die ausgeprägte Geometrie der Seitenrinnen 31, deren jenseits der Schnittebene liegende Hälfte in Figur 2 gezeigt ist. Im Bereich der Seitenrinne 31 geht die seitliche Oberfläche 32 bis zur inneren Kehle 33 der Seitenrinne 31
10 zurück.

Wie insbesondere aus Figur 3 ersichtlich, erstrecken sich die Seitenrinnen 31 von den Öffnungen der Kanäle 25 in Richtung des Schafts, der hier nicht dargestellt ist, aber auf der Betrachterseite der Figur liegt. Ebenso folgt unmittelbar aus Fig. 2 und 3, dass sich die Kanäle 25 senkrecht zur Rotationsachse von dem Fluidraum 29 aus radial nach außen erstrecken.

15 Charakteristisch für den mit Seitenrinnen 31 versehenen Rotorkopf 30 gemäß vorliegendem Ausführungsbeispiel ist es, dass sowohl die Umgrenzungslinie 34a, 34b als auch die Umgrenzungslinie 35a, 35b abwechselnd konvex und konkav gekrümmte Elemente aufweisen.

Figur 4 zeigt einen alternativen Rotorkopf 36 mit einem Kanal 37, der abermals einen rechteckförmigen Abschnitt 38 und an dessen Unterseite anschließend einen trapezförmigen Abschnitt 39 aufweist.
20 Gleichzeitig geht jedoch das Gewinde 40 die gesamte Außenseite des zylinderförmigen Fluidraumes 41 herab und reicht somit bis zur Höhe des Beginns der Zähne 42, 43. Die Seitenrinnen 44 sind in diesem Ausführungsbeispiel sehr schwach ausgeprägt.

Figur 5 zeigt einen weiteren exemplarischen Rotorkopf 46, der bei ansonsten gleicher Ausgestaltung wie der Rotorkopf 36 der Figur 4 ausgeprägtere Seitenrinnen 45 aufweist.

25 Figur 6 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 47, die einem Schmelzkanal 48 und einen Kontaktbereich 49 mit dort angeordneten Rotoren 50, 52, 53, 54 nebst Tauchwänden 51, 55, 56 aufweist. Sowohl zwischen den Tauchwänden 56, 55 als auch zwischen den Tauchwänden 55, 51 sind jeweils zwei Rotoren 50, 52 bzw. 53, 54 angeordnet. Im weiteren Verlauf des Schmelzkanals 48 weist die Vorrichtung 47 das Filterelement 57 auf. Die Rotoren 50, 52, 53, 54 sind im gezeigten Beispiel an einer ge-

meinsamen Hubvorrichtung 58 befestigt. Die Kanalsohle 59 verläuft zwischen dem Kontaktbereich 49 und dem Filterelement 57 horizontal. In dem Filterelement 57 liegt sie tiefer als in der gesamten restlichen Vorrichtung 47. Bei diesem Ausführungsbeispiel ragen die Trennwände 51, 55, 56 nicht so weit nach unten wie die Rotoren 50, 52, 53, 54.

5 Figur 7 zeigt mit der Vorrichtung 60 eine Alternative zur Vorrichtung 47, bei der im Kontaktbereich 61 bei vier Rotoren 62, 63, 64, 65 vier Tauchwände 66, 67, 68, 69 angeordnet sind. Im hier gezeigten Beispiel liegt die von den Tauchwänden 67 und 68 gebildete große Kontaktkammer 70 in der Mitte des Kontaktbereichs 61. In anderen Ausführungsvarianten kann der Aufbau jedoch auch asymmetrisch sein und/oder gemischt große und kleine Kontaktkammern aufweisen.

10 Figur 8 zeigt den Verlauf des Schmelzkanals 71 mit einer Krümmung 72 zwischen dem Einfüllbereich 73 und dem Kontaktbereich 74. Ersichtlich ist der Kontaktbereich 74 gegenüber dem Schmelzkanal 71 an den Stellen 75a, 75b aufgeweitet. Ebenso weitet sich der Schmelzkanal 71 an den Stellen 76a, 76b in das Filterelement 77 auf.

15 Figur 9 zeigt zusätzlich zu den schon beschriebenen Elementen einer Vorrichtung 78 insbesondere eine geöffnete Deckelwandung 79 eines Filterelements 80 mit einem Heißluftdurchlass 81 einer Heizung (nicht dargestellt). Darüber hinaus sind die drei Rotoren 82a, 82b, 82c an einer als Hubsäule ausgebildeten Rotorhubeinrichtung 83 befestigt. Diese wird im vorliegenden Beispiel von zwei Motoren 84a, 84b vertikal bewegt.

20 In Figur 11 ist ein Rotor 88 in seiner eingetauchten Zielposition 89 innerhalb des Schmelzkanals 90, befestigt an einer Hubwinde 91a, 91b dargestellt. Die Hubwinde 91a, 91b kann den Rotor 88 durch Aufwinden des Seils 92 entlang der vertikalen Richtung 93 verfahren. Unabhängig hiervon kann das als Laufkatze ausgebildete Mittel zum Verfahren 94, an der die Hubwinde 91a, 91b befestigt ist, entlang der horizontalen Richtung 95 verfahren werden. Eine mögliche Stellung, in die der Rotor 88 verfahren werden kann, ist in der gestrichelten Position 96 dargestellt.

25 Zudem ist der dreihüllige Aufbau des Schmelzkanals 90 dargestellt. Im gezeigten Beispiel besteht der Schmelzkanal 90 aus dem Außenmantel 90a aus Stahl, der Zwischenschicht 90b aus hochporösem Beton sowie der monolithischen keramischen Auskleidung 90c aus einer Mischung von Quarzglas und Additiven.

Figuren 12 und 13 zeigen, wie ein Filterelement 97 in seinem Deckel 98 eine Heizlüftung aufweisen kann, die Heißluft durch ein Rohr 99 durch den Deckel 98 in das Filterelement 97 blasen kann.

Der Deckel 98 ist mit dem Arm 100 fest verbunden. Dieser ist wiederum mit der Kragung 101 fest verbunden und am Gelenk 102 gelenkig gelagert. Mittels des hydraulischen Zylinders 103 kann der Deckel
5 98 vom Filterelement 97 um die Drehachse des Gelenks 102 geklappt und das Filterelement 97 somit geöffnet werden. Ab dem Anschluss 104 ist das Heißluftrohr entweder flexibel auszubilden oder vor Öffnen des Deckels 98 vom Anschluss 104 zu trennen.

