

(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
25. April 2019 (25.04.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/076632 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29B 7/42 (2006.01) B29C 47/66 (2006.01)
B29C 47/60 (2006.01) B29C 47/44 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/076883

(22) Internationales Anmeldedatum:

02. Oktober 2018 (02.10.2018)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

| | | |
|------------|-------------------------------|----|
| 17196908.2 | 17. Oktober 2017 (17.10.2017) | EP |
| 18152448.9 | 19. Januar 2018 (19.01.2018) | EP |
| 18170198.8 | 30. April 2018 (30.04.2018) | EP |

(71) Anmelder: **BUSS AG** [CH/CH]; Hohenrainstrasse 10,
4133 Pratteln (CH).

(72) Erfinder: **SCHÖTZAU, Martin**; Hauptstrasse 46, 4302
Augst (CH). **WALTER, Wolfgang**; Rotfeldstrasse 16,
73434 Aalen (DE).

(74) Anwalt: **HENKEL, BREUER & PARTNER**; Briener
Str. 1, 80333 München (DE).

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

(54) Title: ASYMMETRICAL THREE-BLADE SCREW-TYPE SHAFT FOR A MIXING AND KNEADING MACHINE

(54) Bezeichnung: ASYMMETRISCHE DREIFLÜGLIGE SCHNECKENWELLE FÜR MISCH- UND KNETMASCHINE

Fig.2a

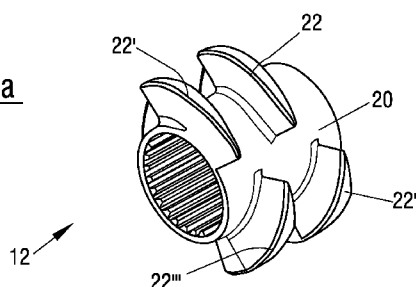
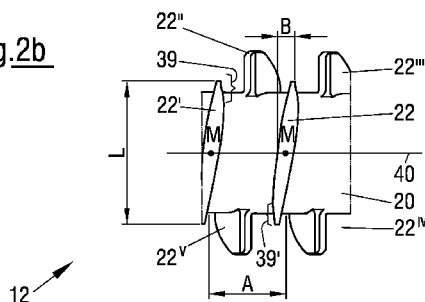


Fig.2b



(57) Abstract: The invention relates to a screw-type shaft (12) for a mixing and kneading machine (100), in particular for continuous preparation processes, comprising a shaft rod (20), on the outer circumference of which blade elements (22, 22', 22'', 22''', 2IV, 2V) are arranged which are spaced apart from one another and extend outwards from the circumferential surface of the shaft rod, the blade elements being arranged on the circumferential surface of the shaft rod, at least in a portion that extends in the axial direction of the screw-type shaft, in three rows (40) extending in the axial direction of the screw-type shaft, at least one of the blade elements in one of the rows being different from one of the blade elements in one of the other rows and/or the rows of blade elements, viewed in the cross section of the shaft rod, being irregularly distributed across the circumference defined by the outer circumferential surface of

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the shaft rod.

(57) Zusammenfassung: Schneckenwelle (12) für eine Misch- und Knetmaschine (100), insbesondere für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, mit einem Wellenstab (20), auf dessen Umfangsfläche voneinander beabstandete, sich von der Umfangsfläche des Wellenstabes nach außen erstreckende Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 2IV, 2V) angeordnet sind, wobei die Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes, zumindest in einem sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitt, in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Reihen (40) angeordnet sind, wobei mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen von einem der Flügelemente einer der anderen Reihen verschieden ist und/oder sich die Reihen der Flügelemente, im Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen.

ASYMMETRISCHE DREIFLÜGLIGE SCHNECKENWELLE FÜR MISCH- UND KNETMASCHINE

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schneckenwelle für eine Misch- und
5 Knetmaschine insbesondere für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, einen entsprechenden Schneckenwellenabschnitt, ein eine solche Schneckenwelle bzw. einen solchen Schneckenwellenabschnitt umfassendes Gehäuse sowie eine ein solches Gehäuse umfassende Misch- und Knetmaschine für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse.

10 Derartige Misch- und Knetmaschinen mit derartigen Schneckenwellen werden insbesondere zum Aufbereiten von plastischen und/oder pastösen Massen eingesetzt. Beispielsweise dienen sie dem Verarbeiten von zähplastischen Massen, dem Homogenisieren und Plastifizieren von Kunststoffen, Gummi und dergleichen, dem Einarbeiten von Füll- und Verstärkungsstoffen sowie dem Herstellen von
15 Ausgangsmaterialien für die Lebensmittelindustrie. Die Schneckenwelle bildet hierbei das Arbeitsorgan, welches das zu verarbeitende Material in axialer Richtung vorwärts transportiert bzw. fördert und dabei die Komponenten des Materials miteinander vermischt.

Derartige Misch- und Knetmaschinen eignen sich insbesondere auch zum
20 Herstellen von Polymergranulat, Polymerstrangpressprofilen, Polymerformteilen und dergleichen. Dabei wird in der Misch- und Knetmaschine eine homogene Polymerschmelze erzeugt, welche dann beispielsweise in eine Austragsvorrichtung und von dieser zu beispielsweise einer Granulationsvorrichtung, einem Schacht, einem Förderband oder dergleichen gefördert wird.

25 Solche Misch- und Knetmaschinen sind beispielsweise aus der CH 278 575 A sowie

aus der CH 464 656 bekannt.

Bei diesen Misch- und Knetmaschinen führt die Schneckenwelle vorzugsweise nicht nur eine rotative Bewegung aus, sondern bewegt sich gleichzeitig auch in der axialen Richtung, d.h. in der Längsrichtung der Schneckenwelle, translatorisch vor und zurück. Der Bewegungsablauf zeichnet sich daher vorzugsweise dadurch aus, dass die Schneckenwelle - in der axialen Richtung gesehen - eine der Rotation überlagerte oszillatorische Bewegung ausführt. Dieser Bewegungsablauf ermöglicht das Einbringen von Einbauten, nämlich von Knetelementen, wie von Knetbolzen oder von Knetzähnen, in das Gehäuse der Misch- und Knetmaschine.

Wegen des Vorhandenseins der Knetelemente verläuft die auf der Hauptwelle, dem sogenannten Wellenstab, angeordnete Schnecke nicht – im Querschnitt des Wellenstabs gesehen – durchgehend, sondern ist in eine Mehrzahl von einzelnen Flügelementen unterteilt, die sich jeweils über einen bestimmten Winkelabschnitt des Querschnittsumfangs des Wellenstabes erstrecken. Benachbarte Flügelemente sind voneinander sowohl in axialer Richtung als auch in der Außenumfangsrichtung des Wellenstabes beabstandet, d.h. zwischen benachbarten Flügelementen ist sowohl in axialer Richtung als auch in der Außenumfangsrichtung des Wellenstabes jeweils ein Spalt vorgesehen. Wenn beispielsweise der gesamte Wellenstab der Schneckenwelle oder ein axialer Abschnitt des Wellenstabs der Schneckenwelle, im Querschnitt des Wellenstabs gesehen, drei Flügelemente umfasst, welche sich jeweils über einen Winkelabschnitt von zum Beispiel 100° des Querschnittsumfangs des Wellenstabs erstrecken, spricht man von einer dreiflügligen Schneckenwelle bzw. von einem dreiflügligen Schneckenwellenabschnitt, wenn sich diese Flügelementanordnung nicht über die gesamte axiale Länge des Wellenstabes, sondern nur über einen Abschnitt hiervon erstreckt. Die Rotation und die translatorische Bewegung der Schneckenwelle in axialer Richtung werden so gesteuert, dass die einzelnen Flügelemente bei der Rotation und der translatorischen Bewegung mit ihren Flanken in die Nähe der entsprechenden Knetelemente gelangen, um das zu mischende und knetende Material zu verdichten und eine Scherwirkung auf dieses

auszuüben, um so den Mischungs- und/oder Knetvorgang zu befördern, ohne dass die Knetelemente mit den Flügelementen kollidieren. Ferner verhindern die Knetelemente, weil sie den Flanken der Flügelemente bei der Rotation und der translatorischen Bewegung der Schneckenwelle nahekomen, dass sich auf den

