



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 860 202 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.07.2003 Patentblatt 2003/27**

(51) Int Cl.7: **B01F 7/04**, B01F 15/00

(21) Anmeldenummer: **98102051.4**

(22) Anmeldetag: **06.02.1998**

(54) **Mischwerkzeug**

Mixing tool

Outil mélangeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE**

(30) Priorität: **19.02.1997 DE 19706364**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.08.1998 Patentblatt 1998/35**

(73) Patentinhaber: **Gebrüder Lödige  
Maschinenbaugesellschaft mbH  
33102 Paderborn (DE)**

(72) Erfinder: **Vonnahme, Rainer  
33106 Paderborn (DE)**

(74) Vertreter: **Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos  
Patentanwälte,  
Brucknerstrasse 20  
40593 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 643 560 DE-A- 3 034 200  
FR-A- 2 177 638 FR-A- 2 317 068  
US-A- 2 017 116 US-A- 4 214 376  
US-A- 4 650 343 US-A- 4 848 919**

**EP 0 860 202 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Mischwerkzeug für Schüttgüter und/oder ähnliche Materialien zum Anbringen auf einer Welle in einer Trommel eines Mixers, Trockners und/oder Reaktors, mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

**[0002]** Ein derartiges Mischwerkzeug ist durch die US-2,017,116 sowie die FR 2.177.638 bekanntgeworden.

**[0003]** Um Schüttgüter schnell und gleichmäßig zu bearbeiten, ist es erforderlich, die einzelnen Schüttgut-Partikel intensiv und möglichst gleichmäßig untereinander auszutauschen. Mit einer Vielzahl von bekannten Mischwerkzeugen, die aus einem Haltearm und einem Mischkörper bestehen, lassen sich unterschiedlichste Bewegungsverhältnisse in einem Materialbett erzeugen, die im wesentlichen von der geometrischen Gestaltung des Mischkörpers abhängen.

**[0004]** Die geometrischen Formen der bekannten Mischkörper werden im allgemeinen auf die Bearbeitungsart der zu bearbeitenden Materialien abgestimmt, nämlich darauf, ob die Materialien im Haufwerk (Schubmischer), im mechanisch erzeugten Wirbelbett (Pflugscharmischer) oder im Materialgutring (Zentrifugalmischer) bearbeitet werden sollen. Je nach Bearbeitungsart ergeben sich unterschiedliche Bearbeitungszeiten und Materialqualitäten nach diesen Bearbeitungszeiten.

**[0005]** Aus der DE 29 42 325 C2 ist ein Mischwerkzeug bekannt, das eine erste Mischwerkzeugfläche und eine zweite Mischwerkzeugfläche aufweist. Diese Mischwerkzeugflächen grenzen in radialer Richtung unmittelbar aneinander und erstrecken sich von einer Mischerwelle ausgehend bis nahe an die Trommelinnenwandung. Mit dem bekannten Mischwerkzeug soll ein trocknendes Gut aufgelockert werden, damit ein möglichst intensiver Austausch zu erwärmten Kontaktflächen der Trommel bzw. zu einem durch die Trommel strömenden Gasstrom erhöhter Temperatur erfolgen kann. Die Mischflächen des bekannten Mischwerkzeuges sind keilförmig ausgebildet und bezüglich ihrer Flächen nicht aufeinander abgestimmt. Die bekannten Mischwerkzeuge zeichnen sich dadurch aus, daß sie von der Mischerwelle ausgehend in radialer Richtung zuerst stabförmig ausgebildet sind und im Bereich der Trommel innenwandung in einen achsparallel zur Welle verlaufenden Stab übergehen.

**[0006]** Weiterhin ist aus der DE-AS 1 101 113 eine Mischeinrichtung bekannt, die Mischwerkzeuge mit von einander beabstandeten Werkzeugflächen aufweisen. Diese Werkzeugflächen (paarweise angeordnete Schleuderschaukeln) bewegen ein zu bearbeitendes Gut jeweils in eine entgegengesetzte Förderrichtung. Unterschiedliche Förderrichtungen werden ferner durch die aus US 2,017,116 und FR 2.177.638 A bekannten Mischwerkzeuge erzielt.

**[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es,

das bekannte Mischwerkzeug dahin gehend weiterzuentwickeln, daß die Bewegungen von zu bearbeitenden Materialien in einer Trommel über den Trommelquerschnitt gesehen unabhängig von der Wellendrehzahl sowohl bezüglich eines axial gerichteten Materialaustausches als auch eines radial ausgerichteten Materialaustausches verbessert werden.

**[0008]** Die Aufgabe wird durch ein Mischwerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0009]** In dem ein von der Mischwerkzeugfläche F<sub>2</sub> ausströmender Materialvolumenstrom teilweise auf die Mischwerkzeugfläche F<sub>1</sub> strömt, wird der Materialaustausch verbessert.