Patentansprüche:

1. Rotor (1) zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze (14), wobei der Rotor (1) einen Schaft (3) und einen an dem Schaft befestigten Rotorkopf (2) umfasst, der eine seitliche Oberfläche (13) mit einer Komponente parallel zu einer Rotationsachse des Rotors (1) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass in der seitlichen Oberfläche (13) wenigstens eine Seitenrinne (31) mit konkav gekrümmtem Querschnitt vorgesehen ist.
2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich wenigstens eine der Seitenrinnen (31) von Kanalöffnungen, welche durch Kanäle (12; 25; 37) bedingt sind, die im Wesentlichen radial von der Rotationsachse nach außen weisen, ausgehend in Richtung Schaft (3) erstreckt.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (12; 25; 37) einen entlang der Rotationsachse veränderlichen Querschnitt (38, 39) aufweisen, der sich in eine Eintauchrichtung des Rotors (1) aufweitet.
4. Rotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein Grad der Aufweitung mit der Eintauchrichtung erhöht.
5. Rotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Grad der Aufweitung sprunghaft erhöht.
6. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (12; 25; 37) zwischen Zähnen (10, 11) liegen, die entlang der seitlichen Oberfläche (13) eine Länge von mindestens 40 mm aufweisen.
7. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotorkopf (2) in eine Eintauchrichtung an den Schaft (3) anschließend einen zylinderförmigen Fluidraum (9) aufweist.
8. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein im Wesentlichen mit der Rotationsachse verlaufender Durchlass (8) zum Einbringen des Fluids mit einer Mündungsfläche von höchstens 64 mm², vorzugsweise von 12 bis 36 mm², in den Fluidraum (9) mündet.

9. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotorkopf (2) eine im Wesentlichen kegelstumpfförmige Form hat.
10. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotorkopf (2) über ein selbstdichtendes Befestigungsmittel (5) an dem Schaft (3) befestigt ist.
- 5 11. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die seitliche Oberfläche (13) an einer Übergangsnäht (23) zwischen dem Rotorkopf (2) und dem Schaft (3) im Wesentlichen bündig in eine Mantelfläche (21) des Schafts (3) übergeht.
12. Rotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Übergang an der Übergangsnäht (23) bezüglich der seitlichen Oberfläche (13) des Rotorkopfes (2) und der Mantelfläche (21) des
10 Schafts (3) im Wesentlichen konkav ist.
13. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Schaft (3) zum Rotorkopf (2) hin verjüngt.
14. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (3) über eine selbstdichtende Befestigungseinrichtung (6) an einer Schaftaufnahme (4) befestigt ist.
- 15 15. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (3) axiale Vorsprünge (19) aufweist.
16. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelfläche (21) des Schafts (3) an einer Verbindungsnaht (20) im Wesentlichen bündig in eine Umfangsfläche (22) der Schaftaufnahme (4) übergeht.
- 20 17. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Schaft (3) ein Spritzschutz oder Mittel zum Anbringen eines Spritzschutzes angeordnet sind.
18. Vorrichtung (47) zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze (14), wobei die Vorrichtung (47) einen Schmelzekanal (48) und in dessen Verlauf einen Kontaktbereich (49), in dem die Fluide in die Metallschmelze (14) eingebracht werden, mit dort angeordneten Rotoren (50,
25 52, 53, 54) nebst Tauchwänden (51, 55, 56) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei Tauchwänden (51, 55, 56) mindestens zwei Rotoren (50, 52, 53, 54) angeordnet sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Kontaktbereich (49) durch Tauchwände (51, 56) umgrenzt ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Kontaktbereich (49) mindestens drei Tauchwände (51, 56) aufweist.
- 5 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Tauchwände (51, 55, 56) im Betrieb mindestens die Hälfte einer Schmelzekanaltiefe im Kontaktbereich (49) herabreichen.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (50, 52, 53, 54) im Betrieb näher an einer Kanalsohle (59) des Schmelzekanals (48) angeordnet
10 sind als die Tauchwände (51, 55, 56).
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (50, 52, 53, 54) in einem Abstand angeordnet sind, der mindestens eine Breite des Schmelzekanals (48) im Kontaktbereich (49) beträgt.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren
15 (50, 52, 53, 54) einen Umfangsdurchmesser aufweisen, der höchstens ein Viertel, vorzugsweise ein Fünftel, einer Breite des Schmelzekanals (48) im Kontaktbereich (49) beträgt.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (50, 52, 53, 54) einen Umfangsdurchmesser aufweisen, der mindestens ein Sechstel einer Breite des Schmelzekanals (48) im Kontaktbereich (49) beträgt.
- 20 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren in gleiche Drehrichtungen laufen.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzekanal (90) im Wesentlichen aus einem Außenmantel (90a), einer Zwischenschicht (90b) und schmelzeseitig einer keramischen Auskleidung (90c) besteht.
- 25 28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass ein Filterelement (57) eine keramische Auskleidung aufweist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass die keramische Auskleidung monolithisch ist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (57) keramische Schaumfilter aufweist.
- 5 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalsohle (59) des Schmelzkanals (48) zwischen dem Kontaktbereich (49) und dem Filterelement (57) im Wesentlichen horizontal verläuft.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (47) eine Heizung zum Erhitzen eines Filtereinsatzes aufweist.
- 10 33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung ein Gebläse aufweist.
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Gebläse außerhalb des Filterelements (97) angeordnet ist und die Heizung mit einer Wandung (98) des Filterelements (97) zusammenwirkt.
- 15 35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass der Filtereinsatz eine Feinheit von mindestens 60 ppi aufweist.
36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzkanal (48) zwischen einem Einfüllbereich (73) und dem Kontaktbereich (74) eine Krümmung (72) aufweist.
- 20 37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Schmelzkanal (71) im Kontaktbereich (74) und/oder im Filterelement (77) aufweitet.
38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzkanal (71) eine Anzeige, vorzugsweise einen Absatz, für eine Schmelzhöhe aufweist.
- 25 39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rotorhubeinrichtung (83) Mittel (94) zum Verfahren der Rotoren (88) in eine horizontale Richtung (95) aufweist.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (47) Mittel zum Einstellen einer Drehzahl und/oder einer Fluidstromstärke aufweist.
41. Verfahren zum Einbringen von Fluiden in eine Metallschmelze, bei dem die Fluide durch zwischen Tauchwänden (66, 67, 68, 69), die jeweils paarweise eine Kontaktkammer begrenzen, angeordnete Rotoren (62, 63, 64, 65) in die Metallschmelze eingebracht werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschmelze eine Kontaktkammer (70) mit mindestens zwei Rotoren (63, 64) durchfließt.
42. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass vor einem Einfüllen der Metallschmelze ein Schmelzekanal (48) gesäubert und getrocknet wird.
- 10 43. Verfahren nach einem der Ansprüche 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einfüllen der Metallschmelze ein Filterelement (57) mit einem Filtereinsatz versehen wird.
44. Verfahren nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, dass der Filtereinsatz durch eine Heizung erhitzt wird, bevor die Metallschmelze ihn erreicht.
45. Verfahren nach einem der Ansprüche 41 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschmelze anschließend in den Schmelzekanal (48) eingefüllt wird, bis in der Kontaktkammer (70) eine bestimmte Schmelzhöhe erreicht ist.
- 15 46. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzhöhe bei 200 bis 250 mm liegt.
47. Verfahren nach einem der Ansprüche 45 oder 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (62, 63, 64, 65) nach Erreichen der Schmelzhöhe in Rotation versetzt werden.
- 20 48. Verfahren nach einem der Ansprüche 41 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (62, 63, 64, 65), bevor sie in Rotation versetzt werden, in eine Zielposition (89) verfahren werden.
49. Verfahren nach einem der Ansprüche 41 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehzahl und eine Fluidstromstärke so eingestellt werden, dass die Vektorsumme einer Geschwindigkeit des Fluids parallel zur Rotationsachse – bestimmt durch die Größe der Mündungsfläche des Fluiddurchlasses im Rotorkopf bzw. die eingestellte Fluidstromstärke – und der Geschwindigkeit des Fluids senkrecht zur Rotationsachse – bestimmt durch die Rotorkopfgeometrie und die
- 25

