

(19)



(11)

**EP 3 223 934 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**26.02.2020 Patentblatt 2020/09**

(51) Int Cl.:

**B01F 3/18** <sup>(2006.01)</sup>      **B01F 7/18** <sup>(2006.01)</sup>  
**B01F 7/16** <sup>(2006.01)</sup>      **B01F 15/06** <sup>(2006.01)</sup>  
**B01F 15/00** <sup>(2006.01)</sup>      **B22C 5/04** <sup>(2006.01)</sup>  
**B22C 5/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **15798096.2**

(22) Anmeldetag: **20.11.2015**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/077278**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/083270 (02.06.2016 Gazette 2016/22)**

(54) **VORRICHTUNG ZUR AUFBEREITUNG UND KÜHLUNG VON GIESSEREIFORMSAND**

DEVICE FOR REPROCESSING AND COOLING FOUNDRY SAND

DISPOSITIF DE TRAITEMENT ET DE REFROIDISSEMENT DE SABLE DE FONDERIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **LI, Feng**  
**Jiangyin**  
**Jiangsu 214425 (CN)**
- **GERL, Stefan**  
**97956 Werbach (DE)**
- **EIRICH, Paul**  
**74736 Hardheim (DE)**

(30) Priorität: **28.11.2014 DE 102014117509**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**04.10.2017 Patentblatt 2017/40**

(74) Vertreter: **WSL Patentanwälte Partnerschaft mbB**  
**Kaiser-Friedrich-Ring 98**  
**65185 Wiesbaden (DE)**

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG**  
**74736 Hardheim (DE)**

(72) Erfinder:

- **SEILER, Andreas**  
**97941 Tauberbischofsheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-U1- 8 234 900**      **GB-A- 2 066 683**  
**US-A- 3 050 795**      **US-A- 3 456 906**  
**US-A- 3 722 831**

**EP 3 223 934 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung von warmen Partikelschüttungen, insbesondere von Gießereiformsand.

**[0002]** Benutzter Gießereiformsand kann wieder verwendet werden, wenn der Gießereiformsand aufbereitet wird. Dazu ist es notwendig den gebrauchten Sand abzukühlen.

**[0003]** Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE 1 508 698 bekannt. Die dort beschriebene Vorrichtung besteht aus einem Mischbehälter und zwei vertikal angeordneten Antriebswellen für ein Mischwerkzeug. Der zu kühlende Gießereiformsand wird auf einer Seite in den Mischbehälter eingebracht und auf der anderen Seite entnommen. Während der zu kühlende Gießereisand die Vorrichtung durchläuft, wird der Gießereisand mit Hilfe der Mischwerkzeuge durchmischt. Zusätzlich weist der Mischbehälter unmittelbar am Behälterboden in der Behälterwand eine Öffnung zur Zuführung von Luft auf.

**[0004]** Mit dieser Vorrichtung wird versucht, eine luftdurchströmte, mit Wasser bedühte mechanisch unterstützte Wirbelschicht zu erzeugen, um den durch den vorangehenden Gussvorgang auf bis zu 150° C erhitzten Gießereisand auf die Gebrauchstemperatur von ca. 45° C durch Verdunstungskühlung abzukühlen.

**[0005]** Der Mischbehälter ist in einen Maschinenrahmen integriert. Der Mischbehälter selbst weist zwei sich gegenseitig durchdringende polygonale Abschnitte auf. Im Zentrum jedes der beiden Abschnitte ist ein entsprechendes drehbares Mischwerkzeug angeordnet. Die an der Welle angebrachten Mischflügel weisen typischerweise plattenförmige Schaufeln auf, die an vertikal angeordneten Haltern von sich radial erstreckenden rotierenden Tragarmen bewegt werden. Die plattenförmigen Schaufeln erzielen lediglich auf einer im Wesentlichen lokal um die Schaufel herum begrenzten Kreisringbahn mit geringer Ausdehnung eine Wirkung. Bei der in der DE 1 508 698 beschriebenen Vorrichtung durchdringen sich die beiden Abschnitte, sodass bei der Ansteuerung der beiden Mischwerkzeuge darauf geachtet werden muss, dass diese nicht miteinander kollidieren, was eine abgestimmte Bewegungssteuerung notwendig macht.

**[0006]** Insbesondere dann, wenn mit der Vorrichtung sehr große Mengen an Gießereiformsand abgekühlt werden sollen und daher der Behälterdurchmesser entsprechend groß ausgebildet wird, gelingt mit den bekannten Vorrichtungen nur eine ungleichmäßige Abkühlung, was die Qualität des weiterzuverwendenden Gießereiformsandes deutlich beschränkt. Eine verbesserte Formsandqualität kann beispielsweise durch die Verwendung von Vakuummischern erfolgen, die jedoch relativ teuer sind.

**[0007]** Bei den preisgünstigen Vorrichtungen, wie sie in der DE 1 508 698 gezeigt sind, bläst die am Rand eingeleitete Kühlluft lediglich in unmittelbarer Umgebung der Eintrittsöffnungen Strömungskanäle durch das

Sandbett frei und entweicht auf relativ kurzem Weg nach oben, ohne die eigentliche Aufgabe der gleichförmigen Fluidisierung der Schüttung und Kühlung mit hohem Wirkungsgrad zu erfüllen. Das Zentrum des Mischgutes in der Behältermitte wird von der Luft gar nicht erreicht, da dieses nur auf einer äußeren kreisringförmigen Bahn in unmittelbarer Nähe der Lufteintrittsöffnungen mit der aus- und aufströmenden Luft in Kontakt kommt. Aufgrund des wesentlich höheren Strömungswiderstandes der Schüttung in radialer Richtung zur Mischwerkstelle hin, strömt die Luft nach dem Austritt aus der schlitzförmigen Öffnung und dem geringsten Druckverlust folgend vertikal nach oben. Im Zentrum des Mischbehälters wird durch die rotierenden Schaufeln der Sand aufgrund der vorherrschenden geringen Umfangsgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsdifferenzen nur geringfügig vermischt und durch die nach außen weisende Schaufelneigung langsam radial nach außen gedrückt, um diesen in die Kühlzone zu befördern.

**[0008]** Die Verweilzeit des Mischgutes weist in Folge der Geschwindigkeitsdifferenzen auch große Unterschiede zwischen dem in der Behältermitte und am äußeren Umfang befindlichen Materials auf. Im schlimmsten Fall durchwandert das Mischgut von der auf der Mittelachse befindlichen Zugabeöffnung zur gegenüberliegenden Entleeröffnung im Bereich der Antriebswellen den Kühler ohne wesentlichen Kontakt mit der zugeführten Kühlluft. Darüber hinaus werden durch die lokal entstehenden vertikalen Strömungskanäle im Wandbereich sehr hohe Austrittsgeschwindigkeiten aus dem Mischgutbett beobachtet, die aufgrund der hohen Geschwindigkeit und Fluktuation der Strömung eine große Menge Feststoffpartikel mitreißen.

**[0009]** Daher ist bereits in der DE 199 25 720 beschrieben, die Kühlluft über eine in der Regel zentrisch angeordnete Öffnung im Gehäusedeckel durch ein Absauggebläse abzuziehen und in einem dem Kühler nachgeschalteten, in der Regel sehr voluminösen Gaszyklon zu reinigen. Dabei werden die im Gasstrom mitgetragenen Sand- und Additivanteile weitestgehend im Zyklon abgeschieden und auf den aus dem Kühler ausgetragenen Sand aufgegeben. Aufgrund der Wirkweise eines Gaszyklons werden dort vorzugsweise die großen und schweren Sandpartikel abgeschieden, während die in Schwebe befindlichen Feinanteile wie Bentonit und Kohlenstoff der Gasströmung folgen und vollständig ausgelesen werden. Eine vollständige Abtrennung der Partikel findet nicht statt. Aufgrund der nicht definierten Zusammensetzung der später in einem Filter abgeschiedenen Feinanteile müssen diese Anteile entsorgt und durch Zugabe neuer Additive ausgeglichen werden. Der aus dem Bodenaustrag des Zyklons abgezogene in der Regel eher zu trockene Sand wird auf einem Förderband auf den gekühlten Sand aufgelegt. Eine Vermischung dieser ausgetragenen Sandpartikel mit dem befeuchteten Sand findet nicht mehr statt, was zu Problemen in den Formmaschinen führen kann, wenn keine weitere Sandhomogenisierung und Befeuchtung mehr nachge-

schaltet ist.