**[0010]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird durch die folgende Dimensionierung des erfindungsgemäßen Mischwerkzeugs dadurch bereitgestellt, daß die Durchdringungsvolumina  $V_{DP1} = 2\pi \cdot r_{P1} \cdot F_{P1}$ ,  $V_{DP2} = 2\pi \cdot r_{P2} \cdot F_{P2}$ , die die Mischwerkzeugflächen F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> des Mischwerkzeugs im Schüttgut erzeugen in folgender Beziehung zueinander stehen

$$r_{P1} \cdot F_{P1} = k \cdot r_{P2} \cdot F_{P2},$$

wobei k eine Konstante  $> 0,3$  und  $\leq 1$  ist, daß die Neigungen der Mischwerkzeugflächen F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> in einem x-y-z-Koordinatensystem jeweils durch  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  an jedem Punkt der ersten Mischwerkzeugfläche und  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$  an jedem Punkt der zweiten Mischwerkzeugfläche mit Werten

$$0^\circ < \alpha_1 < 70^\circ$$

$$0^\circ < \beta_1 < 90^\circ$$

$$0^\circ < \alpha_2 < 70^\circ$$

$$0^\circ < \beta_2 < 90^\circ$$

definiert sind, und daß die Mischwerkzeugflächen F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> folgenden Flächenformeln entsprechen

$$F_1 = c_1 \cdot R \text{ und } F_2 = c_2 \cdot R,$$

wobei die Faktoren c<sub>1</sub> [cm] und c<sub>2</sub> [cm] durch folgende Werte

$$2 \text{ cm} < c_1 \leq 36 \text{ cm}$$

$$3 \text{ cm} < c_2 \leq 18 \text{ cm}$$

begrenzt sind.

**[0011]** Bei dem erfindungsgemäßen Mischwerkzeug sind die Mischwerkzeugflächen  $F_1$ ,  $F_2$  in  $\text{cm}^2$  definiert und der Trommelradius  $R$  ist in der Dimension  $\text{cm}$  anzugeben.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Mischwerkzeug wird in einem x-y-z-Koordinatensystem dargestellt, wobei die z-Achse durch die Welle verläuft (fällt mit der Wellenachse zusammen) und mit der x-Achse eine Grundrißebene aufspannt (siehe Fig. 1 und Fig. 4 der Beschreibung). Die y-Achse verläuft senkrecht zur Grundrißebene, erstreckt sich mit positiven Werten aus dieser heraus und definiert mit der x-Achse die Bewegungsebene des erfindungsgemäßen Mischwerkzeugs.

**[0013]** Die Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  werden als weitere Flächen zur Beschreibung des erfindungsgemäßen Mischwerkzeugs herangezogen. Dabei handelt es sich um die entsprechenden Flächen eines Schnitts in der x-z-Ebene durch einen Durchdringungskörper, der dadurch entsteht, indem man die am Mischwerkzeug ausgebildeten Mischwerkzeugflächen durch das zu bearbeitende Material bewegt (Drehung um die Welle).

**[0014]**  $r_{P1}$  und  $r_{P2}$  kennzeichnen den Abstand in  $\text{cm}$  von der z-Achse (Wellenachse) zu den Flächenschwerpunkten der Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$ .

**[0015]**  $k$  ist eine Konstante und variiert im Bereich von 0,3 bis 1 je nach Flächenverteilung der Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$ .

**[0016]** Die Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  beschreiben die Neigungen der Werkzeugflächen  $F_1$ ,  $F_2$  an einem beliebig ausgewählten Oberflächenpunkt in zwei zueinander senkrechten Richtungen. Der Winkel  $\alpha$  beschreibt den Winkel zwischen der positiven y-Richtung und der Ausrichtung der in positiver y-Richtung liegender Mischwerkzeugoberfläche in z-Richtung. Der Winkel  $\beta$  bezeichnet den Winkel zwischen der positiven y-Richtung und der Ausrichtung der Mischwerkzeugoberfläche in positiver x-Richtung.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Mischwerkzeug hat den Vorteil, daß es bei einer Rotation um die Welle mit Mischwerkzeugflächen in das zu bearbeitende Material eintaucht, die sich radial gerichtet über die gesamte Länge des Mischwerkzeugs in Richtung der x-Achse erstrecken. Damit kann eine in einer Trommel vorliegende Materialanhäufung bei unterschiedlichsten Drehzahlen der Welle effektiv bearbeitet, d.h. vermischt werden. Die Bearbeitungszeiten werden beim Mischen im Haufwerk, mechanisch erzeugtem Wirbelbett und dem Mischgutting optimiert. Schon mit geringen Drehzahlen (extrem produktschonend) lassen sich vereinheitlichte Partikelbewegungen über die gesamte Höhe der Materialanhäufung auslösen, die zu einer verbesserten Mischgüte bei verkürzter Mischzeit beitragen.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Mischwerkzeug erstreckt sich von der Welle bis zur Trommelinnenwandung und hält nur einen geringen Abstand zu der Innenwandoberfläche der Trommel.