eingestellte Umdrehungszahl – innerhalb eines durch die Bewegung der Kanäle bedingten Kanalbewegungsvolumens im Geschwindigkeitsraum liegt.

50. Verfahren nach einem der Ansprüche 41 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluidstromstärke 10 bis 25 l/min beträgt.

Fig. 1

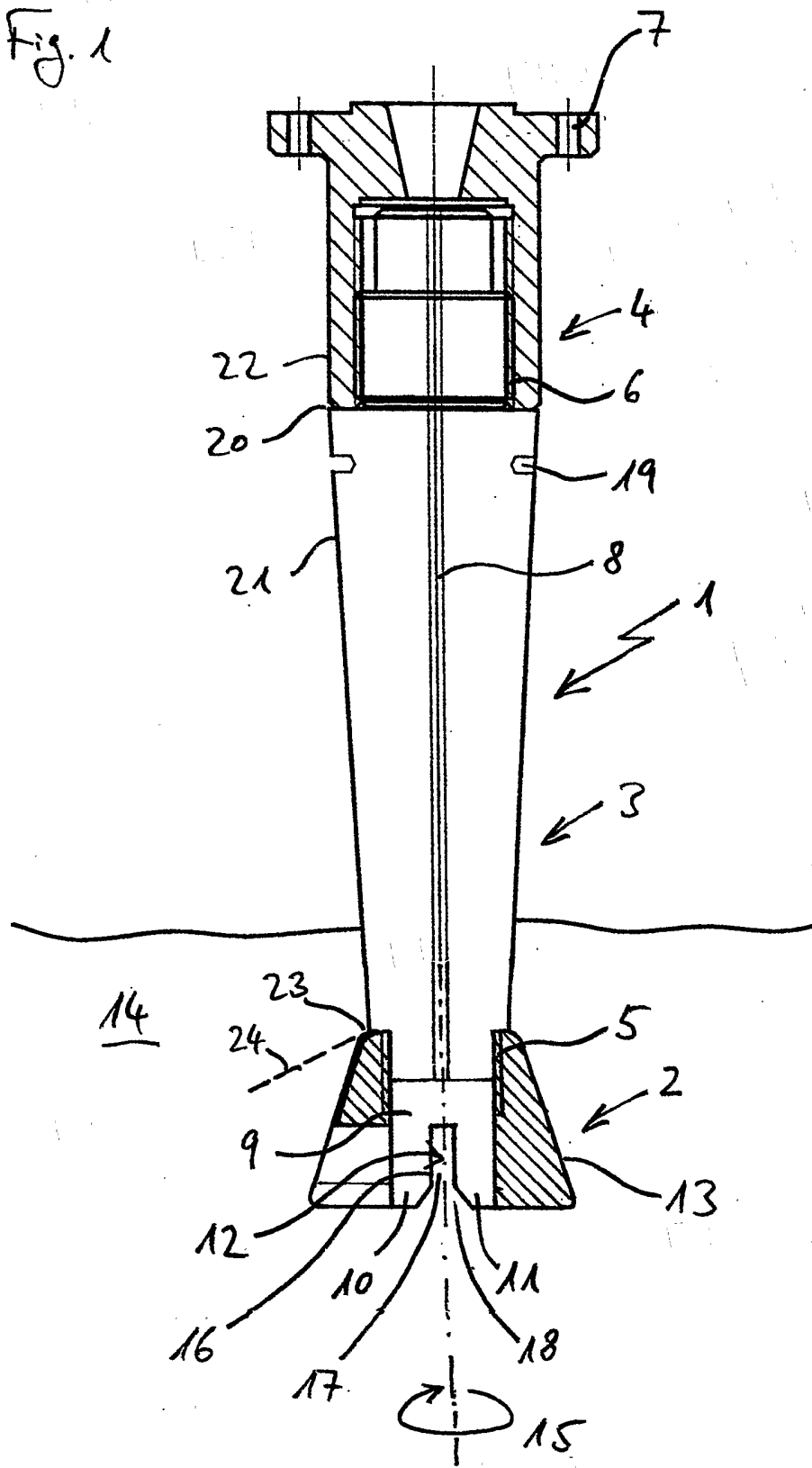


Fig. 2

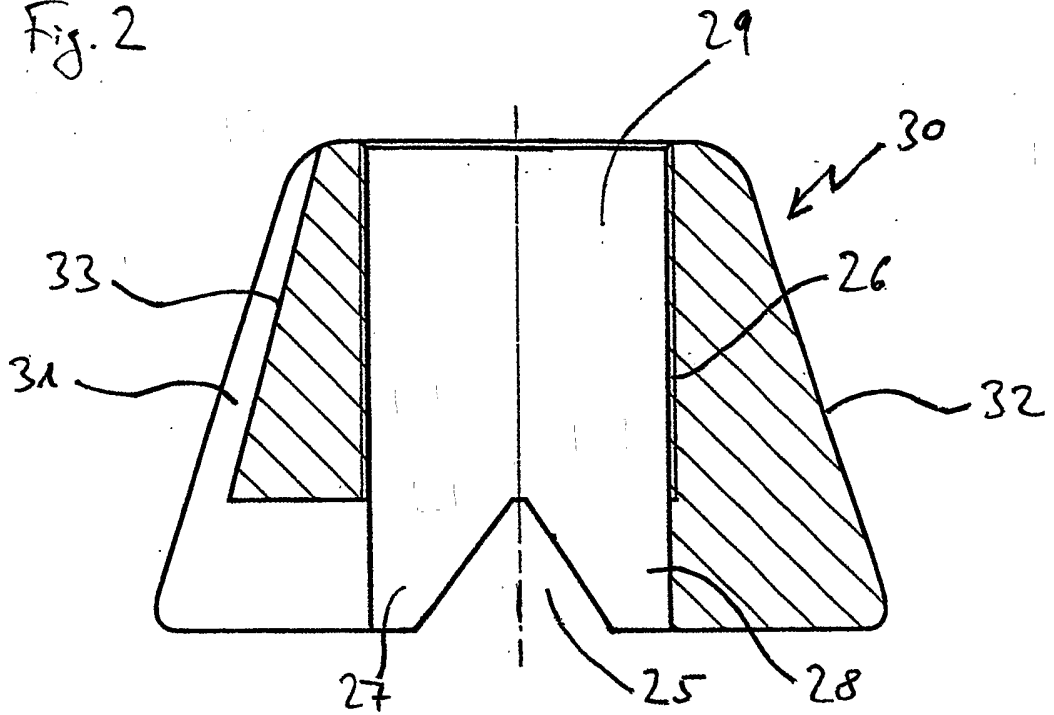