**[0010]** Die US 3,456,906 A und die US 3,050,795 A zeigen Mischbehälter des Standes der Technik.

**[0011]** Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, mit der eine gleichförmigere Wirbelschicht möglichst über den gesamten Querschnitt des Mischbehälters erzielt wird, wobei darüber hinaus der Anteil, der mit dem Gasstrom mitgerissenen Feststoffpartikel, reduziert werden soll.

**[0012]** Erfindungsgemäß wird dies durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß weist das Mischwerkzeug zumindest zwei in vertikaler Richtung voneinander beabstandete Mischflügel auf und zumindest ein Mischflügel besitzt ein gegenüber der Horizontalen geneigtes Mischerblatt, welches vorzugsweise in Drehrichtung des Mischwerkzeuges nach unten geneigt ist. Die Drehrichtung wird dabei von der Antriebsvorrichtung des Mischwerkzeuges vorgegeben. Daher ist die Antriebsvorrichtung des Mischwerkzeuges derart ausgelegt, dass sie das Mischwerkzeug derart antreibt, dass die die Mischwerkzeuge in Drehrichtung nach unten geneigt sind. In einer alternativen Ausführungsform kann die Antriebsvorrichtung auch derart ausgebildet sein, dass bei Bedarf die Drehrichtung des Mischwerkzeuges geändert werden kann.

**[0013]** Die Verwendung von in vertikaler Richtung zueinander versetzten Mischflügeln führt zu einer besseren Durchmischung des Mischgutes. Dabei erstrecken sich vorzugsweise die Mischflügel in horizontaler Richtung von der Antriebswelle. Die Neigung des Mischerblattes erfolgt derart, dass das Mischerblatt, welches in Drehrichtung des Mischwerkzeuges nach unten geneigt ist, dazu führt, dass das Mischgut beim Mischen angehoben wird, wodurch direkt hinter dem Mischerblatt innerhalb des Mischgutes ein Hohlraum gebildet wird, in dem die zugeführte Luft über die gesamte Breite und Länge des Mischerblattes im Mischgut verteilt werden kann. Daher erstreckt sich das Mischerblatt vorzugsweise über zumindest den halben Radius des Kreises, den der äußere Abschnitt des Mischerblattes beim Drehen beschreibt. In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass sich das Mischerblatt von der Behälterwand bis zur Antriebswelle erstreckt.

**[0014]** Um die Durchmischung der Kühlluft mit dem Mischgut noch zu verbessern, erstreckt sich das Mischerblatt in einer bevorzugten Ausführungsform im Wesentlichen bis zu Behälterwand. Dabei beträgt der Abstand zwischen Mischerblatt und Behälterwand vorzugsweise weniger als 100 mm und liegt am besten zwischen 20 und 60 mm. Durch diese Maßnahme wird eine schichtweise Auflockerung entlang des Werkzeugprofils im Sandbett erreicht. Es ist auch möglich, dass am Mischerblatt ein vorzugsweiser flexibler Aufsatz befestigt ist, der radial über das Mischerblatt in Richtung der Behälterwand vorsteht und diese berührt, so dass der Aufsatz im Betrieb über die Behälterwand schleift.

**[0015]** Weiterhin ist vorgesehen, dass die Behälterwand geneigt ist, sodass der Behälterquerschnitt vom Behälterboden aus nach oben größer wird. Dabei weist jeder Mischflügel ein Mischerblatt auf, wobei der Abstand zwischen Mischerblatt und Behälterwand bei beiden Mischerblättern gleich ist. Aufgrund der geneigten Behälterwand und der Anordnung der beiden Mischerbehälter in unterschiedlicher Höhe hat dies zur Folge, dass das weiter oben angeordnete Mischerblatt sich radial weiter nach außen erstrecken muss. Das Mischerblatt ist strömungstechnisch derart ausgebildet, dass das Mischgut nach oben angehoben wird, sodass sich auf der strömungsabgewandten Seite des Mischerblattes ein Hohlraum ausbildet, der als Strömungskanal für eintretende Luft dient. Im Idealfall kann die Luft nun über den Hohlraum zwischen Antriebswelle und Behälterwand strömen und auf der von der Feststoffströmung abgewandten Seite durch das hinter dem Mischwerkzeug wieder durch die Schwerkraft bedingte herabfallende Mischgut aufsteigen, sodass das Mischgut bis hin zur Behältermitte durch aufströmende Luft gleichförmig durchströmt wird. Durch diese Konstellation wird bei einer ausreichend hohen Umfangsgeschwindigkeit der Werkzeuge ein lokales Aufströmen der Luft im Wesentlichen nur im Bereich der Luftaustrittsöffnungen verhindert. Versuche haben gezeigt, dass der Antrieb zum Drehen des Mischwerkzeuges vorzugsweise derart ausgestaltet ist, dass das Mischerblatt eine Umfangsgeschwindigkeit an seinem radial äußeren Ende zwischen 2 und 75 m pro Sekunde und vorzugsweise zwischen 30 und 60 m pro Sekunde hat.

**[0016]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist zumindest ein Mischerblatt jedes Mischwerkzeuges im Wesentlichen am Behälterboden angeordnet.

**[0017]** Durch eine geeignete Anzahl und Anordnung von Mischerblättern übereinander in Verbindung mit der Wahl einer geeigneten Mischwerkzeugumfangsgeschwindigkeit kann eine mechanische Unterstützung des Wirbelbetts derart erreicht werden, dass die Luft weitgehend homogen über den gesamten Querschnitt verteilt durch das Sandbett strömt und der Sand gleichmäßig gekühlt wird.

**[0018]** Durch die gute und gleichmäßige Verteilung der Luft über den gesamten Querschnitt des Sandbettes werden auch die Strömungsgeschwindigkeiten an der Oberfläche der Schüttung reduziert, sodass der Austrag von Partikeln mit dem Luftstrom deutlich vermindert wird.

**[0019]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Mischbehälter mindestens zwei Mischabschnitte auf, wobei in jedem Mischabschnitt jeweils ein um eine Antriebswelle drehbares Mischwerkzeug vorgesehen ist, wobei vorzugsweise jedes Mischwerkzeug mindestens zwei Mischflügel aufweist, die in vertikaler Richtung voneinander beabstandet sind.

**[0020]** Dabei kann die Umfangsgeschwindigkeit der Mischflügel und die Drehrichtung in den einzelnen Mischabschnitten unterschiedlich sein.

**[0021]** Bei dieser Ausführungsform ist der Einlass für

den abzukühlenden Gießereiformsand in dem einen Abschnitt, während der entsprechende Auslass in dem anderen Abschnitt ist, sodass der Gießereiformsand nacheinander beide Mischabschnitte durchlaufen muss. In einer bevorzugten Ausführungsform weist jedes Mischwerkzeug ein im Wesentlichen am Behälterboden angeordnetes Mischerblatt auf, wobei die beiden Mischwerkzeuge so weit voneinander beabstandet sind, dass sich die beiden am Behälterboden angeordneten Mischerblätter in keiner Position der Mischwerkzeuge berühren. Die Kreisbahnen der beiden am Behälterboden angeordneten Mischerblättern grenzen daher im engsten Fall tangential aneinander.