**[0019]** Die Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  sowie deren Flächenschwerpunktkoordinaten  $r_{P1}$  und  $r_{P2}$  sind so zu wählen, daß der von der Fläche  $F_1$  auslaufende Materialvolumenstrom gleich oder größer dem k-fachen bis vorzugsweise gleich dem des von der Fläche  $F_2$  auslaufenden Materialvolumenstromes ist. Die Neigungswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  der Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  sind weiterhin so zu wählen, daß das zu bearbeitende Material entlang den Mischwerkzeugoberflächen gleitet und damit eine Staukörperbildung vermieden wird. Ebenfalls sind die Neigungswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  derart zu wählen, daß die von den Mischwerkzeugflächen auslaufenden Materialmassenströme diametral zueinander und bevorzugt achsparallel gerichtet sind.

**[0020]** Endet die axiale Flächenberandung der ersten Mischwerkzeugfläche  $F_1$  in z-Richtung und schließt sich in derselben Richtung die zweite Mischwerkzeugfläche  $F_2$  an, ohne daß eine Überlappung der Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  in z-Richtung entsteht (siehe Fig. 2), so wird der von der Mischwerkzeugfläche  $F_2$  ausströmende Materialvolumenstrom nicht von der Mischwerkzeugfläche  $F_1$  erfaßt. Die bei bewegtem Mischwerkzeug auf die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  und  $F_2$  einströmenden Materialvolumenströme sind somit gleich den von den Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  ausströmenden Materialvolumenströmen.

**[0021]** Der von der Fläche  $F_1$  auslaufende Materialvolumenstrom ist in diesem Fall gleich dem k-fachen des von der Fläche  $F_2$  auslaufenden Materialvolumenstromes. Im bevorzugten Fall  $k = 1$  sind also die auslaufenden Volumenströme gleich groß.

**[0022]** Sind die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  derart angeordnet, daß ein von der Mischwerkzeugfläche  $F_2$  ausströmender Materialvolumenstrom teilweise auf die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  strömt, so können die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  gemäß  $k < 1$  gestaltet werden. Der von der Fläche  $F_1$  auslaufende Materialvolumenstrom ist dann größer als das k-fache und höchstens gleich dem des von der Fläche  $F_2$  auslaufenden Materialvolumenstromes. Es kann also auch im Falle  $k < 1$  die bevorzugte Bedingung erreicht werden, daß die auslaufenden Materialvolumenströme gleich groß sind, so daß eine homogene Vermischung des Materials bei kürzester Bearbeitungszeit erreicht wird.

**[0023]** Sind in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Mischwerkzeuge längs der Welle über den Umfang der Welle verteilt und sind somit mehrere Mischwerkzeuge in der Trommel zur Bearbeitung des in der Trommel befindlichen Materials vorgesehen, so können diese Mischwerkzeuge zusätzlich untereinander zusammenwirken, so daß beispielsweise Mischwerkzeugflächen  $F_2$  eine den natürlichen Materialfluß unterstützende Materialrichtungsauslenkung auslösen und die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  den auf sie einströmenden Materialvolumenstrom entgegen der Auslenkungsrichtung durch die Mischwerkzeugflächen  $F_2$  fördern. Zwischen diesen extremen Richtungslenkungen des zu bearbeitenden Materials durch die

Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  sind Auslenkungsrichtungen durch die Flächen  $F_1$  und  $F_2$  denkbar, die nur teilweise die Materialförderung bzw. -rückförderung unterstützen.

**[0024]** Neben den beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Mischwerkzeuge, bei denen in radialer Richtung ein mehr oder weniger breiter Übergangsbereich zwischen Mischwerkzeugfläche  $F_1$  und Mischwerkzeugfläche  $F_2$  vorhanden ist, sind auch Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen sich wenigstens eine der beiden Mischwerkzeugflächen  $F_1, F_2$  von der Welle oder einer weiter außen liegenden Position bis nahe zur Trommel hin erstrecken, so daß die Mischwerkzeugflächen  $F_1, F_2$  in axialer Richtung ineinander übergehen.

**[0025]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Mischwerkzeugflächen konvex und/oder konkav gekrümmt ausgebildet.

**[0026]** Sind die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  an jedem Punkt der zu betrachtenden Oberfläche der Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  konstant, d.h. ortsunabhängig, so liegen ebene Mischwerkzeugflächen vor. Sind jedoch in einer bevorzugten Ausgestaltung die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  an jedem Punkt der zu betrachtenden Oberfläche der Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  unterschiedlich, so sind die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  gekrümmt. D.h. die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  sind an jedem Punkt der zu betrachtenden Oberfläche der Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  unterschiedlich (ortsabhängige Winkel).

**[0027]** Um eine gezielte Umlenkung des zu bearbeitenden Materials entlang der Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  zu gewährleisten, muß der sogenannte Einlaufwinkel  $\delta$ , d.h. der Winkel zwischen den auf die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  einlaufenden und von diesen auslaufenden Materialvolumenströme nicht größer sein als ein Grenzwinkel  $\delta_g$ , der dem inneren Reibungswinkel des zu bearbeitenden Materials entspricht. Ist  $\delta$  größer, so bildet sich vor den Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  ein zusätzliches Materialvolumen (Staukörper), das zu einer erhöhten Leistungsaufnahme des Mixers führt. Mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug bzw. mit den erfindungsgemäßen Werkzeugen wird diese erhöhte Leistungsaufnahme vermieden und auf die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  wirkt das zu bearbeitende Material nicht mit einem erhöhten Widerstand.