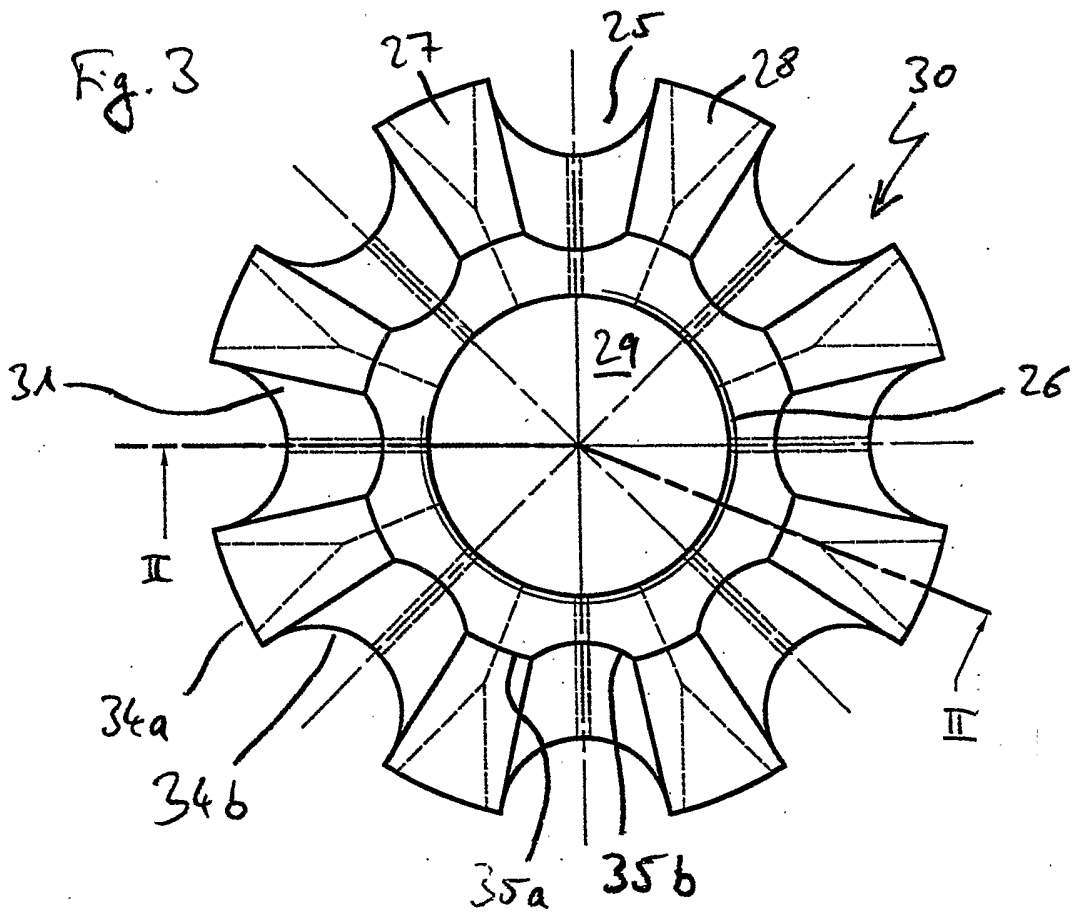
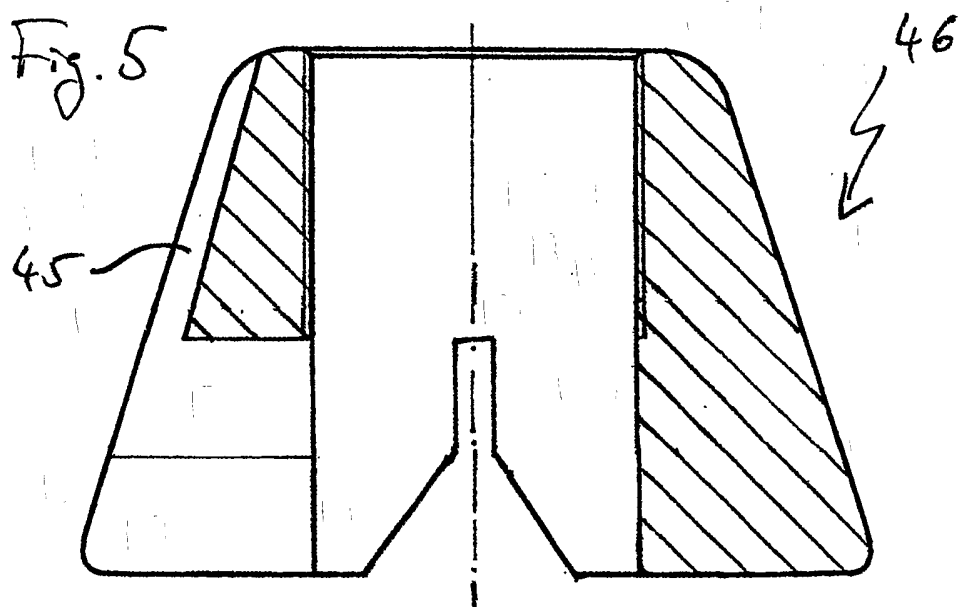
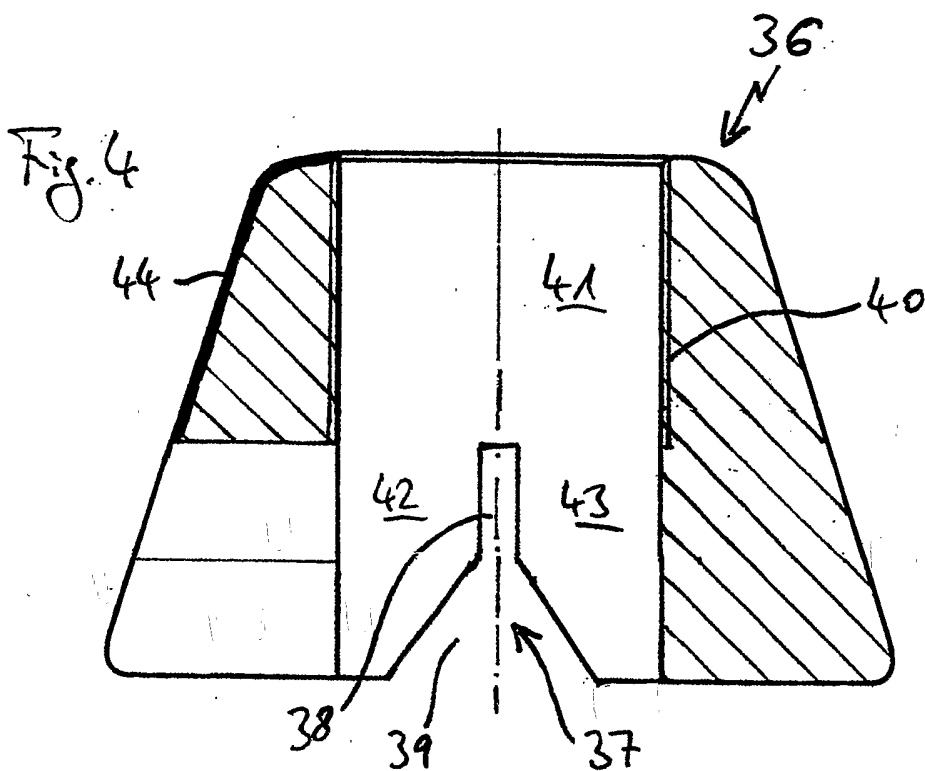
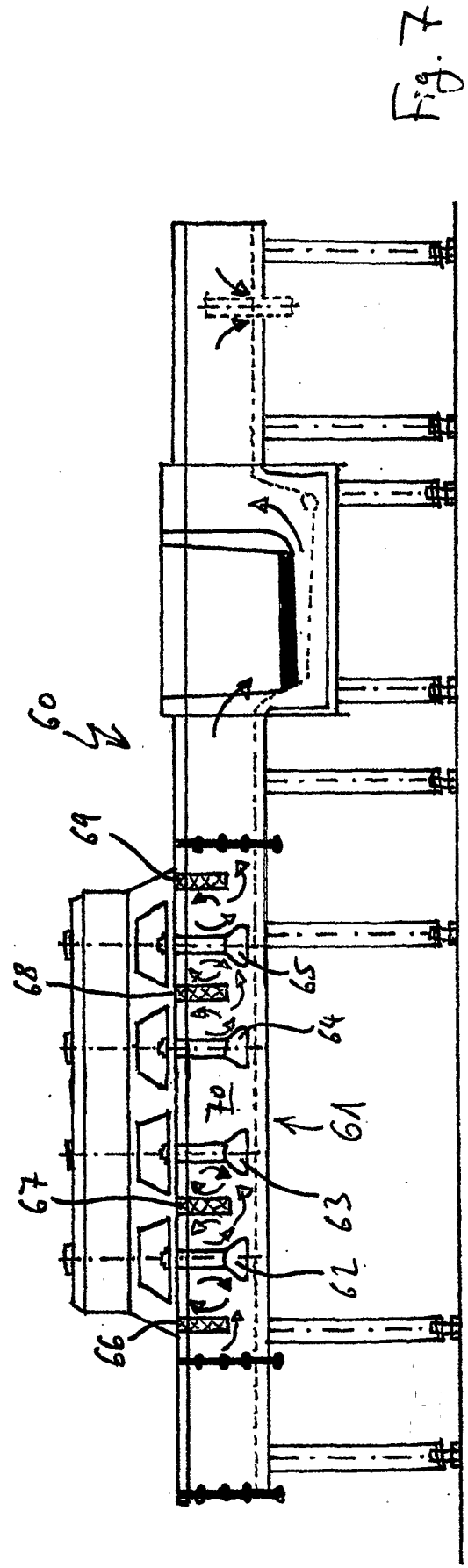
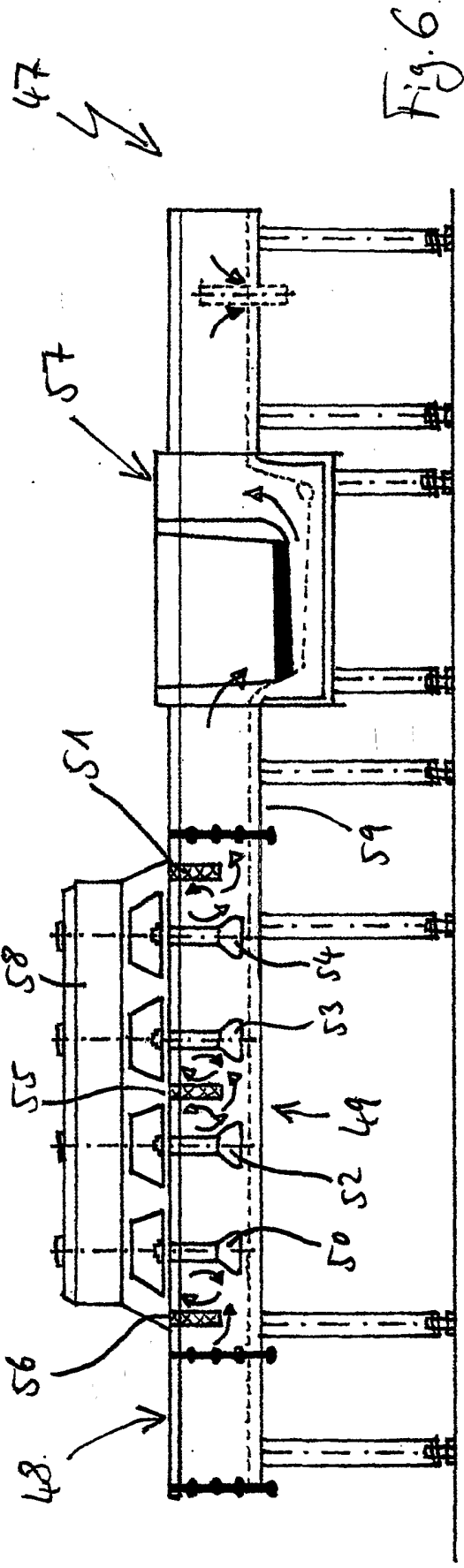