**[0022]** Die vertikal höher angeordneten Mischerblätter unterschiedlicher Mischwerkzeuge sind vorzugsweise in verschiedenen axialen Höhen angeordnet. Sie sind dabei so ausgeführt, dass sich deren Kreisbahnen überschneiden. Durch die unterschiedliche Anordnung in vertikaler Richtung wird vermieden, dass es zu einer Kollision kommen kann. Durch die beschriebene Ausführung ist eine wandnahe Gestaltung aller Werkzeuge möglich. Zudem können beide Mischwerkzeuge unabhängig voneinander mit verschiedenen Drehzahlen angetrieben werden, ohne dass eine Kollision befürchtet werden muss. Damit kann den Mischwerkzeugen in den einzelnen Mischbehälterabschnitten eine für die jeweilig überwiegende, verfahrenstechnische Aufgabe optimale Drehzahl zugewiesen werden. So kann die Werkzeugdrehzahl des materialeingangsseitigen Mischkammerabschnitts auf die effiziente Einmischung des Wassers optimiert werden, während die Drehzahl des Werkzeuges in dem nachfolgenden Mischkammerabschnitt auf die optimale Durchströmung des Sandbettes mit Kühlluft bei gleichzeitig reduziertem Partikelaustrag abgestimmt sein kann, da hier durch die Feuchtigkeitsreduktion die Klebrigkeit der Partikel bereits nachgelassen hat. Auch kann die Mischwerkzeugegeometrie in den unterschiedlichen Ebenen und Mischkammerabschnitten unterschiedlich ausgeführt sein, sodass eine entsprechende Optimierung im Hinblick auf die Durchströmung des Sandbettes bei gleichzeitig minimiertem Feststoffaustrag aus dem Bett erreicht wird.

**[0023]** Beispielsweise kann die Luftzuführung Öffnungen in der Behälterwand aufweisen, durch die Luft in das Behälterinnere geblasen werden kann. Dabei sind die Öffnungen vorzugsweise in der gleichen vertikalen Höhe angeordnet, wie das sich im Wesentlichen zur Behälterwand erstreckende Mischerblatt.

**[0024]** In einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Luftzuführung über das Mischwerkzeug selbst, das beispielsweise eine Hohlwelle aufweist, zugeführt wird. Beispielsweise kann das Mischerblatt auf seiner entgegengesetzt zur Drehrichtung ausgerichteten Seite entsprechende Luftaustrittsöffnungen aufweisen. Selbstverständlich wäre auch ein kombinierter Lufteintrag über Öffnungen in der Behälterwand und über Öffnungen im Mischwerkzeug möglich.

**[0025]** Aufgrund der Konstruktion nimmt die Umfangs-

geschwindigkeit des Mischerblattes mit zunehmendem Abstand von der Antriebswelle zu mit der Folge, dass die Mischwirkung in Richtung der Behälterwand zunimmt. Bei gleichbleibendem Querschnitt des Mischerblattes wird daher die Mischintensität mit zunehmendem Wirkdurchmesser ebenfalls zunehmen, da die Umfangsgeschwindigkeit mit steigendem Radius größer wird. Dieser physikalischen Gesetzmäßigkeit kann durch geeignete Gestaltung der Querschnittsform der Blätter von innen nach außen entgegengewirkt werden. Beispielsweise kann das Mischerblatt eine sich in radialer Richtung zunehmende Breite aufweisen. Alternativ oder in Kombination dazu, kann sich der Neigungswinkel des Mischerblattes zur Horizontalen in radialer Richtung verkleinern.

**[0026]** Das Mischerblatt kann eben oder gekrümmt ausgeführt sein. Der Neigungswinkel gegenüber der Horizontalen liegt vorzugsweise zwischen 15° und 60° und besonders bevorzugt zwischen 20° und 50°.

**[0027]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Mischerblatt als abgewinkeltes Profil ausgebildet, wobei der innere Winkel entgegengesetzt zur Drehrichtung des Mischerblattes angeordnet ist und vorzugsweise zwischen 90° und 180° beträgt. Durch diese Maßnahme kann ein größerer von der Feststoffströmung abgewandter Hohlraum ausgebildet werden, sodass die von innen oder außen in den so gebildeten Kanal einströmende Luft bei gleichzeitig reduziertem Druckverlust bis an das Ende des gebildeten Luftkanals vordringen kann.

**[0028]** Alternativ kann das Mischerblatt auch ein im Wesentlichen geschlossenes Polygonprofil, wie zum Beispiel ein Rechteck- oder Dreieckprofil, sein, wobei auf der strömungsabgewandten Seite entsprechende Luftaustrittsöffnungen angeordnet sind, sodass die Kühlluft über das Profil in das Mischgut eingebracht werden kann.

**[0029]** In einer weiteren Ausführungsform sind auf radial inneren Abschnitten des Mischblattes zum Ausgleich der geringeren Umfangsgeschwindigkeit ein- bzw. beidseitig wirkende pflugscharähnliche Aufsätze befestigt, um zum Einen das Anheben und Überströmen der Mischung zu verstärken und zum Anderen eine verbesserte Mischwirkung zu erzielen. In Kombination mit unterhalb der Pflugscharen angeordneten Luftaustrittsöffnungen kann somit ein fallender Sandvorhang geschaffen werden, der aufgrund seiner größeren Wärme- und Stoffaustauschfläche beim Kontakt mit der ausströmenden Luft eine höhere Kühlleistung erzielt.

**[0030]** Insbesondere bei feinen Sandqualitäten kann es von Vorteil sein, wenn das Mischerblatt des obersten Mischflügels entgegengesetzt geneigt ist, sodass das Mischgut nach unten geleitet wird, um eine übermäßige Aufwirbelung und damit einhergehend einen übermäßigen Austrag aus der Kühleinrichtung mit dem Abgasstrom entgegenzuwirken.

**[0031]** Der Abstand zwischen den im Mischbehälter angeordneten Lufteintrittsöffnungen und des radial äußeren Endes des Mischerblattes sollte möglichst gering

sein, um zu vermeiden, dass ein zu großer Anteil der Kühlluft bereits vor Erreichen des Mischerblattes nach oben entweicht.

**[0032]** Versuche haben gezeigt, dass die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Kühlluft im Austrittsbereich der Lufteintrittsöffnungen zwischen 15 und 35 m/s und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 m/s betragen sollte. Auch wenn grundsätzlich der Neigungswinkel der Behälterwand jeden beliebigen Wert zwischen 0 und 45° einnehmen kann, beträgt die Neigung vorzugsweise zwischen 15 und 35° und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30° gegenüber der Vertikalen.

**[0033]** In einer weiteren Ausführungsform befinden sich an den radial äußeren Enden der Mischerblätter feste, alternativ auch federbelastete, in radialer Richtung bewegliche Verlängerungen aus beispielsweise Kunststoff, die schleifend die Behälterwand berühren und somit einen direkten Kontakt zwischen der Luftaustrittsöffnung und der der Feststoffströmung abgewandten Seite des Mischflügels herstellen.

**[0034]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind sogar mehr als zwei, nämlich drei oder noch mehr Mischkammerabschnitte hintereinander angeordnet, die vom Mischgut nacheinander durchströmt werden. Bei solch einer Ausführungsform wird in der ersten eingangsseitigen Kammer im Wesentlichen das Einmischen und die homogene Verteilung des Wassers vorgenommen, während erst in der zweiten Kammer die intensive Belüftung des Sandbettes und dadurch die Verdunstungskühlung erreicht wird. In der dritten bzw. jeder weiteren nachfolgenden Kammer kann die Qualität des gekühlten Sands durch Zugabe von beispielsweise Wasser oder anderen Zuschlagsstoffen, nachkorrigiert werden. Beispielsweise sollte der Gießereiformsand dann beim Verlassen der Vorrichtung eine Restfeuchte zwischen 3,0 und 3,5 % besitzen, um den den Sand umhüllenden Bentonit, der die bildenden Eigenschaften des Formsandes bewirkt, wieder zu aktivieren und um eine direkte Nutzung in der Formmaschine zu ermöglichen. In diesem Fall kann es von Vorteil sein, wenn das Mischwerkzeug im dritten Mischkammerabschnitt, d.h. dem Abschnitt, der als letztes vom Mischgut durchströmt wird, Mischerblätter aufweist, die in Drehrichtung nach oben geneigt sind, wodurch sichergestellt wird, dass es im letzten Mischkammerabschnitt zu einer scherenden Beanspruchung des Mischgutes kommt. In der Regel ist es im letzten Mischkammerabschnitt auch nicht notwendig, dass Luft zugeführt wird, so dass in diesem Abschnitt auf entsprechende Öffnungen verzichtet werden kann. Auch kann es für manche Anwendungsfälle von Vorteil sein, wenn im dritten Mischkammerabschnitt das Mischkammerwerkzeug mit gegenüber dem Mischkammerwerkzeug des zweiten Mischkammerabschnittes gegenläufiger Drehrichtung ausgeführt ist.