**[0028]** Ein Mischer, dessen Welle mit den erfindungsgemäßen Werkzeugen bestückt ist, weist Antriebe auf, die diese Welle und die daran befestigten Mischwerkzeuge in Drehung versetzen können. Die Drehzahl  $n$  der Welle wird in  $\text{sec}^{-1}$  angegeben.

**[0029]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln oder in beliebigen Kombinationen miteinander verwendet werden. Es zeigt:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Mischwerkzeug, wie

es auf einer Welle angebracht ist;

Fig. 2 ein weiteres erfindungsgemäßes Mischwerkzeug auf einer Welle;

Fig. 3 eine dritte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Mischwerkzeugs;

Fig. 4 Mischwerkzeugprofilflächen eines erfindungsgemäßen Mischwerkzeugs, die den Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  zugeordnet sind.

**[0030]** Die in den Figuren gezeigten Mischwerkzeuge sind nicht maßstäblich zu verstehen und sind stark vereinfacht gezeichnet.

**[0031]** Fig. 1 zeigt ein Mischwerkzeug 10, das an einer Welle 11 befestigt ist.

**[0032]** Die Welle 11 ist in Kopfstücken einer nicht in der Figur gezeigten Trommel gehalten und dort drehbar gelagert. Die Welle 11 weist eine Achse 15 (Rotationsachse) auf, um die sich die Welle 11 in Pfeilrichtung 16 drehen kann.

**[0033]** Das Mischwerkzeug 10 setzt sich aus einer ersten Mischwerkzeugfläche  $F_1$  17 und aus einer zweiten Mischwerkzeugfläche  $F_2$  18 zusammen. An einer Oberfläche 19 der Welle 11 ist das Mischwerkzeug 10 befestigt. Das Mischwerkzeug 10 kann an der Welle 11 angeschraubt bzw. mit der Welle 11 verschweißt sein.

**[0034]** Dem Mischwerkzeug 10 ist ein Koordinatensystem x-y-z zugeordnet, das teilweise in der Figur angedeutet ist. Die z-Achse ist mit der Achse 15 deckungsgleich und die x-Achse erstreckt sich senkrecht zur z-Achse in der Figurenebene. Die y-Achse erstreckt sich mit positiven Werten aus der Figurenebene heraus und ist ebenfalls senkrecht zur x- bzw. z-Achse angeordnet. Rotiert das Mischwerkzeug 10 mit einer Drehzahl  $n$  um die Welle 11, so rotiert es in der Bewegungsebene, die durch die Koordinatenachsen x-y aufgespannt wird. Die Mischwerkzeugfläche  $F_2$  18 erstreckt sich axial sowohl entlang der negativen wie auch der positiven z-Achse. Damit wird auch ein gewisser Materialvolumenstrom, der von der Mischwerkzeugfläche  $F_2$  ausströmt, an die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  übergeben. Die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  17, 18 sind derart ausgebildet, daß die Durchdringungsvolumina  $V_{DP1}$  und  $V_{DP2}$ , die die Mischwerkzeugflächen  $F_1, F_2$  17, 18 des Mischwerkzeugs 10 im Schüttgut bzw. in dem zu bearbeitenden Material erzeugen, in folgender Beziehung stehen:

$$r_{P1} \cdot F_{P1} = k \cdot r_{P2} \cdot F_{P2}$$

**[0035]**  $k$  ist bei dieser Beziehung  $< 1$ . Die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  ist dabei so gewählt, daß deren axiale Erstreckung in radialer Richtung von der Welle 11 zur Trommelinnenwandung hin abnimmt.

**[0036]** Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines

Mischwerkzeuges 20, das an einer Welle 21 befestigt ist. Die Welle 21 weist eine Achse 25 auf, die in Pfeilrichtung 26 drehbar ist. Bei einer Drehung der Welle 21 um die Achse 25 taucht das Mischwerkzeug 20 in ein zu bearbeitendes Material ein. Beim Eintauchen in das zu bearbeitende Material bewegen Mischwerkzeugflächen  $F_1$  27 und  $F_2$  28 das zu bearbeitende Material. Die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  27 und  $F_2$  28 können eben und/oder gekrümmt sein. Die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  27 und  $F_2$  28 erzeugen Durchdringungsvolumina  $V_{DP1}$  und  $V_{DP2}$  im zu bearbeitenden Schüttgut bzw. Material, die für  $k = 1$  einander entsprechen. Die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  ist dabei so gewählt, daß deren axiale Erstreckung in radialer Richtung von der Welle zur Trommel hin zunimmt.