Fig. 3







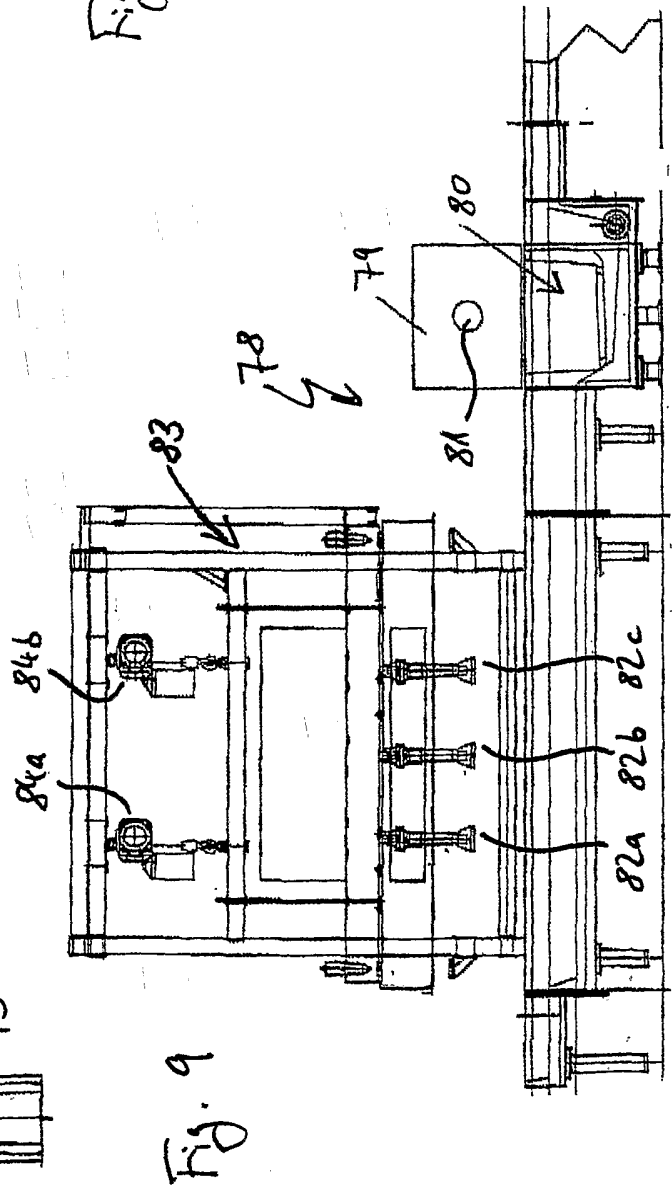
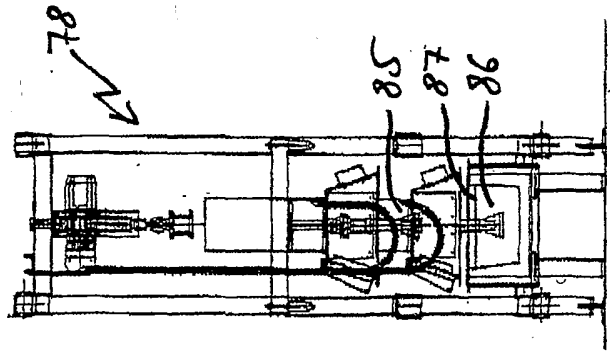
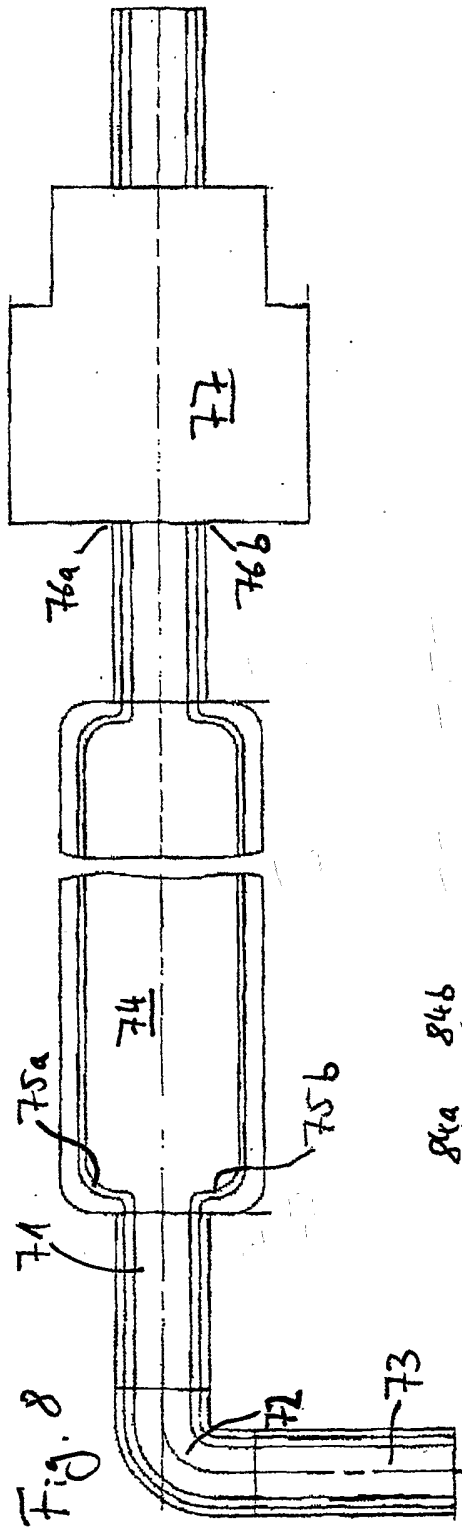