5 Flanken der Flügelemente Ablagerungen von Komponenten der Mischung ausbilden, so dass die Knetelemente im Ergebnis auch eine Reinigung der Flügelemente bewirken. Natürlich müssen die Anzahl und die Geometrie der Flügelemente an die Anzahl der Knetelemente angepasst werden. Üblicherweise sind die einzelnen Knetelemente an der Innenumfangsfläche des Gehäuses der

10 Misch- und Knetmaschine - in der axialen Richtung - in mehreren, auf die Geometrie und Anzahl der Flügelemente abgestimmten und sich über zumindest einen axialen Abschnitt der Innenumfangsfläche des Gehäuses erstreckenden Reihen von axial beabstandeten Knetelementen angeordnet. Dabei sind die einzelnen Knetelemente in - in der Gehäuseinnenwand vorgesehene - Bohrungen bzw.

15 Aufnahmen eingeschraubt. Zudem sind die Flügelemente bekannter Schneckenwellen symmetrisch ausgestaltet, d. h. die drei Flügelemente einer dreiflügligen Schneckenwelle weisen jeweils die gleiche Form sowie die gleichen Dimensionen auf und sind auf der Umfangsfläche des Wellenstabes gleich verteilt, so dass die Mittelpunkte der drei Flügelemente jeweils um 120° versetzt auf der

20 Umfangsfläche des Wellenstabes angeordnet sind. In Anpassung daran sind an der Innenumfangsfläche des Gehäuses der Misch- und Knetmaschine drei um 120° versetzte Reihen von Aufnahmen für Knetelemente angeordnet. Im Falle einer vierflügligen Schneckenwelle sind die Mittelpunkte der vier Flügelemente jeweils um 90° versetzt auf der Umfangsfläche des Wellenstabes angeordnet und sind

25 entsprechend an der Innenumfangsfläche des Gehäuses der Misch- und Knetmaschine vier um 90° versetzte Reihen von Aufnahmen für Knetelemente angeordnet.

Häufig sind die beschriebenen Misch- und Knetmaschinen in axialer Richtung in verschiedene Verfahrensabschnitte unterteilt, wobei jeder Verfahrensabschnitt

30 gemäß seiner während des Betriebs zugeordneten Aufgabe mit einer

entsprechenden Anzahl bzw. Geometrie an Flügelementen und Knetelementen besetzt ist. Beispielsweise umfasst eine Misch- und Knetmaschinen in axialer Richtung, je nach zu mischendem Material, einen am stromaufwärtigen Ende liegenden Einzugsabschnitt, in dem die zu mischenden bzw. zu knetenden Bestandteile in die Maschine eingebracht werden, einen sich daran stromabwärts anschließenden Schmelzabschnitt, in dem die Bestandteile geschmolzen werden, einen Misch- und Dispergierabschnitt, in dem etwaige Aggregate der Bestandteile des Materials zerkleinert sowie möglichst homogen miteinander vermischt werden, und einen Entgasungsabschnitt, in dem die Mischung entgast wird. Es ist bereits vorgeschlagen worden, in einzelnen Abschnitten der Misch- und Knetmaschine eine andere Anzahl von Knetelementen vorzusehen als in anderen Abschnitten, um so die Verhältnisse in den einzelnen Abschnitten an die Erfordernisse der verschiedenen Verfahrensabschnitte anzupassen. Hierzu ist es möglich, die Gehäuseschale aus - in axialer Richtung gesehen - mehreren voneinander getrennten Gehäuseschalenabschnitten vorzusehen, was es erlaubt, einzelne axiale Abschnitte des Gehäuses mit einer unterschiedlichen Anzahl von Knetelementen auszustatten. Beispielsweise ist es bekannt, die Schneckenwelle einer Misch- und Knetmaschine abschnittsweise dreiflüglig und abschnittsweise vierflüglig auszugestalten und die Gehäuseschalen der dazu korrespondierenden Abschnitte der Gehäuseinnenwand der Misch- und Knetmaschine mit drei bzw. vier Reihen von Aufnahmen für Knetelemente auszustatten. Wenn die so an die zu mischenden Ausgangsstoffe optimierte Misch- und Knetmaschine für eine andere Anwendung mit anderen Ausgangsstoffen eingesetzt werden soll, muss die Misch- und Knetmaschine bezüglich der Verfahrenszonen neu optimiert und entsprechend umgerüstet werden. Soll in einem Verfahrensabschnitt, in dem zuvor ein vierflügliger Schneckenwellenabschnitt sowie eine mit vier Knetbolzen bestückte Gehäuseschale eingesetzt war, ein dreiflügliger Schneckenwellenabschnitt eingesetzt werden, muss in diesem Abschnitt die mit vier um 90° versetzten Reihen von Aufnahmen für Knetbolzen ausgestattete Gehäuseschale gegen eine mit drei um 120° versetzte Reihen von Aufnahmen für Knetbolzen ausgestattete

Gehäuseschale ausgetauscht werden. Insgesamt ist es im Stand der Technik aufwendig, eine Misch- und Knetmaschine in Anpassung an ein anderes zu mischendes Ausgangsmaterial umzurüsten, insbesondere was die Anzahl der Reihen von Knetelementen und die entsprechende Flügelementanzahl an der Schneckenwelle angeht. Insbesondere erfordern bekannte drei- und vierflüglige Schneckenwellen bzw. Schneckenwellenabschnitte eine spezielle Ausstattung der korrespondierenden Gehäuseabschnitte mit Aufnahmen für Knetelemente.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die vorgenannten Nachteile zu überwinden und eine dreiflüglige Schneckenwelle bzw. einen dreiflügligen Schneckenwelleabschnitt bereitzustellen, die bzw. der insbesondere auch in Gehäusen bzw. Gehäuseabschnitten eingesetzt werden kann, welche - zumindest auch - mit anderen Schneckenwellenabschnitten, wie insbesondere vierflügligen Schneckenwellenabschnitten, kompatibel ist, so dass in einer Misch- und Knetmaschine eine vierflüglige Schneckenwelle oder ein vierflügliger Schneckenwellenabschnitt gegen die dreiflüglige Schneckenwelle bzw. den dreiflügligen Schneckenwelleabschnitt ausgetauscht werden kann, ohne dass ein Austausch des Gehäuses oder von Gehäuseschalen notwendig ist, sondern allenfalls ein Teil der Knetbolzen von einer Reihe von Aufnahmen in eine andere Reihe umgesteckt werden müssen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Schneckenwelle für eine Misch- und Knetmaschine insbesondere für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse gelöst, welche einen Wellenstab umfasst, auf dessen Umfangsfläche voneinander beabstandete, sich von der Umfangsfläche des Wellenstabes nach außen erstreckende Flügelemente angeordnet sind, wobei die Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes, zumindest in einem sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitt, in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Reihen angeordnet sind, wobei mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen von einem der Flügelemente einer der anderen Reihen verschieden ist und/oder sich die Reihen der Flügelemente, im

Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen. Mithin betrifft die vorliegende Erfindung eine zumindest abschnittsweise asymmetrische dreiflüglig ausgestaltete Schneckenwelle.