**[0035]** Wie bereits erwähnt, wird die lokale Durchströmungsgeschwindigkeit durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen deutlich reduziert, was zur Folge hat, dass weniger Feststoffpartikel durch die Luftströmung mitge-

rissen und ausgetragen werden.

**[0036]** Dennoch kann es in einer besonders bevorzugten Ausführungsform von Vorteil sein, wenn die aufsteigende Gasströmung noch im Gehäuse möglichst weitestgehend von den mitgerissenen Feststoffpartikeln befreit wird. Daher ist in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass ein Feststoffabscheider oberhalb des Mischwerkzeuges angeordnet ist. In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Abscheidung der Feststoffpartikel in einer Wirbelströmung, zum Beispiel in einer von einem Rotor erzeugten Drehströmung. Die erzwungene Drehströmung erzeugt dabei ein entsprechendes Zentrifugalfeld, das durch die Wahl der Rotationsgeschwindigkeit des Rotors in seiner Stärke eingestellt werden kann. Damit besteht die Möglichkeit, die Abscheideleistung und die Trennkorngröße einzustellen. Somit können beispielsweise, wenn die Rotationsgeschwindigkeit ausreichend erhöht wird, auch die in der Gasströmung enthaltenen, besonders feinen Additivanteile nahezu vollständig rückgeführt werden.

**[0037]** Durch die erfindungsgemäße Lösung wird eine sehr kompakte Bauform des Kühlers erreicht, wobei zugleich nahezu alle Feststoffpartikel im Mischer zurückgehalten werden.

**[0038]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung. Es zeigen:

- |    |                 |  |
|----|-----------------|--|
| 30 | Figur 1         | eine Schnittansicht einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Kühluvorrichtung, |
|    | Figur 2         | eine Schnittansicht einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform,                       |
| 35 | Figur 3         | eine Detailansicht eines Mixers mit mehreren unterschiedlichen Mischerblättern,            |
|    | Figuren 4 bis 8 | Querschnittsansichten verschiedener Mischerblätter.  |

**[0039]** In Figur 1 ist eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung im Schnitt gezeigt. Die Vorrichtung 1 zur Aufbereitung und Kühlung von Gießereiformsand weist einen Mischbehälter 2 auf, welcher in einem Gehäuse 3 angeordnet ist. Der Mischbehälter 2 weist zwei Mischabschnitte auf, in deren Zentrum jeweils eine Antriebswelle 4 angeordnet ist, die wiederum jeweils eine Mehrzahl von Mischflügeln mit entsprechenden Mischerblättern aufweisen. Die Vorrichtung 1 weist einen Einlass 5 und einen Auslass 5' auf, über den heißer Gießereiformsand beispielsweise mittels eines Förderbandes 6 in den Mischbehälter 2 eingebracht bzw. der aufbereitete Sand aus dem Mischbehälter 2 wieder ausgetragen werden kann. In der geneigten Behälterwand 2 sind eine Reihe von Kühlluftöffnungen 7 eingebracht, über die Kühlluft in den Mischbehälter 2 eingebracht werden kann. Die beiden Antriebswellen 4 weisen bodennah jeweils sich in entgegengesetzte Richtungen erstreckende Mischflügel auf,

an denen jeweils ein Mischerblatt 8 montiert ist. Die beiden Antriebswellen 4 sind derart voneinander beabstandet angeordnet, dass in keiner Drehposition die Mischerblätter 8, die bodennah angeordnet sind, miteinander kollidieren können. In vertikaler Richtung beabstandet zu den bodennahen Mischflügeln sind weitere Paare von Mischflügeln angeordnet, die ebenfalls jeweils mit entsprechenden Mischerblättern ausgestattet sind. In der gezeigten Ausführungsform sind alle Mischerblätter nach unten geneigt, sodass, wenn die Antriebswelle in die vorgesehene Richtung gedreht wird, der sich im Mischbehälter 2 befindliche Gießereiformsand angehoben wird und über die geneigte Mischerblattfläche strömt. Die Mischerblätter der zweiten und dritten Ebene sind in einer Höhe angeordnet, die der vertikalen Höhe der Lufteinlassöffnungen 7 in der Behälterwand 2 entspricht. Darüber hinaus sind die Mischerblätter der Ebenen 2 und 3 so angeordnet, dass sie nahezu bis zu den Lufteintrittsöffnungen 7 reichen. Die beiden Antriebswellen 4 werden mit Hilfe der Antriebsmotoren 9 angetrieben. Im Deckel des Gehäuses 3 ist ein Feststoffabscheider 11 angeordnet, der aus einem mit Lamellen versehenen Rad besteht, welches mit Hilfe des Antriebsmotors 10 gedreht werden kann. Die Absaugung der über die Lufteintrittsöffnungen 7 zugeführten Kühlluft erfolgt dann über die Zwischenräume zwischen den Lamellen des Feststoffabscheiders 11. Durch das angetriebene Rad des Feststoffabscheiders 11 wird eine Wirbelströmung erzeugt, in der die in der abzusaugenden Luft enthaltenen Festkörperanteile abgeschieden werden und zurück in den Mischbehälter fallen.

**[0040]** In Figur 2 ist eine schematische Schnittansicht einer alternativen Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Dabei wurden die gleichen Bezugszahlen für gleiche Elemente verwendet. Bei der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform erfolgt die Zuführung der Kühlluft einmal über eine als Hohlwelle ausgebildete Antriebswelle 4, in der mittels der Zuführung 12 Luft in den Kanal 15 und über den Kanal in entsprechende Öffnungen innerhalb der Mischerblätter 8, 8', 8" und 8''' in das Mischgut strömen. Zusätzlich oder alternativ dazu kann über die Luftzuführung 13 Luft in das Gehäuse und über die Lufteintrittsöffnungen 7 in das Mischgut gebracht werden. Man erkennt bei dieser Ausführungsform deutlich, dass die Mischblätter der oberen Ebenen eine längere radiale Ausdehnung haben als die Mischblätter der unteren Ebene.

**[0041]** Die Mischerblätter 8, 8', 8" und 8''' erstrecken sich im Wesentlichen bis zur Behälterwand. Um Beschädigungen der Mischerblätter zu vermeiden, muss jedoch ein kleiner Spalt verbleiben. Beispielhaft ist daher bei einem Mischerblatt dargestellt, dass die Mischerblätter eine Verlängerung 14 aus Kunststoff aufweisen können, die zudem mit Hilfe von Federn an die Behälterwand gepresst werden kann, um den Anteil der Kühlluftzuführung zu vermindern, der direkt vertikal nach oben strömt.

**[0042]** In Figur 3 sind beispielhaft verschiedene Ausführungsformen von Mischerblättern gezeigt. Grund-

sätzlich könnte, wie in der mit der Bezugszahl 17 versehenen Ausführungsform gezeigt, das Mischerblatt sich gleichmäßig von der Antriebswelle zur Behälterwand erstrecken. Selbstverständlich wären jedoch auch gekrümmte Formen, wie bei der mit der Bezugszahl 15 bezeichneten Ausführungsform, oder sich fächerartig erweiternde Formen, wie bei der mit der Bezugszahl 16 versehenen Ausführungsform, möglich.