**[0037]** Fig. 3 zeigt ein weiteres Mischwerkzeug 30, das an einer Welle 31 befestigt ist. Die Welle 31 weist eine Achse 35 auf, die in Pfeilrichtung 36 drehbar ist. Das Mischwerkzeug 30 ist aus Mischwerkzeugflächen 37, 38 zusammengesetzt, wobei die erste Mischwerkzeugfläche  $F_1$  37 eine axiale Erstreckung aufweist, die in radialer Richtung konstant ist. Die erste Mischwerkzeugfläche  $F_1$  37 erstreckt sich radial zur Welle 31 und geht an ihrem Ende in die zweite Mischwerkzeugfläche  $F_2$  38 über, die sich bei dieser Ausführungsform des Mischwerkzeugs 30 beidseits der ersten Mischwerkzeugfläche  $F_1$  37 erstreckt. Die Mischwerkzeugfläche  $F_2$  38 fördert auf sie einströmende Materialvolumenströme anteilmäßig sowohl auf die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  37 als auch in den angrenzenden Freiraum der Trommel des Mixers und in das Mischwerkzeug umgebende Materialanhäufungen.

**[0038]** In Fig. 4 ist ein erfindungsgemäßes Mischwerkzeug mit Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  gezeigt, die Hilfsflächen für die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  darstellen. Die Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  sind Flächen, die sich durch einen Schnitt eines Durchdringungskörpers in der x-z-Ebene ergeben, wobei der Schnitt an der Achse der Welle endet. Der Durchdringungskörper entsteht dadurch, indem man die am Mischwerkzeug ausgebildeten Mischwerkzeugflächen durch das zu bearbeitende Material bewegt.

**[0039]** Das in der Fig. 4 gezeigte Koordinatensystem x-y-z verläuft mit der z-Achse durch die Achse der Welle, die x-Achse verläuft senkrecht zur z-Achse und definiert die Figurenebene und die y-Achse erstreckt sich sowohl senkrecht zur z- wie auch zur x-Achse und verläuft mit positiven y-Werten aus der Figurenebene heraus. Die x-y-Ebene definiert die Bewegungsebene, in der sich ein bewegtes Mischwerkzeug dreht. Mit  $r_w$  ist der Wellenradius angegeben. R definiert den Trommelradius zwischen der Achse der Welle und der Trommelinnenwandung. Zwischen der Welle und der Trommelinnenwandung ist das Mischwerkzeug angeordnet, das in der Figur durch Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  definiert ist.  $S_1$  ist der Flächenschwerpunkt der Werkzeugprofilfläche  $F_{P1}$  und  $S_2$  ist der Flächenschwerpunkt der Werkzeugprofilfläche  $F_{P2}$ .  $r_{P1}$  und  $r_{P2}$  geben den

Abstand der Flächenschwerpunkte  $S_1$  und  $S_2$  von der z-Achse an. Gestrichelt ist in der Zeichnung der Übergang von der Werkzeugprofilfläche  $F_{P1}$  zu der Werkzeugprofilfläche  $F_{P2}$  eingezeichnet. Mit T ist die Trommelwandung gekennzeichnet.

**[0040]** Für eine Trommel mit einem Radius von 39,5 cm weist ein erfindungsgemäßes Mischwerkzeug in einer bevorzugten Ausführungsform einen Wert  $k = 1$ ,  $c_1 = 10,38$  cm und  $c_2 = 5,7$  cm, eine Mischwerkzeugfläche  $F_1$  von 410 cm<sup>2</sup> und eine Mischwerkzeugfläche  $F_2$  von 225 cm<sup>2</sup> auf.

**[0041]** Ein Mischwerkzeug 10 für Schüttgüter und/oder ähnliche Materialien zum Anbringen auf einer Welle 11 in einer Trommel eines Mixers weist Mischwerkzeugflächen  $F_1$  17 und  $F_2$  18 auf, die sich radial von der Welle 11 ausgehend bis nahe zur Trommelinnenwandung des Mixers erstrecken. Die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  17 und  $F_2$  18 sind durch Werkzeugprofilflächen  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  gekennzeichnet, die dadurch entstehen, daß man einen Schnitt durch einen Durchdringungskörper in der x-z-Ebene herstellt, der dadurch entsteht, indem man die am Mischwerkzeug 10 ausgebildeten Mischwerkzeugflächen  $F_1$  17 und  $F_2$  18 durch das zu bearbeitende Material bewegt. Die Mischwerkzeugflächen  $F_1$ ,  $F_2$  sind derart ausgebildet, daß sie in Abhängigkeit des Trommelradius durch Faktoren  $c_1$  und  $c_2$  begrenzte Flächen aufspannen und die Materialvolumenströme, die von den Mischwerkzeugflächen  $F_1$  17 und  $F_2$  18 in das zu bearbeitende Material zurückströmen, bevorzugt gleich groß und achsparallel entgegengesetzt gerichtet sind. Die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  17 und  $F_2$  18 sind bezüglich ihrer Neigungen durch Winkel  $\alpha$  und Winkel  $\beta$  begrenzt.