- 5 Indem die erfindungsgemäße Schneckenwelle zumindest abschnittsweise asymmetrisch dreiflüglig ausgestaltet ist, kann diese auch in einem mit anderen Schneckenwellenabschnitten, wie insbesondere mit vierflügligen Schneckenwellenabschnitten, kompatiblen Gehäuse einer Misch- und Knetmaschine eingesetzt werden. Daher kann der erfindungsgemäß asymmetrisch
- 10 dreiflüglig ausgestaltete Abschnitt der Schneckenwelle einen vierflüglig ausgestalteten Schneckenwellenabschnitt ersetzen, ohne dass ein Austausch des Gehäuses oder von Gehäuseschalen notwendig ist. Dies liegt daran, dass es die erfindungsgemäß zumindest abschnittsweise asymmetrisch dreiflüglig ausgestaltete Schneckenwelle erlaubt, in Gehäusen eingesetzt zu werden, deren
- 15 Aufnahmen für Knetelemente, zumindest in einem in axialer Richtung des Gehäuses erstreckendem Abschnitt, im Querschnitt des Gehäuses gesehen, über den durch die Innenumfangsfläche des Gehäuses bzw. der Gehäuseschale definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilt sind. Unter einer ungleichmäßigen Verteilung der Aufnahmen für Knetelemente über den durch die
- 20 Innenumfangsfläche des Gehäuses definierten Umfang wird dabei verstanden, dass - im Querschnitt des Gehäuses betrachtet - von allen Abständen zwischen jeweils zwei Aufnahmen für Knetelemente benachbarter Reihen auf der Innenumfangsfläche des Gehäuses mindestens zwei Abstände voneinander verschieden sind. Durch diese ungleichmäßige Anordnung der Aufnahmen für
- 25 Knetelemente wird erreicht, dass einfach mehrere Varianten von Besetzungen der Aufnahmen im Hinblick auf die Anzahl und Anordnung der Knetelemente verwirklicht werden können, und zwar unter Beibehaltung eines optimalen Wirkungsgrades der Misch- und Knetmaschine in Bezug auf den Materialdurchsatz pro Zeiteinheit. Sind beispielsweise an der Gehäuseinnenumfangsfläche sechs sich
- 30 in axialer Richtung der Misch- und Knetmaschine erstreckende Reihen von

Aufnahmen für Knetelemente vorgesehen, dann wird durch die im Querschnitt
gesehene Ungleichverteilung der Reihen von Aufnahmen für Knetelemente auf der
Innenumfangsfläche des Gehäuses bewirkt, dass man alternativ zu einer
Besetzung aller Reihen oder von vier Reihen mit Knetelementen auch eine
5 Besetzung von nur drei Reihen mit Knetelementen vorsehen kann und drei der
Aufnahmereihen unbesetzt lassen kann, wobei dennoch die besetzten Reihen so
zueinander beabstandet sind, dass ein optimaler Wirkungsgrad der Misch- und
Knetmaschine in Bezug auf den Materialdurchsatz pro Zeiteinheit erreicht wird.
Unter einer Aufnahme für Knetelemente wird im Sinne der vorliegenden Erfindung
10 ein Hohlraum an der Innenumfangsfläche des Gehäuses angesehen, der so
ausgestaltet ist, dass ein Knetelement, also ein Knetbolzen, ein Knetzahn oder
dergleichen, in diesem angeordnet und durch diesen befestigt werden kann, so dass
sich das Knetelement von der Innenumfangsfläche des Gehäuses radial nach innen
in den hohlen Innenraum hinein erstreckt. Bei der Aufnahme kann es sich um eine
15 Vertiefung, Aussparung, Bohrung oder dergleichen handeln, welche sich mehr oder
weniger tief von der Innenumfangsfläche des Gehäuses in das Gehäuse hinein
erstreckt. Vorzugsweise ist wenigstens eine der Aufnahmen eine Aussparung,
Vertiefung oder Bohrung und sind bevorzugt jede der Aufnahmen eine Aussparung,
Vertiefung oder Bohrung. Im Fall eines typischen zweikomponentigen Aufbaus des
20 Gehäuses aus einem Außengehäuse und radial innen daran angeordneter
Gehäuseschale erstreckt sich die Aufnahme von der Innenumfangsfläche der
Gehäuseschale in diese und ggf. auch in das Außengehäuse hinein und ggf. durch
das Außengehäuse hindurch. Im Fall eines einkomponentigen Aufbaus des
Gehäuses erstreckt sich somit die Aufnahme von der Innenumfangsfläche des
25 Gehäuses in dieses hinein und ggf. durch dieses hindurch.

Erfindungsgemäß weist die Schneckenwelle auf der Umfangsfläche des
Wellenstabes sich nach außen erstreckende Flügelemente auf, welche auf der
Umfangsfläche des Wellenstabes, zumindest in einem sich in der axialen Richtung
der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitt, in drei sich in der axialen Richtung
30 der Schneckenwelle erstreckenden Reihen angeordnet sind. Dieser dreiflüglige

Abschnitt umfasst – außer den in den drei Reihen angeordneten Flügelementen – keine weiteren Flügelemente, also auch nicht einzelne, zwischen diesen Reihen angeordnete Flügelemente. Dabei wird unter einer sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle über zumindest einen Abschnitt der (Außen)umfangsfläche des Wellenstabes erstreckenden Reihe von Flügelementen im Sinne der
5 vorliegenden Erfindung verstanden, dass eine über die Mittelpunkte voneinander in axialer Richtung beabstandeter Flügelemente einer Reihe gelegte Verbindungslinie zumindest im Wesentlichen eine Gerade ist, wobei die maximale Abweichung der Verbindungslinie von einer Gerade weniger als 10° , bevorzugt
10 weniger als 5° und weiter bevorzugt weniger als 2° beträgt. Unter Mittelpunkt eines Flügelements wird dabei der Punkt verstanden, der in der Mitte der Länge der Außenumfangsfläche des Flügelements liegt, wobei die Länge die längste Erstreckung bzw. Längserstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements ist, also die längste mögliche Gerade zwischen zwei verschiedenen Punkten auf der
15 Außenumfangsfläche des Flügelements.

Wie dargelegt, sind die Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes zumindest in einem sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitt, in drei Reihen angeordnet. Die anderen axialen Abschnitte der Schneckenwelle können anders ausgestaltet sein, nämlich beispielsweise
20 zweiflüglig, vierflüglig oder abwechselnd zwei- und vierflüglig. Die Schneckenwelle gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch zwei, drei oder mehrere dreiflüglige Abschnitte umfassen, die voneinander jeweils durch ein oder mehrere andere Abschnitte getrennt sind, wobei diese ein oder mehrere andere Abschnitte wiederum zweiflüglig, vierflüglig oder abwechselnd zwei- und vierflüglig ausgestaltet
25 sein können.

Erfindungsgemäß ist mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen von einem der Flügelemente einer der anderen Reihen verschieden und/oder die Reihen der Flügelemente verteilen sich, im Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten

Umfang hinweg ungleichmäßig.

Dies wird gemäß einer ersten besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht, dass mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts kürzer und/oder schmaler ist als
5 wenigstens ein anderes der Flügelemente einer der anderen beiden Reihen. Mithin unterscheiden sich bei dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Dimensionen der Flügelemente verschiedener Reihen untereinander, und zwar im Hinblick auf die Länge und/oder Breite der Flügelemente. Dabei ist die
10 Länge der Außenumfangsfläche eines Flügelements in diesem Zusammenhang, wie vorstehend dargelegt, die längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements. Zudem ist die Breite B der Außenumfangsfläche eines Flügelements in diesem Zusammenhang die längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements, welche sich senkrecht zu der Länge des
15 Flügelements erstreckt. Die einzelnen Flügel können dabei die gleiche oder eine verschiedene Form aufweisen. Beispielsweise können alle Flügelemente eine bikonvexe Außenumfangsfläche aufweisen, wobei die Länge von Flügelementen einer Reihe länger ist als die einer anderen Reihe. Gleichermäßen können sich aber die Flügelemente hinsichtlich ihrer Form unterscheiden, also die Flügelemente
20 einer Reihe eine bikonvexe Außenumfangsfläche aufweisen und die Flügelemente einer anderen Reihe eine parallelogrammförmige Außenumfangsfläche aufweisen, wobei die Breite von Flügelementen einer Reihe größer ist als die einer anderen Reihe.