**[0043]** Bei der mit der Bezugszahl 18 versehenen Ausführungsform sind an den Mischerflügeln pflugscharähnliche Aufsätze 19 vorgesehen.

**[0044]** Figur 4 zeigt eine Querschnittsansicht durch ein Mischerblatt 20, welches hier aus einer einzelnen geneigten Fläche besteht. Hinter dem Mischerblatt bildet sich bei Bewegung des Mischerblattes 20 eine im Wesentlichen vom Mischgut freigehaltene Zone aus, in die durch die Luftzuführungsöffnungen 7 in den Mischbehälter eingebracht Kühlluft entlang der Mischerblätter radial nach innen strömen kann. Die Kontur der Luftaustrittsöffnung 7 wird dabei idealerweise so gewählt, dass in Kombination mit der Geometrie des Mischerblattes eine möglichst gleichförmige und langanhaltende Lufteströmung in die vom Mischgut freigehaltene Zone hinter dem Mischerblatt erfolgen kann.

**[0045]** In Figur 5 ist eine Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform eines Mischerblattes 21 gezeigt. Hier besteht das Mischerblatt aus einer geneigten Fläche und einer hierzu abgewinkelten, im Wesentlichen horizontal verlaufenden Fläche.

**[0046]** In Figur 6 ist ein Querschnitt durch eine dritte Ausführungsform eines Mischerblattes 22 gezeigt. Auch hier ist eine geneigte Fläche vorgesehen, an die sich in einer Richtung ein im Wesentlichen vertikal verlaufender Abschnitt und in der anderen Richtung ein entgegengesetzt geneigter Abschnitt anschließt.

**[0047]** In Figur 7 ist ein Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines Mischerblattes 23 gezeigt. Das Mischerblatt 23 weist erneut eine geneigte Fläche auf. Es ist hier an einem im Wesentlichen rohrförmigen Element montiert, durch das ebenfalls Kühlluft in den Mischbehälter eingebracht werden kann.

**[0048]** In Figur 8 ist beispielhaft eine Ausführungsform gezeigt, bei der an der Antriebswelle in drei unterschiedlichen Ebenen unterschiedliche Mischerblätter 24 bis 26 montiert sind. Das in der untersten Ebene angeordnete Mischerblatt hat eine nach unten geneigte Blattfläche und einen im Wesentlichen senkrecht dazu verlaufenden Abschnitt. In der mittleren Ebene wird ein Mischerblatt 25 mit einem Querschnitt verwendet, das eine Art Hohlraum bildet, durch den Kühlluft von der Antriebswelle radial nach außen transportiert werden kann. In der obersten Ebene wird ein Mischerblatt 26 verwendet, das nach oben geneigt ist, um ein zu starkes Aufwirbeln des Mischgutes zu verhindern. Selbstredend sind weitere Geometrien für die Ausgestaltung des Mischerblattes möglich.

Bezugszeichenliste**[0049]**

1	Vorrichtung
2	Mischerblatt
3	Gehäuse
4	Antriebswelle
5, 5'	Einlass, Auslass
6	Förderband
7	Luft Eintrittsöffnungen
8, 8', 8"	Mischerblätter
9	Antriebsmotoren
10	Antriebsmotor
11	Feststoffabscheider
12	Zuführung
13	Luftzuführung
14	Verlängerung
15-18	Mischerblätter
19	Aufsätze
20-26	Mischerblätter

**Patentansprüche**

- Vorrichtung zur Aufbereitung und Kühlung von Gießereiformsand mit einem Mischbehälter (2) und einem um eine Antriebswelle drehbaren Mischwerkzeug, wobei eine Luftzuführung für das Zuführen von Luft in das Behälterinnere vorgesehen ist, wobei das Mischwerkzeug zumindest zwei in vertikaler Richtung voneinander beabstandete Mischflügel aufweist und mindestens ein Mischflügel ein Mischerblatt (8) mit einer gegenüber der Horizontalen geneigten Fläche aufweist, wobei die Behälterwand geneigt ist, so dass der Behälterquerschnitt vom Behälterboden aus nach oben größer wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Mischflügel ein Mischerblatt (8) aufweist, wobei der Abstand zwischen Mischerblatt (8) und Behälterwand bei allen Mischerblättern annähernd gleich ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche des Mischerblattes (8) in Drehrichtung des Mischwerkzeuges nach unten geneigt ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischwerkzeug mindestens zwei vertikal beabstandete Mischflügel mit Mischerblättern (8) aufweist, wobei ein Mischerblatt (8), vorzugsweise das oberste Mischerblatt (8), eine in Drehrichtung des Mischwerkzeuges nach oben geneigte Fläche aufweist.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Mischerblatt (8) im Wesentlichen bis zur Behälterwand erstreckt,

wobei vorzugsweise entweder der Abstand zwischen Mischerblatt (8) und Behälterwand kleiner als 100 mm ist und am besten zwischen 20 und 60 mm beträgt oder ein dem Mischerblatt zugeordneter Aufsatz vorgesehen ist, der in Richtung der Behälterwand über das Mischerblatt vorsteht und die Behälterwand berührt.

- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Antrieb zum Drehen des Mischwerkzeuges vorgesehen ist, wobei der Antrieb derart ausgestaltet ist, dass das Mischerblatt (8) eine Umfangsgeschwindigkeit an seinem radial äußeren Ende zwischen 2 und 75 m/s und vorzugsweise zwischen 30 und 60 m/s hat.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischerblatt (8) im Wesentlichen am Behälterboden angeordnet ist.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mischbehälter mindestens zwei und vorzugsweise drei Mischabschnitte aufweist, wobei in jedem Mischabschnitt jeweils ein um eine Antriebswelle drehbares Mischwerkzeug vorgesehen ist, wobei vorzugsweise jedes Mischwerkzeug mindestens zwei Mischflügel aufweist, die in vertikaler Richtung voneinander beabstandet sind.
- Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Antriebsvorrichtung vorgesehen ist, mit welcher jedes Mischwerkzeug mit einer unabhängig voneinander einstellbaren Umfangsgeschwindigkeit an den Mischflügeln angetrieben werden kann, wobei vorzugsweise die Antriebsvorrichtung derart ausgebildet ist, dass zumindest zwei Mischwerkzeuge mit zueinander gegenläufiger Drehrichtung angetrieben werden können.
- Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Mischwerkzeug ein im Wesentlichen am Behälterboden angeordnetes Mischerblatt (8) hat, wobei die beiden Mischwerkzeuge so weit voneinander beabstandet sind, dass sich die beiden am Behälterboden angeordneten Mischerblätter (8) in keiner Position der Mischwerkzeuge berühren, und/oder dass jedes Mischwerkzeug einen Mischflügel mit einem nicht am Behälterboden angeordneten Mischerblatt (8) aufweist, wobei die nicht am Behälterboden angeordneten Mischerblätter (8) in verschiedenen axialen Höhen angeordnet sind.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Mischflügel des einen Mischwerkzeuges eine Kreisbahn beschreibt, die in einer Projektion auf eine parallele

Ebene sich mit einer Projektion einer von zumindest einem Mischflügel des anderen Mischwerkzeuges beschriebenen Kreisbahn auf dieselbe parallele Ebene schneidet.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftzuführung Öffnungen (7) in der Behälterwand aufweist, durch die Luft in das Behälterinnere geblasen werden kann, wobei die Öffnungen (7) vorzugsweise in der gleichen vertikalen Höhe angeordnet sind, wie das sich im Wesentlichen zur Behälterwand erstreckende Mischerblatt (8), und/oder dass die Luftzuführung über das eine Hohlwelle aufweisende Mischwerkzeug erfolgt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischerblatt (8) eine sich in radialer Richtung erweiternde Breite aufweist, und/oder dass das Mischerblatt (8) als abgewinkeltes Profil ausgebildet ist, wobei der innere Winkel entgegengesetzt zur Drehrichtung des Mischerblattes (8) ausgebildet ist und vorzugsweise zwischen 90° und 180° beträgt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischerblatt (8) auf seiner entgegengesetzt zur Drehrichtung ausgeprägten Seite Luftaustrittsöffnungen aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Feststoffabscheider (11) oberhalb des Mischwerkzeuges angeordnet ist, wobei vorzugsweise der Feststoffabscheider (11) derart ausgebildet ist, dass er mit Hilfe eines Rotors eine Drehströmung erzeugt.