## Patentansprüche

1. Mischwerkzeug für Schüttgüter und/oder ähnliche Materialien mit einer Mischwerkzeugfläche  $F_1$  (17; 27, 37) zum Anbringen auf einer Welle in einer Trommel eines Mixers, Trockners und/oder Reaktors, die bei Drehung der Welle auf das Schüttgut wirkt und der eine erste Werkzeugprofilfläche  $F_{P1}$  zugeordnet ist, und einer dazu radial versetzten zweiten Mischwerkzeugfläche  $F_2$ , der eine zweite Werkzeugprofilfläche  $F_{P2}$  zugeordnet ist, wobei sich die erste und zweite Werkzeugprofilfläche  $F_{P1}$  und  $F_{P2}$  abstandsfrei aneinandergrenzend in radialer Richtung von der Oberfläche (19,29,39) der Welle (11,21,31) ausgehend erstrecken, und wobei die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  ein zu bearbeitendes Schüttgut in einer andere Förderrichtung bewegt als die Mischwerkzeugfläche  $F_2$ ,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Mischwerkzeugflächen  $F_1$  und  $F_2$  derart angeordnet sind, dass ein von der Mischwerkzeugfläche  $F_2$  ausströmender Materialvolumenstrom teilweise auf die Mischwerkzeugfläche  $F_1$  strömt.

2. Mischwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** längs der Welle (11; 21; 31), über den Umfang der Welle (11; 21; 31) verteilt, mehrere Mischwerkzeuge (10; 20; 30) angeordnet sind.
3. Mischwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mischwerkzeugflächen  $F_1$ ,  $F_2$  (17, 18; 27, 28; 37, 38) konvex und/oder konkav gekrümmt sind.

5

10

### Claims

1. Mixing tool for bulk material and/or similar materials comprising a mixing tool face F1 (17; 27, 37) to be placed on a shaft provided in the drum of a mixer, drier and/or reactor which acts on said bulk material during the rotation of the shaft and to which is associated a first tool section face FP1, and which also comprises a radially offset second mixing tool face F2 to which is associated a second tool section face FP2, wherein the first and the second tool sections FP1 and FP2 radially extend in an adjoining closely related position from the face (19, 29, 39) of the shaft (11, 21, 31), and wherein the mixing tool face F1 moves a bulk material to be treated into another transport direction than the mixing tool face F2, **characterized in that** the mixing tool faces F1 and F2 are arranged such that a material volume flowing from the mixing tool face F2 partially flows onto the mixing tool face F1.
2. Mixing tool as defined by claim 1, **characterized in that** a plurality of mixing tools (10; 20; 30) distributed over the periphery of the shaft is provided in the longitudinal direction of the shaft (11; 21; 31).
3. Mixing tool as defined by either of claims 1 and 2, **characterized in that** the mixing tool faces  $F_1$ ,  $F_2$  (17, 18; 27, 28; 37, 38) are provided with a convex and/or concave curvature.

15

20

25

30

35

40

45

mière et cette deuxième faces d'outil FP1 et FP2 étant disposées de façon contigue dans la direction radiale par rapport à la face (19, 29, 39) de l'arbre (11, 21, 31), et dans lequel la face d'outil F1 transporte le produit en vrac dans une autre direction que la face d'outil F2,

#### **caractérisé en ce que**

les faces d'outil F1 et F2 sont disposées de telle sorte qu'un volume de matière déchargé par la face d'outil F2 est partiellement transporté sur la face d'outil F1.

2. Outil mélangeur suivant la revendication 1,

#### **caractérisé en ce que**

une multitude d'outils mélangeurs (10; 20; 30) est prévue dans la direction longitudinale de l'arbre (11; 21; 31) sur la périphérie de cet arbre (11; 21; 31).

3. Outil mélangeur suivant l'une des revendications 1 ou 2,

#### **caractérisé en ce que**

les faces des outils mélangeurs  $F_1$ ,  $F_2$  (17, 18; 27, 28; 37, 38) présentent un profil convexe et/ou concave.