Gemäß einer zweiten besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden
25 Erfindung unterscheidet sich der Winkelabstand zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes benachbarter Reihen zwischen mindestens zwei der drei Reihen von dem Winkelabstand zwischen mindestens anderen zwei Reihen. Die Flügelemente aller drei Reihen können mithin die gleiche Form sowie die gleichen

Dimensionen aufweisen, sofern sich die Reihen der Flügelemente, im Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen. Alternativ dazu können die Flügelemente aller drei Reihen eine verschiedene Form aufweisen.

- 5 Gemäß einer dritten besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts kürzer und/oder schmaler als wenigstens ein anderes der Flügelemente einer der anderen beiden Reihen und unterscheidet sich der Winkelabstand zwischen den
- 10 Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes benachbarter Reihen zwischen mindestens zwei der drei Reihen von dem Winkelabstand zwischen mindestens anderen zwei Reihen. Auch bei dieser Ausführungsform können die Flügelemente aller drei Reihen die gleiche Form oder eine verschiedene Form aufweisen.
- 15 Wie bei den in Rede stehenden Misch- und Knetmaschinen üblich, weist der Wellenstab der erfindungsgemäßen Schneckenwelle vorzugsweise einen kreisförmigen Querschnitt auf, wobei sich die einzelnen Flügelemente von der Umfangsfläche des Wellenstabes radial nach außen erstrecken.

- Dabei ist die vorliegende Erfindung bezüglich der Art der Herstellung der
- 20 Schneckenwelle nicht beschränkt. Beispielsweise kann die Schneckenwelle durch Fräsen eines Metallzylinders zur Ausbildung der Flügelemente hergestellt werden oder durch Schweißen von Flügelementen auf einen Wellenstab. Praktischerweise wird die Schneckenwelle jedoch hergestellt, indem einzelne Schneckenwellenabschnitte auf einen Basisstab aufgesteckt werden, wobei jeder
- 25 Schneckenwellenabschnitt beispielsweise zwei Reihen aus jeweils 1 bis 4 benachbarten Flügelementen umfasst.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass wenigstens 80%, bevorzugt wenigstens 90%, besonders bevorzugt wenigstens

95%, ganz besonders bevorzugt wenigstens 99% und höchst bevorzugt alle Flügelemente einer jeden Reihe des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts jeweils untereinander gleich sind. Mithin weisen alle Flügelemente der ersten Reihe jeweils dieselbe Form und Dimensionen, wie dieselbe Länge sowie dieselbe Breite, auf. Gleichmaßen weisen alle Flügelemente der zweiten Reihe jeweils dieselbe Form und Dimensionen auf und weisen alle Flügelemente der dritten Reihe jeweils dieselbe Form und Dimensionen auf, wobei sich die Flügel zwischen mindestens zwei der drei Reihen voneinander unterscheiden und/oder sich die Reihen der Flügelemente sich, im Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen.

Vorzugsweise beträgt die Länge des sich in der axialen Richtung erstreckenden Abschnitts der Schneckenwelle, in dem die Flügelemente in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Reihen angeordnet sind, mindestens 0,2 D (d.h. mindestens über eine 20% des Durchmessers entsprechende Strecke), bevorzugt mindestens 5 D (d.h. mindestens über eine dem 5-fachen Durchmesser entsprechende Strecke), besonders bevorzugt mindestens 10 D (d.h. mindestens über eine dem 10-fachen Durchmesser entsprechende Strecke) und ganz besonders bevorzugt mindestens 25 D (d.h. mindestens über eine dem 25-fachen Durchmesser entsprechende Strecke) der Länge der Schneckenwelle.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Flügelemente der einzelnen Reihen so orientiert, dass sich deren Längserstreckung auf der Umfangsfläche des Wellenstabes senkrecht zu der Längsrichtung der Schneckenwelle oder in einem vergleichsweise kleinen Winkel zu der Senkrechten der Längsrichtung der Schneckenwelle geneigt erstreckt. Mithin ist es bevorzugt, dass jedes der Flügelemente des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts eine Längserstreckung aufweist, welche sich in einem Winkel von 45° bis 135°,

bevorzugt von 60° bis 120°, besonders bevorzugt von 70° bis 110° und ganz besonders bevorzugt i) von 75° bis 85° oder ii) von 95° bis 105° oder iii) von mehr als 85° bis weniger als 95°, wie etwa 90°, zu der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckt. Alternativ dazu ist es auch möglich, auch wenn dies
5 gemäß der vorliegenden Erfindung weniger bevorzugt ist, dass wenigstens 50%, alternativ wenigstens 80% und alternativ wenigstens 90% der Flügelemente so orientiert sind.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass jedes der Flügelemente des zumindest einen sich in der axialen Richtung der
10 Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts eine, in Draufsicht, eine Außenumfangsfläche in einer Form aufweist, welche ausgewählt ist aus der Gruppe, welche besteht aus parallelogrammförmig, elliptisch, oval, bikonvex, modifiziert elliptisch, modifiziert oval, modifiziert bikonvex und modifiziert rechteckig. Dabei bedeutet modifiziert elliptisch, modifiziert oval und modifiziert bikonvex
15 elliptisch, oval bzw. bikonvex, wobei die beiden, in Längserstreckung der Flügelemente gesehen, Enden der Außenumfangsfläche in der Form einer Kante, eines sich zu den Enden verjüngenden Trapezes, vorzugsweise gleichschenkligen Trapezes, oder eines sich zu den Enden verjüngenden Dreiecks, vorzugsweise gleichschenkligen Dreiecks, ausgebildet sind. Dabei kann jede der beiden seitlichen
20 Flanken jeweils einen geraden Abschnitt aufweisen oder eine der beiden seitlichen Flanken einen geraden Abschnitt aufweisen oder keine der beiden seitlichen Flanken einen geraden Abschnitt aufweisen. Zudem bedeutet modifiziert rechteckig, dass die Außenumfangsfläche der Flügelemente, in Draufsicht, einen mittleren rechteckigen Abschnitt aufweist, an dessen beiden, in Längserstreckung
25 der Flügelemente gesehen, Enden jeweils ein Endabschnitt jeweils in der Form eines sich zu den Enden verjüngenden Trapezes oder Dreiecks, vorzugsweise gleichschenkligen Trapezes oder Dreiecks, vorgesehen ist. Dabei müssen die Flügelemente verschiedener Reihen nicht die gleiche Form aufweisen, so dass beispielsweise die Flügelemente der ersten Reihe und die Flügelemente der
30 dritten Reihe eine bikonvexe Außenumfangsfläche aufweisen, wohingegen die

Flügelelemente der zweiten Reihe eine parallelogrammförmige Außenumfangsfläche aufweisen.

Alternativ zu der vorgenannten Ausführungsform ist es auch möglich, auch wenn dies gemäß der vorliegenden Erfindung weniger bevorzugt ist, dass wenigstens
5 50%, alternativ wenigstens 80% und alternativ wenigstens 90% der Flügelelemente eine vorstehend dargelegte Außenumfangsflächenform aufweisen oder nur die Flügelelemente einer Reihe oder die Flügelelemente von zwei Reihen eine solche Außenumfangsflächenform aufweisen.