#### Claims

1. Apparatus for treating and cooling foundry moulding sand, comprising a mixing container (2) and a mixing tool rotatable about a drive shaft, wherein there is provided an air feed for the feed of air into the container interior, wherein the mixing tool has at least two mixing vanes spaced from each other in the vertical direction and at least one mixing vane has a mixer blade (8) with a surface which is inclined relative to the horizontal, wherein the container wall is inclined so that the container cross-section becomes larger in an upward direction from the container bottom, **characterised in that** each mixing vane has a mixer blade (8), wherein the spacing between mixer blade and container wall is approximately the same for all mixer blades.
2. Apparatus according to claim 1 **characterised in that** the surface of the mixer blade (8) is inclined

downwardly in the direction of rotation of the mixing tool.

3. Apparatus according to claim 1 or 2 **characterised in that** the mixing tool has at least two vertically spaced mixing vanes with mixer blades (8), wherein a mixer blade (8), preferably the uppermost mixer blade (8), has a surface inclined upwardly in the direction of rotation of the mixing tool.
4. Apparatus according to one of claims 1 to 3 **characterised in that** the mixer blade (8) extends substantially to the container wall, wherein preferably either the spacing between mixer blade (8) and container wall is less than 100 mm and at best is between 20 and 60 mm or there is provided an attachment which is associated with the mixer blade and which projects in the direction of the container wall beyond the mixer blade and contacts the container wall.
5. Apparatus according to one of claims 1 to 4 **characterised in that** there is provided a drive for rotating the mixing tool, wherein the drive is so designed that the mixer blade (8) has a peripheral speed at its radially outer end of between 2 and 75 m/s and preferably between 30 and 60 m/s.
6. Apparatus according to one of claims 1 to 5 **characterised in that** the mixer blade (8) is arranged substantially at the container bottom.
7. Apparatus according to one of claims 1 to 6 **characterised in that** the mixing container has at least two and preferably three mixing portions, wherein provided in each mixing portion is a respective mixing tool rotatable about a drive shaft, wherein preferably each mixing tool has at least two mixing vanes spaced from each other in the vertical direction.
8. Apparatus according to claim 7 **characterised in that** there is provided a drive device with which each mixing tool can be driven with a peripheral speed which is adjustable independently of each other at the mixing vanes, wherein preferably the drive device is so designed that at least two mixing tools can be driven in mutually opposite directions of rotation.
9. Apparatus according to claim 7 or claim 8 **characterised in that** each mixing tool has a mixer blade (8) arranged substantially at the container bottom, wherein the two mixing tools are spaced from each other so far that the two mixer blades (8) arranged at the container bottom do not touch each other in any position of the mixing tools, and/or that each mixing tool has a mixing vane with a mixer blade (8) which is not arranged at the container bottom, wherein the mixer blades (8) which are not arranged at the container bottom are arranged at different axial

heights.

10. Apparatus according to one of claims 7 to 9 **characterised in that** at least one mixing vane of the one mixing tool describes a circular path which in a projection on to a parallel plane intersects with a projection of a circular path described by at least one mixing vane of the other mixing tool on to the same parallel plane.
11. Apparatus according to one of claims 1 to 10 **characterised in that** the air feed has openings (7) in the container wall, through which air can be blown into the container interior, wherein the openings (7) are preferably arranged at the same vertical height as the mixer blade (8) which extends substantially to the container wall, and/or that the air feed is effected by way of the mixing tool which has a hollow shaft.
12. Apparatus according to one of claims 1 to 11 **characterised in that** the mixer blade (8) is of a width which enlarges in the radial direction, and/or that the mixer blade (8) is in the form of an angled profile, wherein the inner angle is opposite to the direction of rotation of the mixer blade (8) and is preferably between 90° and 180°.
13. Apparatus according to one of claims 1 to 12 **characterised in that** the mixer blade (8) has air outlet openings on its side oriented in opposite relationship to the direction of rotation.
14. Apparatus according to one of claims 1 to 13 **characterised in that** a solids separator (11) is arranged above the mixing tool, wherein preferably the solids separator (11) is so designed that by means of a rotor it produces a rotational flow.

## Revendications

1. Dispositif pour la préparation et le refroidissement de sable de fonderie, comprenant un récipient de mélange (2) et un outil de mélange monté à rotation autour d'un arbre d'entraînement, une alimentation en air étant prévue pour amener de l'air à l'intérieur du récipient, l'outil de mélange comprenant au moins deux ailettes de mélange espacées dans la direction verticale et au moins une ailette de mélange comprenant une lame de mélange (8) ayant une surface inclinée par rapport à l'horizontale, la paroi du récipient étant inclinée de sorte que la section transversale du récipient augmente depuis le fond vers le haut du récipient, **caractérisé en ce que** chaque ailette de mélange présente une lame de mélange (8), la distance entre lame de mélange (8) et paroi du récipient étant sensiblement égale pour toutes

les lames de mélange.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface de la lame de mélange (8) est inclinée vers le bas dans la direction de rotation de l'outil de mélange.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'outil de mélange comporte au moins deux ailettes de mélange espacées verticalement, pourvues de lames de mélange (8), une lame de mélange (8), de préférence la lame de mélange (8) la plus supérieure, ayant une surface inclinée vers le haut dans la direction de rotation de l'outil de mélange.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la lame de mélange (8) s'étend sensiblement jusqu'à la paroi du récipient, de préférence soit la distance entre la lame de mélange (8) et la paroi du récipient est inférieure à 100 mm et le plus préférentiellement comprise entre 20 et 60 mm, soit il est prévu un élément rapporté, associé à la lame de mélange, qui fait saillie de la lame de mélange en direction de la paroi du récipient et est en contact avec la paroi du récipient.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**est prévu un entraînement pour la rotation de l'outil de mélange, l'entraînement étant conçu de telle sorte que la lame de mélange (8) ait une vitesse périphérique à son extrémité radialement extérieure comprise entre 2 et 75 m/s et, de préférence, entre 30 et 60 m/s.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la lame de mélange (8) est disposée sensiblement sur le fond du récipient.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le récipient de mélange comprend au moins deux, et de préférence trois parties de mélange, un outil de mélange monté à rotation autour d'un arbre d'entraînement étant respectivement prévu dans chaque partie de mélange, de préférence chaque outil de mélange étant pourvu d'au moins deux ailettes de mélange qui sont espacées en direction verticale.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**est prévu un dispositif d'entraînement au moyen duquel chaque outil de mélange peut être entraîné à une vitesse périphérique réglable indépendamment l'une de l'autre au niveau des ailettes de mélange, de préférence le dispositif d'entraînement étant conçu de façon qu'au moins deux outils de mélange puissent être entraînés dans des directions de rotation mutuellement opposées.