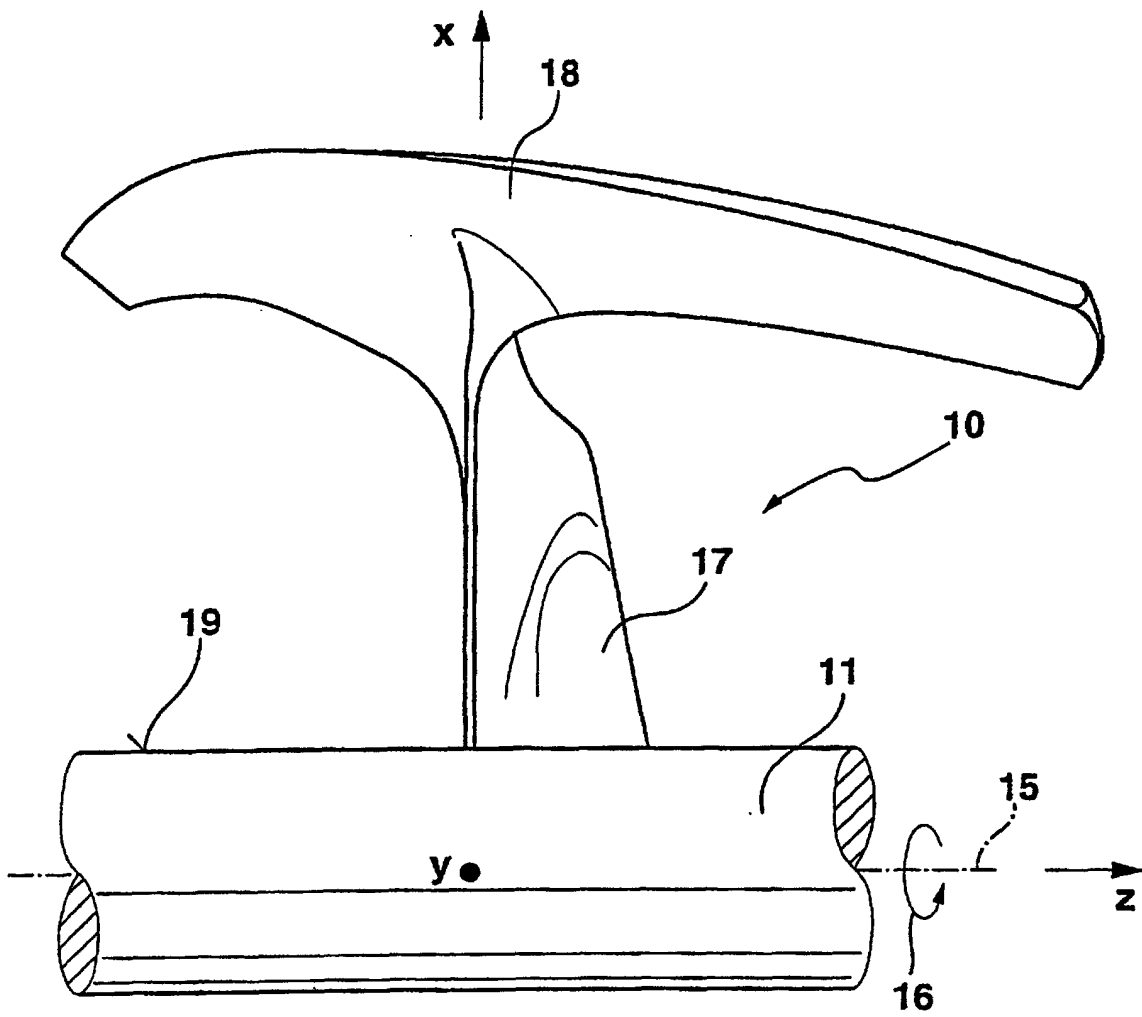
### Revendications

1. Outil mélangeur pour produits en vrac et/ou matériaux similaires, comprenant une face d'outil mélangeur F1 (17; 27, 37) à fixer sur un arbre disposé à l'intérieur du tambour d'un mélangeur, d'un séchoir et/ou d'un réacteur et agissant sur le produit en vrac lors de la rotation de l'arbre, et à qui est associé une première face d'outil FP1, et comprenant également une deuxième face d'outil F2 radialement décalée par rapport à cette dernière, et à laquelle est associée une deuxième face d'outil FP2, cette pre-