Vorzugsweise weisen alle Flügelelemente einer Reihe jeweils die gleiche Form auf,
10 wobei die Form der Flügelelemente von zwei der drei Reihen gleich ist und sich von der Form der Flügelelemente der dritten Reihe unterscheidet.

Gleichermaßen bevorzugt ist es, dass alle Flügelelemente aller drei Reihe jeweils die gleiche Form aufweisen, sich aber die Flügelelemente zumindest einer Reihe von denen einer anderen Reihe in ihrer Länge und/oder Breite unterscheiden.

15 Gute Ergebnisse werden insbesondere erzielt, wenn jedes der Flügelelemente des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts, in Draufsicht, eine bikonvexe, modifizierte bikonvexe oder parallelogrammförmige Außenumfangsfläche aufweist, wobei sich die Form der Flügelelemente der verschiedenen Reihen voneinander unterscheiden können.
20 Beispielsweise können die Flügelelemente der ersten und dritten Reihe eine parallelogrammförmige Außenumfangsfläche aufweisen, wohingegen die Flügelelemente der zweiten Reihe eine modifizierte bikonvexe Außenumfangsfläche, deren seitliche Flanken jeweils einen geraden Abschnitt aufweisen, aufweisen. Ebenso bevorzugt können die Flügelelemente aller der drei
25 Reihen eine modifizierte bikonvexe Außenumfangsfläche aufweisen, wobei jeweils ein der beiden seitlichen Flanken oder beide der beiden seitlichen Flanken einen geraden Abschnitt aufweisen, wobei die Flügelelemente der ersten und dritten Reihe breiter sind als die Flügelelemente der zweiten Reihe.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass das Verhältnis von Länge zu Breite eines jeden der Flügelemente aller drei Reihen 1 bis 30, bevorzugt 2 bis 20, besonders bevorzugt 5 bis 15 und ganz besonders bevorzugt 6 bis 9 oder 10 bis 12 beträgt, wobei die Länge L die längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements ist und die Breite B die längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements ist, welche sich senkrecht zu der Länge L des Flügelements erstreckt. Die Verhältnisse von Länge zu Breite der Flügelemente verschiedener Reihen können sich dabei voneinander unterscheiden.

10 Beispielsweise kann das Verhältnis von Länge L zu Breite B eines jeden der Flügelemente von zwei der drei Reihen jeweils gleich sein und sich von dem Verhältnis von Länge L zu Breite B der Flügelemente der dritten Reihe unterscheiden.

15 Ferner ist es bevorzugt, dass die Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts untereinander gleich sind und die Flügelemente der dritten Reihe die gleiche Form wie die Flügelemente der anderen Reihen aufweisen, aber um 1 bis 25%, bevorzugt 2 bis 20%, besonders bevorzugt 5 bis 15% länger oder kürzer sind als die Flügelemente der anderen Reihe.

20 Alternativ zu der vorgenannten Ausführungsform ist es bevorzugt, dass die Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts untereinander gleich sind und die Flügelemente der dritten Reihe eine andere Form wie die Flügelemente der anderen Reihe aufweisen, wobei die Flügelemente der anderen Reihe um 1 bis 25%, bevorzugt 2 bis 20%, besonders bevorzugt 5 bis 15% länger oder kürzer sind als die Flügelemente der anderen beiden Reihen.

Insbesondere können die Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts

untereinander gleich sein und die Flügelemente der dritten Reihe die gleiche Form wie die Flügelemente der anderen Reihen aufweisen, aber um 1 bis 25%, bevorzugt 2 bis 20%, besonders bevorzugt 5 bis 15% breiter oder schmaler sein als die Flügelemente der anderen Reihen.

- 5 Ebenso gut ist es möglich, dass die Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts untereinander gleich sind und die Flügelemente der dritten Reihe eine andere Form wie die Flügelemente der anderen Reihe aufweisen, wobei die Flügelemente der anderen Reihe um 1 bis 25%, bevorzugt 2 bis 20%, besonders
10 bevorzugt 5 bis 15% breiter oder schmaler sind als die Flügelemente der anderen beiden Reihen.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, dass die Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts
15 untereinander gleich oder verschieden sind und sich der Winkelabstand zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente der zwei Reihen auf der Umfangsfläche des Wellenstabes von den Winkelabständen zwischen dem Mittelpunkt M der Außenumfangsflächen der anderen Reihe und jedem der Mittelpunkte M der Außenumfangsflächen der zwei Reihen auf der
20 Umfangsfläche des Wellenstabes unterscheidet. Dabei können die Längen und/oder die Breiten und/oder die Verhältnisse von Länge zu Breite der Flügelemente der drei Reihen untereinander gleich oder verschieden sein. Dabei können die Flügelemente der dritten Reihe die gleiche oder eine andere Form als die Flügelemente der anderen Reihen aufweisen.

- 25 Bei der vorstehenden Ausführungsform ist es insbesondere bevorzugt, dass der Winkelabstand zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts auf der Umfangsfläche des

Wellenstabes 124° bis 146° , bevorzugt 130° bis 140° , besonders bevorzugt 132° bis 138° , insbesondere bevorzugt 133° bis 137° , ganz besonders bevorzugt 134° bis 136° und höchst bevorzugt etwa 135° beträgt und die Winkelabstände zwischen dem Mittelpunkt M der Außenumfangsfläche der anderen Reihe und jedem der
5 Mittelpunkte M der Außenumfangsflächen der zwei Reihen auf der Umfangsfläche des Wellenstabes 102° bis 123° , bevorzugt 107° bis 118° , besonders bevorzugt 110° bis 115° , insbesondere bevorzugt 111° bis 114° , ganz besonders bevorzugt 112° bis 113° und höchst bevorzugt etwa $112,5^{\circ}$ betragen.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass die axialen
10 Abstände jeweils zweier benachbarter Flügelemente jeder der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts jeweils gleich sind.

Vorzugsweise erstreckt sich jedes der Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden
15 Abschnitts – im Querschnitt des Wellenstabes gesehenen – über den gleichen Winkelabstand der Umfangsfläche des Wellenstabes und erstreckt sich jedes der Flügelemente der anderen Reihe über einen kürzeren oder längeren Winkelabschnitt, wobei der Unterschied zwischen den Winkelabständen bevorzugt 1 bis 20% und besonders bevorzugt 5 bis 15% beträgt.

Gute Ergebnisse werden insbesondere erhalten, wenn sich jedes der Flügelemente von zwei der drei Reihen des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Abschnitts – im Querschnitt des Wellenstabes gesehenen – über einen Winkelabstand von 20° bis 175° , bevorzugt von 45° bis 175° und besonders bevorzugt von 60° bis 175° der Umfangsfläche des
25 Wellenstabes erstreckt und sich jedes der Flügelemente von der anderen der drei Reihen über einen Winkelabstand von 20° bis 120° und bevorzugt von 20° bis 90° erstreckt. Während kürzere Flügelemente eine bessere Mischwirkung erreichen als längere, führen längere Flügelemente, insbesondere solche, welche sich in

der Umfangsrichtung des Wellenstabes nahezu überlappen oder überlappen, zu einer hohen Fördermenge pro Schneckenwellendurchmesser und Zeiteinheit.