9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** chaque outil de mélange est pourvu d'une lame de mélange (8) disposée sensiblement sur le fond du récipient, l'espacement mutuel des deux outils de mélange étant tel que les deux lames de mélange (8) disposées sur le fond du récipient ne se touchent en aucune position des outils de mélange et/ou **en ce que** chaque outil de mélange présente une ailette de mélange pourvue d'une lame de mélange (8) non disposée sur le fond du récipient, les lames de mélange (8) non disposées sur le fond du récipient étant disposées à différentes hauteurs axiales.
10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce qu'**au moins une ailette de mélange dudit un outil de mélange décrit une trajectoire circulaire qui, en projection sur un plan parallèle, s'intersecte avec une projection, sur le même plan parallèle, d'une trajectoire circulaire décrite par au moins une ailette de mélange de l'autre outil de mélange.
11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'alimentation en air comporte des ouvertures (7) dans la paroi du récipient au travers desquelles peut être soufflé de l'air à l'intérieur du récipient, les ouvertures (7) étant disposées de préférence à la même hauteur verticale que la lame de mélange (8) s'étendant sensiblement vers la paroi du récipient, et/ou **en ce que** l'alimentation en air s'opère par l'intermédiaire de l'outil de mélange pourvu d'un arbre creux.
12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** la lame de mélange (8) a une largeur croissante en direction radiale, et/ou **en ce que** la lame de mélange (8) présente un profil coudé, l'angle intérieur étant formé en sens opposé à la direction de rotation de la lame de mélange (8) et, de préférence, compris entre 90° et 180°.
13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la lame de mélange (8) présente des orifices de sortie d'air sur son côté orienté à l'opposé de la direction de rotation.
14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**un séparateur de matières solides (11) est disposé au-dessus de l'outil de mélange, le séparateur de matières solides (11) étant, de préférence, conçu de façon à créer un écoulement rotatif à l'aide d'un rotor.