Fig. 11

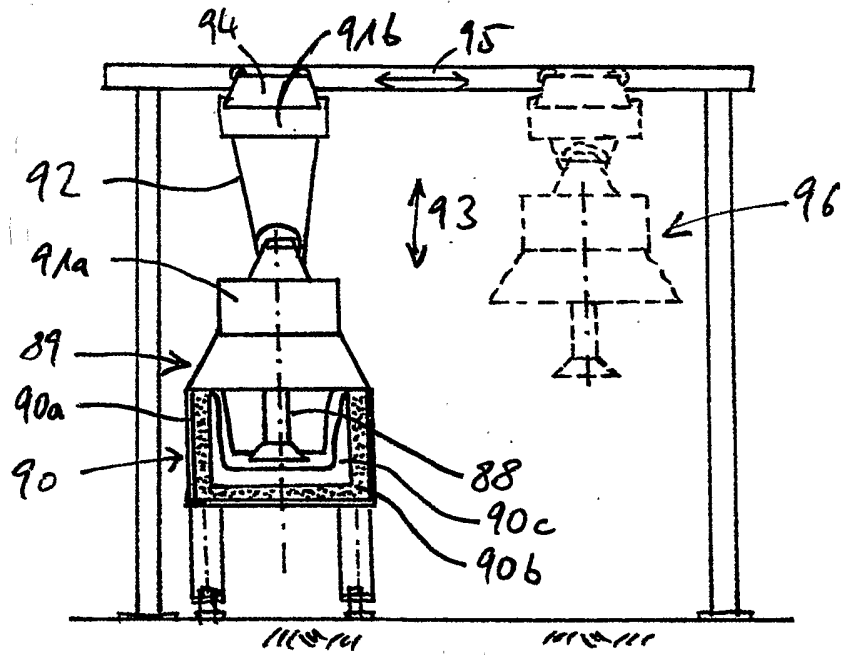


Fig. 12

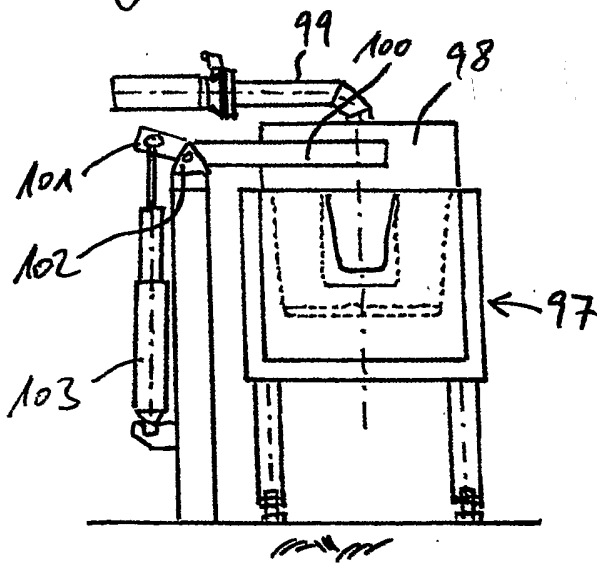
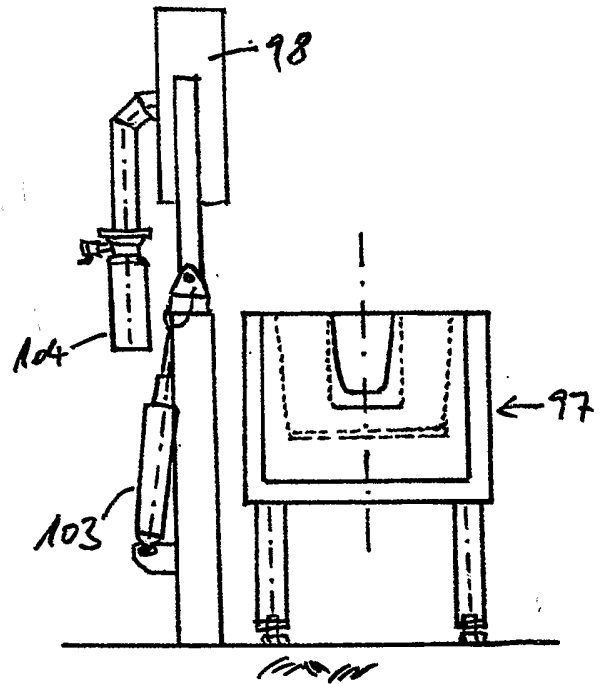


Fig. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C22B9/05 C22B21/06 F27D23/04

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)
IPC 7 C22B F27D B01F

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 practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 839 019 A (BRUNO M ET AL) 1 October 1974 (1974-10-01) cited in the application figures 1,3-5	18,41
X	US 3 870 511 A (SZEKELY ANDREW GEZA) 11 March 1975 (1975-03-11) cited in the application figures 4,5	18,41
Y	figures 1-3	1
X	US 5 527 381 A (DUMONT ROBERT ET AL) 18 June 1996 (1996-06-18) figures 4-6	18,41
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "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)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "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
- "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
- "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.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 2004

Date of mailing of the international search report

13/02/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bombeke, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03119

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CA 2 073 706 A (NORANDA INC ;SOC D TECHNOLOGIES DE L ALUMIN (CA)) 14 January 1994 (1994-01-14) page 13, line 5 - line 8; figures 2,4,5,7 -----	1,18,41
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 06, 31 July 1995 (1995-07-31) & JP 07 055365 A (HITACHI METALS LTD), 3 March 1995 (1995-03-03) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1
Y	US 6 060 013 A (BERTRAND JOEL ET AL) 9 May 2000 (2000-05-09) figures 2,3 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No