Grundsätzlich ist die vorliegende Erfindung bezüglich der Ausbildung der Flanken der Flügelemente des zumindest einen zweiflügligen Abschnitts der Schneckenwelle nicht beschränkt. Die seitlichen Flanken der Flügelemente können sich daher von der Umfangsrichtung des Wellenstabes zu der Außenumfangsfläche der Flügelemente senkrecht nach oben erstrecken. Allerdings ist es bevorzugt, dass die sich seitlichen Flanken der Flügelemente von der Umfangsrichtung des Wellenstabes zu der Außenumfangsfläche der Flügelemente nicht senkrecht nach oben erstrecken, sondern gewinkelt. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es daher vorgesehen, dass sich die seitlichen Flanken jedes der Flügelemente des zumindest einen dreiflügligen Abschnitts der Schneckenwelle in einem Winkel von 1° bis 60° , bevorzugt von 2° bis 40° , besonders bevorzugt von 3° bis 20° und ganz besonders bevorzugt von 4° bis 10° bezogen auf die Querschnittsebene des Wellenstabes nach oben zu der Außenumfangsfläche der Flügelemente erstrecken. Alternativ dazu können, auch wenn dies weniger bevorzugt ist, nicht alle, sondern mindestens 50%, bevorzugt mindestens 80% und weiter bevorzugt mindestens 90% aller Flügelemente Flanken aufweisen, die sich in dem vorgenannten Winkel von der Umfangsfläche des Wellenstabes nach außen erstrecken.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Abschnitt für eine Schneckenwelle, mit einem Wellenstab mit einem kreisförmigen Querschnitt, wobei auf der Umfangsfläche des Wellenstabes voneinander beabstandete, sich von der Umfangsfläche des Wellenstabes nach außen erstreckende Flügelemente angeordnet sind, wobei die Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle erstreckenden Reihen angeordnet sind, wobei mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen von einem der Flügelemente einer der anderen

Reihen verschieden ist und/oder sich die Reihen der Flügelemente, im Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen, und wobei jede Reihe vorzugsweise ein, zwei, drei oder vier axial voneinander beabstandete Flügelemente umfasst.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Gehäuse einer Misch- und Knetmaschine für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, wobei in dem Gehäuse ein hohler Innenraum ausgebildet ist, in dem sich zumindest abschnittsweise in axialer Richtung eine zuvor beschriebene Schneckenwelle oder ein oder mehrere beschriebene Abschnitte für eine Schneckenwelle erstrecken, und wobei an der Innenumfangsfläche des Gehäuses sich in das Gehäuse zumindest abschnittsweise hinein erstreckende Aufnahmen für Knetelemente angeordnet sind, wobei die Aufnahmen an der Innenumfangsfläche des Gehäuses in zumindest drei sich in der axialen Richtung über zumindest einen Abschnitt der Innenumfangsfläche des Gehäuses erstreckenden Reihen angeordnet sind.

Vorzugsweise sind die Aufnahmen an der Innenumfangsfläche des Gehäuses in zwei, drei, vier oder sechs, bevorzugt in drei, vier oder sechs, besonders bevorzugt in vier oder sechs und höchst bevorzugt in sechs sich in der axialen Richtung über zumindest einen Abschnitt der Innenumfangsfläche des Gehäuses erstreckenden Reihen angeordnet.

Zudem ist es bevorzugt, dass die Reihen der Aufnahmen für Knetelemente, im Querschnitt des Gehäuses gesehen, über die Innenumfangsfläche des Gehäuses hinweg ungleichmäßig verteilt sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, dass die Innenumfangsfläche des Gehäuses im Querschnitt kreisförmig ist und zumindest einer der im Querschnitt des Gehäuses gesehenen Winkelabstände zwischen jeweils zwei Aufnahmen benachbarter Reihen an der Innenumfangsfläche des Gehäuses gegenüber dem Wert von $360^\circ/n$ um zumindest

1°, bevorzugt um zumindest 2,5°, besonders bevorzugt um zumindest 5° und ganz besonders bevorzugt um zumindest 10° abweicht und bevorzugt alle Winkelabstände zwischen jeweils zwei Aufnahmen benachbarter Reihen gegenüber dem Wert von $360^\circ/n$ um zumindest 1°, bevorzugt um zumindest 2,5°,
5 besonders bevorzugt um zumindest 5° und ganz besonders bevorzugt um zumindest 10° abweichen, wobei n die Anzahl der Reihen der Aufnahmen ist.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird es vorgeschlagen, dass drei der Reihen von Aufnahmen für Knetelemente mit Knetelementen bestückt sind.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Misch- und
10 Knetmaschine für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, welche ein zuvor beschriebenes Gehäuse umfasst. Bei dem kontinuierlichen Aufbereitungsprozess kann es sich um die Herstellung von Polymergranulat (z. B. von Weich-PVC, Hart-PVC, PVC-Mischungen, chloriertem PVC oder Wood-Plastic Composites (WPC)), von Polymerstrangpressprofilen oder von Polymerformteilen, um die Aufbereitung
15 von Kabelmassen, um die Herstellung von Beschichtungen (wie Pulverlacken, Toner, Duoplasten etc.), um die Kalandersbeschickung (wie PVC, PP, PET, TPE), um die Herstellung viskoser Nahrungsmittel (wie Kaugummimassen), um die Herstellung von Anodenmassen und andere Anwendungen handeln.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung näher
20 beschrieben, in der:

Fig. 1a einen schematischen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Misch- und Knetmaschine zeigt;

Fig. 1b eine perspektivische Ansicht des Gehäuses der in der Fig. 1a gezeigten Misch- und Knetmaschine zeigt;

25 Fig. 2a eine perspektivische Ansicht eines axialen Abschnitts einer Schneckenwelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

- Fig. 2b eine Draufsicht des in der Fig. 2a gezeigten axialen Abschnitts der Schneckenwelle zeigt;
- Fig. 2c eine seitliche Draufsicht auf den in der Fig. 2a gezeigten axialen Abschnitt der Schneckenwelle zeigt;
- 5 Fig. 3a eine perspektivische Ansicht eines axialen Abschnitts einer Schneckenwelle gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;
- Fig. 3b eine Draufsicht des in der Fig. 3a gezeigten axialen Abschnitts der Schneckenwelle zeigt;
- 10 Fig. 4a eine perspektivische Ansicht eines axialen Abschnitts einer Schneckenwelle gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;
- Fig. 4b eine Draufsicht des in der Fig. 4a gezeigten axialen Abschnitts der Schneckenwelle zeigt;
- 15 Fig. 5 die Abwicklung der Mantelfläche des Wellenstabes eines axialen Abschnitts der Schneckenwelle mit darauf angeordneten Flügelementen und in die Spalte zwischen den Flügelementen hineinragenden Knetelementen gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;
- 20 Fig. 6 die Abwicklung der Mantelfläche des Wellenstabes eines axialen Abschnitts einer Schneckenwelle mit darauf angeordneten Flügelementen und in die Spalte zwischen den Flügelementen hineinragenden Knetelementen gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt und
- 25 Die in den Figuren 1a und 1b gezeigte und im Ganzen mit 100 bezeichnete Misch- und Knetmaschine umfasst ein Gehäuse 10 und eine in dem Gehäuse 10

angeordnete Schneckenwelle 12. Das Gehäuse 10 umfasst zwei Gehäusehälften 14, 14', die innen mit einer sogenannten Gehäuseschale 16 ausgekleidet sind. Dabei wird die Gehäuseschale 16 in der vorliegenden Patentanmeldung als Bestandteil des Gehäuses 10 betrachtet. Die Innenumfangsfläche des Gehäuses 10 begrenzt, wenn die beiden Gehäusehälften 14, 14' geschlossen sind, einen

5 zylindrischen hohlen Innenraum 18, also einen Innenraum 18 mit kreisförmigem Querschnitt. Die Schneckenwelle 12 umfasst einen Wellenstab 20, auf dessen Umfangsfläche Flügelemente 22 angeordnet sind, welche sich auf der Umfangsfläche des Wellenstabes 20 radial nach außen erstrecken, wobei die

10 einzelnen Flügelemente 22 voneinander beabstandet sind. In den beiden Gehäusehälften 14, 14' sind Aufnahmen 28 für Knetelemente 24, also für Knetbolzen, Knetzähne und dergleichen, vorgesehen. Dabei ist jede der Aufnahmen 28 eine Bohrung 28, welche sich von der Innenumfangsfläche der Gehäuseschale 16 durch die Gehäusewand hindurch erstreckt. Das untere, radial

15 innen liegende Ende jeder Aufnahme 28 kann beispielsweise im Querschnitt vierkantig ausgestaltet sein. Jeder Knetbolzen 24 kann dann beispielsweise an seinem unteren Ende ein passgenau in das vierkantig ausgestaltete radial innere Ende der Aufnahmen 28 passendes Ende aufweisen und ist dadurch im eingesetzten Zustand verdrehsicher in der Aufnahme 28 fixiert. Der Knetbolzen 24

20 ist an seinem in der Aufnahme 28 liegenden Ende mit einem in dem darüberliegenden Ende der Aufnahme 28 eingesetzten Fixierelement (nicht dargestellt) durch Verschrauben verbunden. Alternativ kann der Knetbolzen 24 auch ein Innengewinde für eine Schraube aufweisen und anstelle über das Fixierelement und der Mutter mit einer Schraube fixiert sein.