55

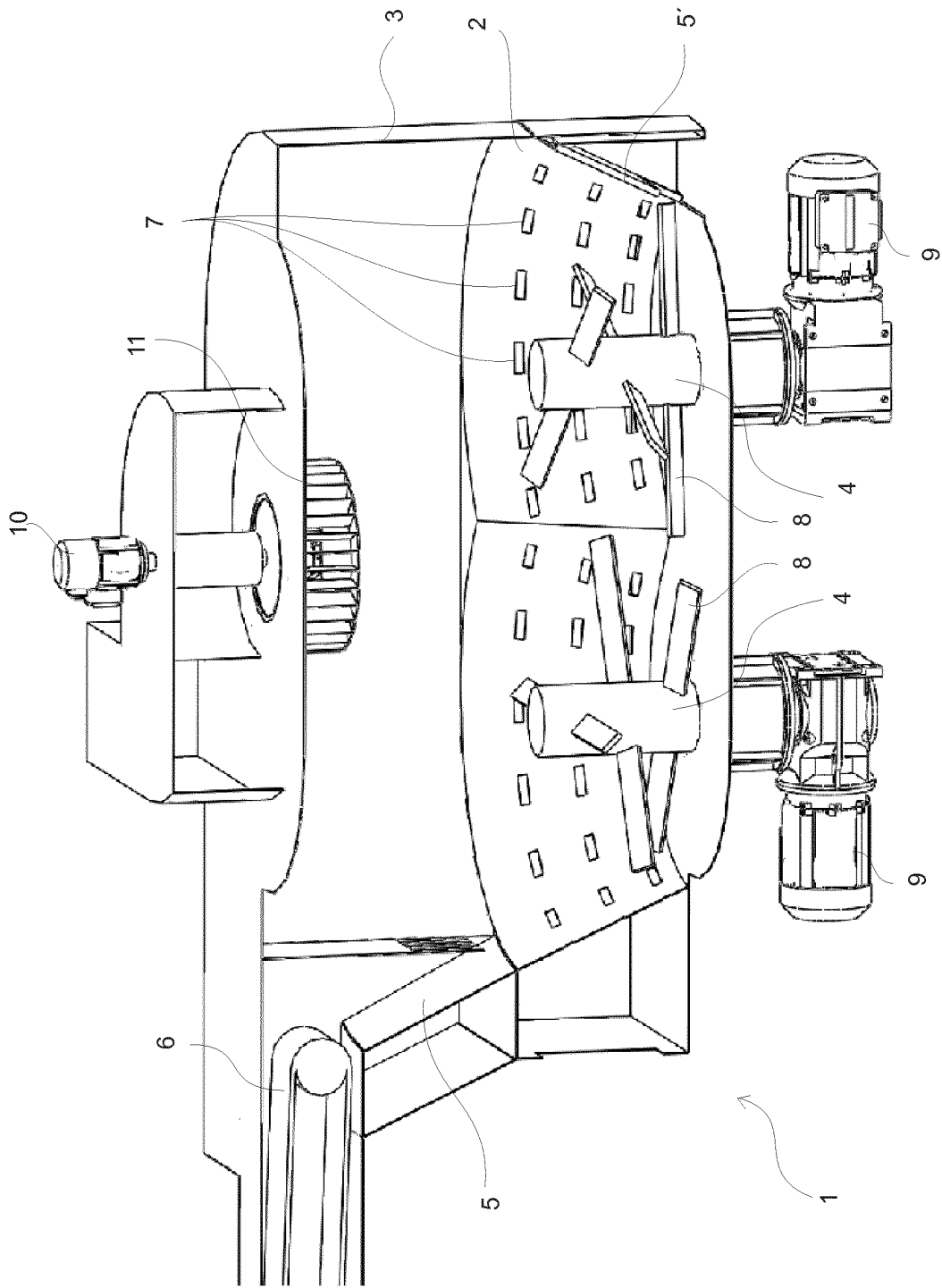


FIG. 1

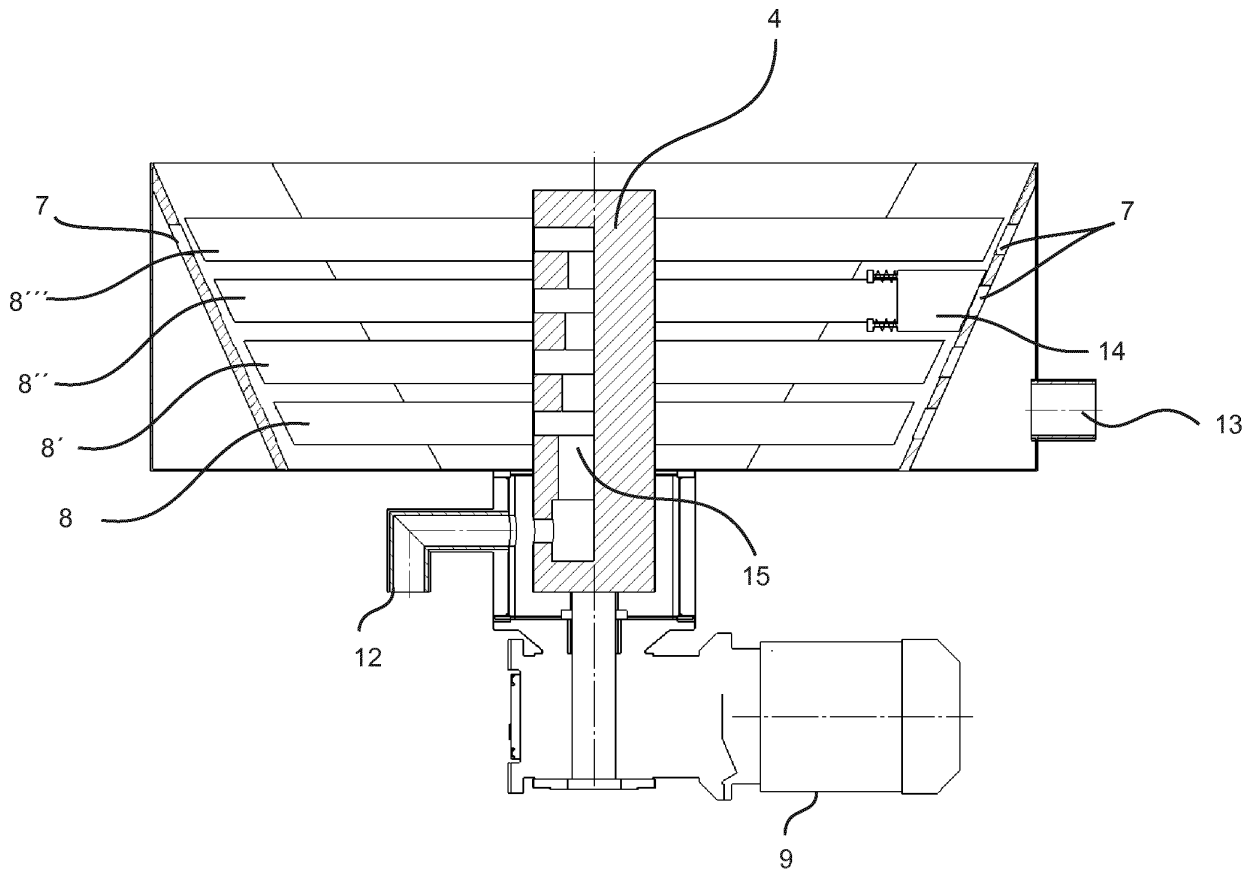


FIG. 2

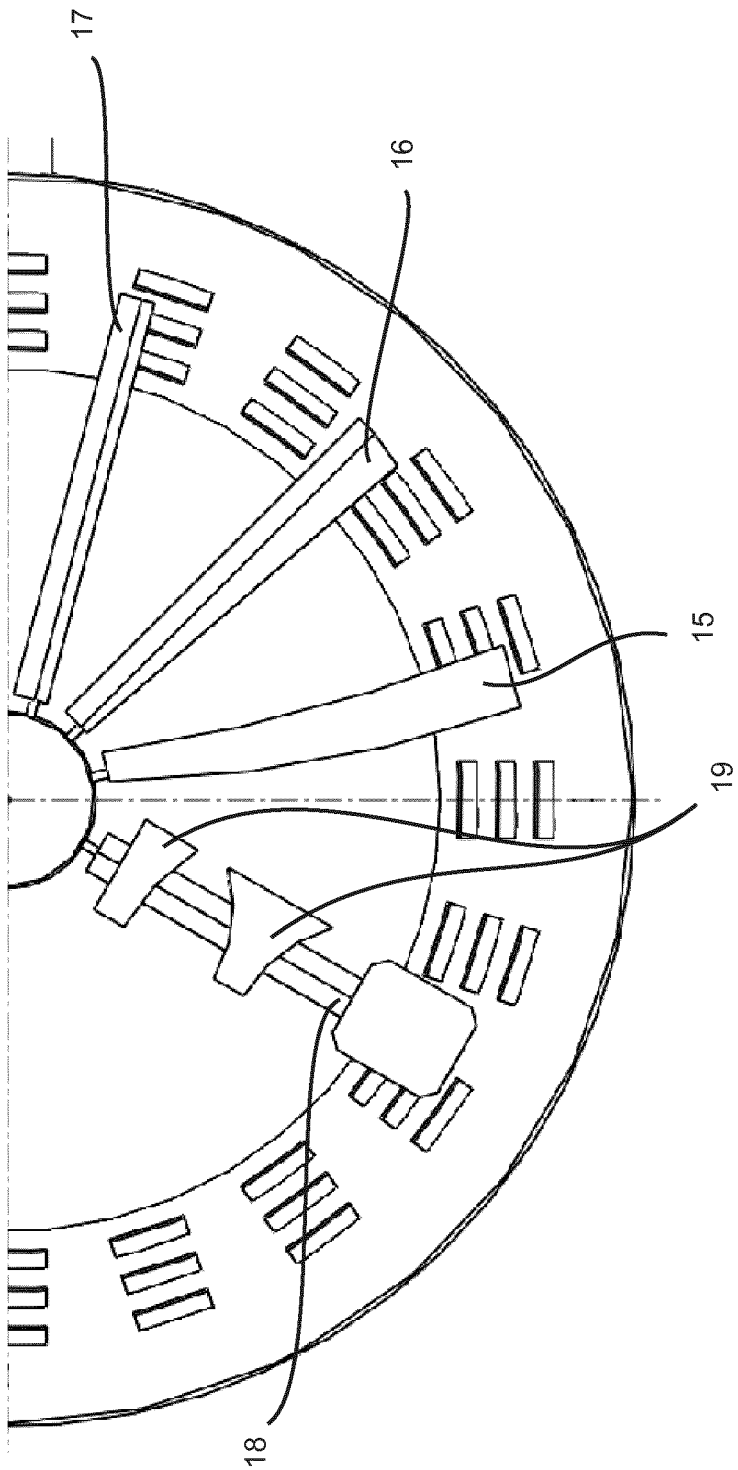


FIG. 3

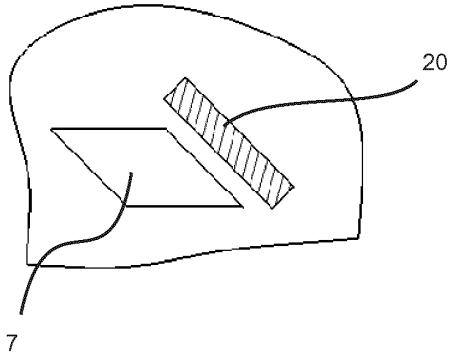


FIG. 4

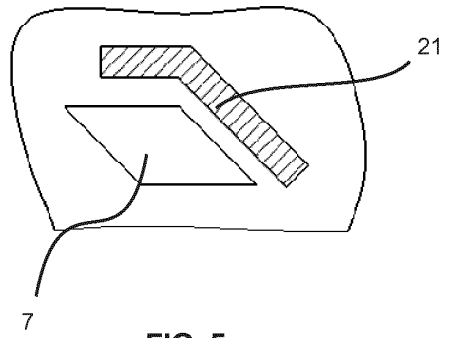


FIG. 5

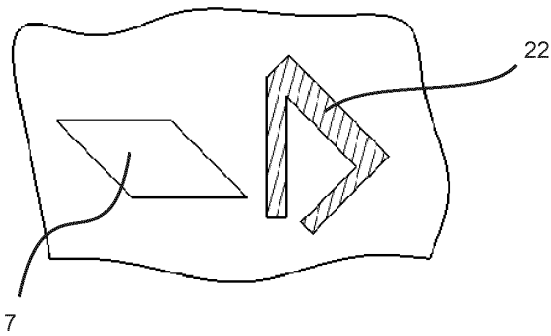


FIG. 6

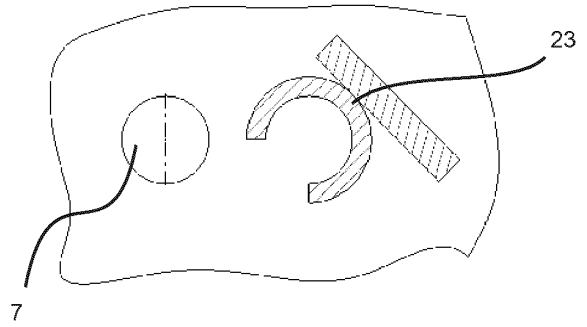


FIG. 7

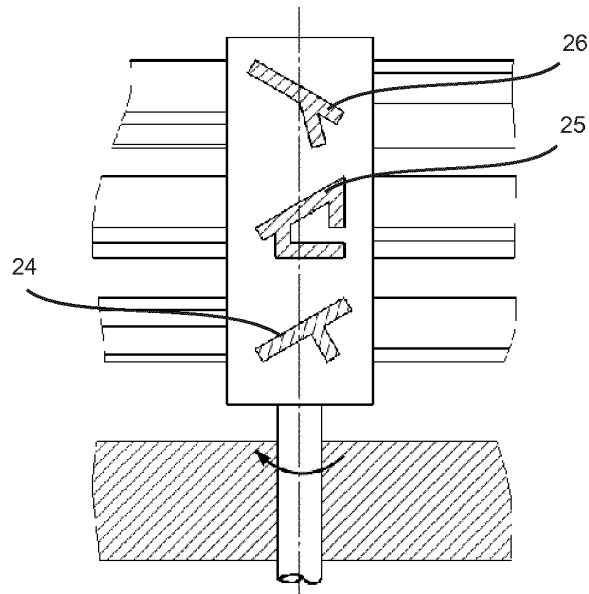


FIG. 8

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 1508698 [0003] [0005] [0007]
- DE 19925720 [0009]
- US 3456906 A [0010]
- US 3050795 A [0010]