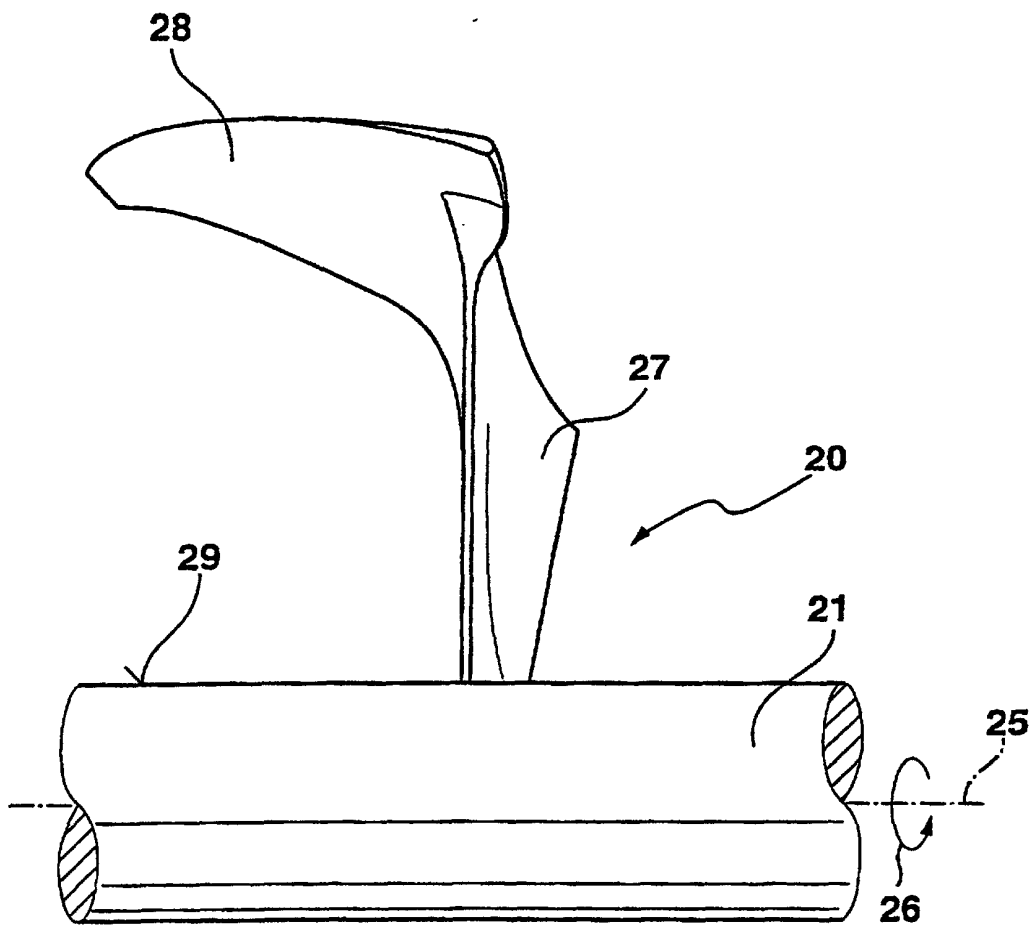
50

55

Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**

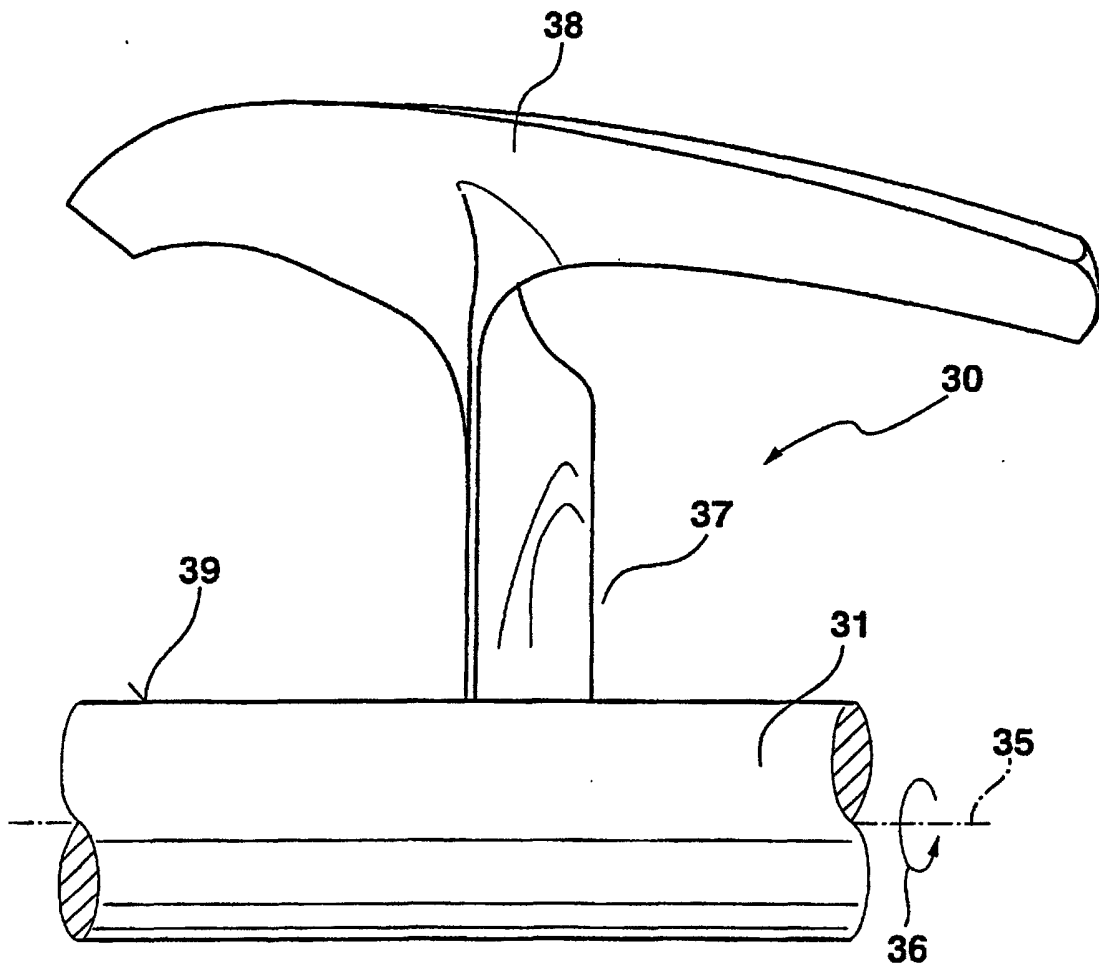


Fig. 4