25 Wie insbesondere aus der Figur 1b hervorgeht, erstrecken sich die voneinander jeweils gleich beabstandeten Aufnahmen 28 für die Knetbolzen 24 in jeder der beiden Gehäusehälften 14, 14', in der axialen Richtung gesehen, in Form von drei Reihen 29, 29', 29''. Somit beträgt die Gesamtzahl der Reihen von Aufnahmen 29, 29', 29'' des Gehäuses sechs. Unter Reihe wird im Sinne der vorliegenden

30 Erfindung verstanden, dass eine über die voneinander in axialer Richtung

beabstandeten Aufnahmen 28 einer Reihe 29, 29', 29'' gelegte Verbindungslinie eine Gerade ist. Wie in den Figuren 1a und 1b gezeigt, ist die Misch- und Knetmaschine 100 in axialer Richtung in mehrere Verfahrensabschnitte 34, 34', 34'' unterteilt, wobei jeder Verfahrensabschnitt 34, 34', 34'' hinsichtlich der Anzahl an Knetbolzen 24 sowie der Anzahl und der Ausdehnung der Flügelemente 22 auf dem Wellenstab 20 an die Funktion der einzelnen Verfahrensabschnitte 34, 34', 34'' angepasst ist. Wie in der Figur 1b dargestellt, sind in dem linken Abschnitt 34 und in dem rechten Abschnitt 34'' der oberen Gehäusehälfte 14 von den drei Reihen 29, 29', 29'' von Aufnahmen 28 für Knetbolzen 24 zwei Reihen, nämlich die obere Reihe 29 und die untere Reihe 29'', mit Knetbolzen 24 bestückt, wohingegen die mittlere Reihe 29' nicht mit Knetbolzen 24 bestückt ist. Im Unterschied dazu ist in dem mittleren Abschnitt 34' der oberen Gehäusehälfte 14 von den drei Reihen 29, 29', 29'' von Aufnahmen 28 für Knetbolzen 24 eine Reihe, nämlich die mittlere Reihe 29', mit Knetbolzen 24 bestückt, wohingegen die obere Reihe 29 und die untere Reihe 29'' nicht mit Knetbolzen 24 bestückt ist. In dem mittleren Abschnitt 34' der unteren Gehäusehälfte 14' sind zwei Reihen, nämlich die obere und untere Reihe, mit Knetbolzen bestückt, so dass der mittlere Abschnitt 34' des Gehäuses insgesamt drei Reihen von sich gegenüberliegenden Knetbolzen 24 aufweist. Das zu mischende Ausgangsmaterial wird der Misch- und Knetmaschine 100 über den Fülltrichter 36 zugeführt, dann durch die Verfahrensabschnitte 34, 34', 34'' geführt und schließlich über die Austrittsöffnung 38 abgeführt. Anstelle der dargestellten Verfahrensabschnitte 34, 34', 34'' kann die erfindungsgemäße Misch- und Knetmaschine 100 auch mehr Verfahrensabschnitte, wie insbesondere auch vier Verfahrensabschnitte, oder weniger Verfahrensabschnitte, wie zwei oder einen Verfahrensabschnitt, aufweisen.

Erfindungsgemäß ist die Schneckenwelle 12 für eine Misch- und Knetmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung so ausgestaltet, dass die Flügelemente 22 auf der Umfangsfläche des Wellenstabes 20, zumindest in einem sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle 12 erstreckenden Abschnitt, wie dem in der Figur 1b gezeigten mittleren Verfahrensabschnitt 34', in drei sich in der axialen Richtung der

Schneckenwelle 12 erstreckenden Reihen angeordnet sind, also die Schneckenwelle 12 abschnittsweise dreiflüglig ausgestaltet ist, und mindestens eines der Flügelemente einer der Reihen von einem der Flügelemente einer der anderen Reihen verschieden ist und/oder sich die Reihen der Flügelemente, im Querschnitt des Wellenstabes gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen.

In den Figuren 2a, 2b und 2c ist ein solcher dreiflügliger Abschnitt einer Schneckenwelle 12 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Auf dem im zylindrischen Wellenstab 20 der Schneckenwelle 12 sind Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v angeordnet, welche sich von der Umfangsfläche des Wellenstabes 20 radial nach außen erstrecken. Dabei sind die einzelnen Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v so ausgestaltet, dass sie, in Draufsicht, modifizierte bikonvexe Außenumfangsflächen aufweisen, in denen die beiden, in Längserstreckung der Flügelemente gesehen, Enden der Außenumfangsflächen in der Form einer Kante ausgebildet sind und jeweils eine Flanke der beiden gegenüberliegenden Endabschnitte einen geraden Abschnitt 39, 39' aufweisen. Die Längserstreckungen L der Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v erstrecken sich nahezu senkrecht zu der Längsrichtung der Schneckenwelle 12. Unter Längserstreckung L wird dabei die längste mögliche Gerade zwischen zwei verschiedenen Punkten auf der Außenumfangsfläche eines Flügelements 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v, also im vorliegenden Fall die Länge L, verstanden. Alle Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v weisen dieselbe Form sowie dieselben Dimensionen auf. Das Verhältnis der Länge L zu der Breite B der einzelnen Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v beträgt etwa 8,5, wobei die Breite B die längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v ist, welche sich senkrecht zu der Länge L des Flügelements 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v erstreckt.

Dabei sind sowohl die axial voneinander beabstandeten Flügelemente 22, 22' in einer sich axial erstreckenden Reihe 40 als auch die axial voneinander

beabstandeten Flügelemente $22''$, $22'''$ sowie 22^{iv} , 22^v in jeweils einer sich axial erstreckenden Reihe angeordnet. Eine sich axial erstreckende Reihe 40 von Flügelementen 22, $22'$, $22''$, $22'''$, 22^{iv} , 22^v liegt gemäß der vorliegenden Erfindung vor, wenn – wie in der in den Figuren 2a, 2b und 2c gezeigten Ausführungsform –

5 eine über die Mittelpunkte M der Außenumfangsfläche von voneinander in axialer Richtung beabstandeter Flügelemente 22, $22'$ gelegte Verbindungslinie eine Gerade ist. Der Mittelpunkt M eines Flügelements 22, $22'$ ist dabei der Punkt, der in der Mitte der Länge L des Flügelements 22, $22'$ liegt. Das Verhältnis des axialen Abstandes A der benachbarten Flügelemente 22, $22'$ der Reihe 40 beträgt jeweils

10 etwa 5,5. Dabei ist die Breite B des Flügelements wie vorstehend definiert und ist der axiale Abstand A zweier axial benachbarter Flügelemente 22, $22'$ der Abstand zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der axial benachbarten Flügelemente 22, $22'$. Eines der drei – im Querschnitt des Wellenstabes 20 gesehen – in der Umfangsrichtung des Wellenstabes 20 benachbarten

15 Flügelemente 22 ist axial geringfügig zu den beiden anderen Flügelemente $22'''$, 22^{iv} versetzt. Alle der Flügelemente 22, $22'$, $22''$, $22'''$, 22^{iv} , 22^v erstrecken sich jeweils über den gleichen Winkelabschnitt von 115° über die (Außen)umfangsfläche bzw. Mantelfläche des Wellenstabes 20.