PCT/DE 03/03119

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3839019	A	01-10-1974	AU 473938 B2	08-07-1976
			AU 6039373 A	20-03-1975
			CA 1001849 A1	21-12-1976
			CH 578049 A5	30-07-1976
			DE 2347610 A1	11-04-1974
			FR 2200364 A1	19-04-1974
			GB 1428146 A	17-03-1976
			IT 996171 B	10-12-1975
			JP 49093208 A	05-09-1974
			JP 54042337 B	13-12-1979
			NL 7312858 A ,C	20-03-1974
			NO 135594 B	17-01-1977
			US 3870511	A
AU 471539 B2	29-04-1976			
AU 4943672 A	30-05-1974			
CA 981912 A1	20-01-1976			
DE 2263288 A1	12-07-1973			
ES 410033 A1	01-12-1975			
ES 414721 A1	01-02-1976			
ES 414722 A1	16-06-1976			
ES 439938 A1	01-03-1977			
FR 2166014 A1	10-08-1973			
IN 140212 A1	25-09-1976			
IN 137552 A1	16-08-1975			
IT 974890 B	10-07-1974			
JP 906048 C	18-04-1978			
JP 48073314 A	03-10-1973			
JP 52036487 B	16-09-1977			
NO 134754 B	30-08-1976			
NO 750700 A ,B,	28-06-1972			
SU 1068040 A3	15-01-1984			
SU 982546 A3	15-12-1982			
US 3743263 A	03-07-1973			
US 5527381	A	18-06-1996	AU 693846 B2	09-07-1998
			AU 1530295 A	21-08-1995
			CA 2181037 A1	10-08-1995
			WO 9521273 A1	10-08-1995
			DE 29522318 U1	18-10-2001
			DE 29522319 U1	25-10-2001
			DE 69526684 D1	13-06-2002
			DE 69526684 T2	07-11-2002
			DE 69530630 D1	05-06-2003
			DE 742842 T1	31-08-2000
			DE 900853 T1	31-08-2000
			EP 1132487 A1	12-09-2001
			EP 0742842 A1	20-11-1996
			EP 0900853 A1	10-03-1999
			ES 2193996 T3	16-11-2003
			ES 2173537 T3	16-10-2002
			JP 9508441 T	26-08-1997
			NO 963250 A	04-10-1996
			NO 20014930 A	04-10-1996
			US 5593634 A	14-01-1997
			US 5660614 A	26-08-1997
			US 5656236 A	12-08-1997
			ZA 9500889 A	13-10-1995

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03119

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CA 2073706	A	CA 2073706 A1	14-01-1994
JP 07055365	A	NONE	
US 6060013	A	AU 714284 B2	23-12-1999
		AU 3853397 A	25-02-1998
		CA 2251230 A1	12-02-1998
		DE 69700963 D1	20-01-2000
		DE 69700963 T2	08-06-2000
		DE 916066 T1	21-10-1999
		EP 0916066 A1	19-05-1999
		WO 9805915 A1	12-02-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir des Aktenzeichen
PCT/DE 03/03119

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C22B9/05 C22B21/06 F27D23/04

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C22B F27D B01F

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)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 839 019 A (BRUNO M ET AL) 1. Oktober 1974 (1974-10-01) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,3-5	18,41
X	US 3 870 511 A (SZEKELY ANDREW GEZA) 11. März 1975 (1975-03-11) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 4,5	18,41
Y	Abbildungen 1-3	1
X	US 5 527 381 A (DUMONT ROBERT ET AL) 18. Juni 1996 (1996-06-18) Abbildungen 4-6	18,41

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "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)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - "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
 - "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 5. Februar 2004	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 13/02/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Bombeke, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

 ir
 ales Aktenzeichen
 PCT/DE 03/03119

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CA 2 073 706 A (NORANDA INC ;SOC D TECHNOLOGIES DE L ALUMIN (CA)) 14. Januar 1994 (1994-01-14) Seite 13, Zeile 5 - Zeile 8; Abbildungen 2,4,5,7 ---	1,18,41
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 06, 31. Juli 1995 (1995-07-31) & JP 07 055365 A (HITACHI METALS LTD), 3. März 1995 (1995-03-03) Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1
Y	US 6 060 013 A (BERTRAND JOEL ET AL) 9. Mai 2000 (2000-05-09) Abbildungen 2,3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

lr les Aktenzeichen
PCT/DE 03/03119

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung			
US 3839019	A	01-10-1974	AU 473938 B2	08-07-1976			
			AU 6039373 A	20-03-1975			
			CA 1001849 A1	21-12-1976			
			CH 578049 A5	30-07-1976			
			DE 2347610 A1	11-04-1974			
			FR 2200364 A1	19-04-1974			
			GB 1428146 A	17-03-1976			
			IT 996171 B	10-12-1975			
			JP 49093208 A	05-09-1974			
			JP 54042337 B	13-12-1979			
			NL 7312858 A ,C	20-03-1974			
			NO 135594 B	17-01-1977			
			US 3870511	A	11-03-1975	US 3980742 A	14-09-1976
						AU 471539 B2	29-04-1976
AU 4943672 A	30-05-1974						
CA 981912 A1	20-01-1976						
DE 2263288 A1	12-07-1973						
ES 410033 A1	01-12-1975						
ES 414721 A1	01-02-1976						
ES 414722 A1	16-06-1976						
ES 439938 A1	01-03-1977						
FR 2166014 A1	10-08-1973						
IN 140212 A1	25-09-1976						
IN 137552 A1	16-08-1975						
IT 974890 B	10-07-1974						
JP 906048 C	18-04-1978						
JP 48073314 A	03-10-1973						
JP 52036487 B	16-09-1977						
NO 134754 B	30-08-1976						
NO 750700 A ,B,	28-06-1972						
SU 1068040 A3	15-01-1984						
SU 982546 A3	15-12-1982						
US 3743263 A	03-07-1973						
US 5527381	A	18-06-1996	AU 693846 B2	09-07-1998			
			AU 1530295 A	21-08-1995			
			CA 2181037 A1	10-08-1995			
			WO 9521273 A1	10-08-1995			
			DE 29522318 U1	18-10-2001			
			DE 29522319 U1	25-10-2001			
			DE 69526684 D1	13-06-2002			
			DE 69526684 T2	07-11-2002			
			DE 69530630 D1	05-06-2003			
			DE 742842 T1	31-08-2000			
			DE 900853 T1	31-08-2000			
			EP 1132487 A1	12-09-2001			
			EP 0742842 A1	20-11-1996			
			EP 0900853 A1	10-03-1999			
			ES 2193996 T3	16-11-2003			
			ES 2173537 T3	16-10-2002			
			JP 9508441 T	26-08-1997			
			NO 963250 A	04-10-1996			
			NO 20014930 A	04-10-1996			
			US 5593634 A	14-01-1997			
US 5660614 A	26-08-1997						
US 5656236 A	12-08-1997						
ZA 9500889 A	13-10-1995						

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int es Aktenzeichen
PCT/DE 03/03119

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2073706	A	CA 2073706 A1	14-01-1994
JP 07055365	A	KEINE	
US 6060013	A	AU 714284 B2	23-12-1999
		AU 3853397 A	25-02-1998
		CA 2251230 A1	12-02-1998
		DE 69700963 D1	20-01-2000
		DE 69700963 T2	08-06-2000
		DE 916066 T1	21-10-1999
		EP 0916066 A1	19-05-1999
		WO 9805915 A1	12-02-1998