Allerdings verteilen sich die Reihen 40 der Flügelemente 22, $22'$, $22''$, $22'''$, 22^{iv} , 22^v , im Querschnitt des Wellenstabes 20 gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes 20 definierten Umfang hinweg ungleichmäßig. Der Winkelabstand α der Mittelpunkte M zwischen den Flügelementen $22'''$, 22^{iv} auf der Umfangsfläche des Wellenstabes 20 beträgt 135° , wohingegen die Winkelabstände β der Mittelpunkte M zwischen den

20 Flügelementen 22, $22'''$ und 22, 22^{iv} auf der Umfangsfläche des Wellenstabes 20 jeweils $112,5^\circ$ betragen.

In den Figuren 3a und 3b ist ein dreiflügliger Abschnitt einer Schneckenwelle 12 gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22, $22'$ sind wie in der

Ausführungsform der Figuren 2a, 2b und 2c modifiziert bikonvex ausgestaltet, wohingegen die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v der anderen beiden Reihen eine andere, ebenfalls modifizierte bikonvexe Form aufweisen, wobei die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v jedoch breiter sind als die der Flügelemente 22, 22' und bei den Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v die beiden gleichen Enden der seitlichen Flanken einen geraden 39, 39' Abschnitt aufweisen.

In den Figuren 4a und 4b ist ein dreiflügliger Abschnitt einer Schneckenwelle 12 gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22, 22' sind wie in der Ausführungsform der Figuren 2a, 2b und 2c modifiziert bikonvex ausgestaltet, wohingegen die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v der anderen beiden Reihen eine andere, ebenfalls modifizierte bikonvexe Form aufweisen, wobei die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v jedoch breiter sind als die der Flügelemente 22, 22', die Endabschnitte der Außenumfangsflächen der Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v in der Form jeweils eines sich zu den Enden verjüngenden Trapezes ausgestaltet sind und bei den Flügelemente 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v die beiden gegenüberliegenden Enden der seitlichen Flanken einen geraden Abschnitt 39, 39' aufweisen.

In der Figur 5 ist die Abwicklung der Mantelfläche eines Wellenstabes 20 eines axialen Abschnitts einer Schneckenwelle 12 mit darauf angeordneten Flügelementen 22, 22', 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v und in die Spalte zwischen den Flügelementen 22, 22', 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v hineinragenden Knetelementen 24 gemäß einem Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung dargestellt. Bei dem Betrieb der Misch- und Knetmaschine rotiert die Schneckenwelle 12 und bewegt sich zeitgleich pro Umdrehung einmal axial translatorisch vor und zurück. Dabei bewegen sich die Knetelemente 24 entlang der seitlichen Flanken der Flügelemente 22, 22', 22^{''}, 22^{'''}, 22^{iv}, 22^v hin und her und bewegen sich auch in dem Spalt zwischen auf der Umfangsrichtung des Wellenstabes 20 benachbarten

Flügelementen 22, 22' bzw. 22'', 22'v hin und her. Die Außenumfangsflächen der Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v sind jeweils parallelogrammförmig ausgebildet, wobei jedoch die vier Flügelemente 22, 22', 22^{iv}, 22^v länger und breiter sind als die zwei Flügelemente 22'', 22'''.

- 5 In der Figur 6 ist eine zu der in der Figur 5 alternative Ausführungsformen dargestellt. Bei der in der Figur 6 gezeigten Ausführungsform sind die Flügelemente 22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v ebenfalls parallelogrammförmig ausgebildet, wobei jedoch die vier Flügelemente 22, 22', 22^{iv}, 22^v kürzer und breiter sind als die zwei Flügelemente 22'', 22'''.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|---|---|
| 5 | 10 | Gehäuse |
| | 12 | Schneckenwelle |
| | 14, 14' | Gehäusehälfte |
| | 16 | Gehäuseschale |
| | 18 | Hohler Innenraum |
| 10 | 20 | Wellenstab |
| | 22, 22', 22'', 22''', 22 ^{iv} , 22 ^v | Flügelelement |
| | 24 | Knetelement/Knetbolzen |
| | 28 | Aufnahme/Bohrung für Knetelement |
| | 29, 29', 29'' | (Axial erstreckende) Reihe von Aufnahme für Knetelemente |
| 15 | 34, 34', 34'' | Verfahrensabschnitt |
| | 36 | Fülltrichter |
| | 38 | Austrittsöffnung |
| | 39, 39' | Gerader Abschnitt eines modifiziert bikonvex ausgestalteten |
| | | Flügelements |
| 20 | 40 | (Axial erstreckende) Reihe von Flügelementen |
| | 42 | Seitliche Flanke eines Flügelements |
| | 100 | Misch- und Knetmaschine |
| 25 | α | Winkelabstand zwischen den Mittelpunkten zweier Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes |
| | β | Winkelabstand zwischen den Mittelpunkten zweier Flügelemente auf der Umfangsfläche des Wellenstabes |
| | A | Axialer Abstand A zweier benachbarter Flügelemente einer Reihe |
| 30 | | |

| | | |
|---|---|--|
| | B | Breite (längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements, welche sich senkrecht zu der Länge des Flügelements erstreckt) |
| | L | Länge (längste gerade Erstreckung der Außenumfangsfläche des Flügelements) |
| 5 | M | Mittelpunkt der Außenumfangsfläche eines Flügelements |

Patentansprüche

- 5 1. Schneckenwelle (12) für eine Misch- und Knetmaschine (100) insbesondere für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse mit einem Wellenstab (20), auf dessen Umfangsfläche voneinander beabstandete, sich von der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) nach außen erstreckende Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) angeordnet sind, wobei die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20), zumindest in einem sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitt, in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Reihen (40) angeordnet sind, wobei mindestens eines der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer der Reihen (40) von einem der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer der anderen Reihen (40) verschieden ist und/oder sich die Reihen (40) der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v), im Querschnitt des Wellenstabes (20) gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes (20) definierten Umfang hinweg ungleichmäßig verteilen.
- 10 2. Schneckenwelle (12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer der Reihen (40) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts i) kürzer und/oder schmaler ist als wenigstens ein anderes der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer der anderen beiden Reihen (40) und/oder ii) sich der Winkelabstand zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20)
- 15 20 25

benachbarter Reihen (40) zwischen mindestens zwei der drei Reihen (40) von dem zwischen mindestens anderen zwei Reihen (40) unterscheidet.

3. Schneckenwelle (12) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens 80%, bevorzugt wenigstens 90%, besonders bevorzugt wenigstens 95%, ganz besonders bevorzugt wenigstens 99% und höchst bevorzugt alle Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer jeden Reihe (40) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts jeweils untereinander gleich sind.
5
4. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des sich in der axialen Richtung erstreckenden Abschnitts der Schneckenwelle (12), in dem die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Reihen (40) angeordnet sind, mindestens 0,2 D, bevorzugt mindestens 5 D, besonders bevorzugt mindestens 10 D und ganz besonders bevorzugt mindestens 25 D der Länge der Schneckenwelle (12) beträgt.
10
15
5. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts eine Längserstreckung aufweist, welche sich in einem Winkel von 45° bis 135°, bevorzugt von 60° bis 120°, besonders bevorzugt von 70° bis 110° und ganz besonders bevorzugt von 75° bis 85° oder von 95° bis 105° oder von mehr als 85° bis weniger als 95° zu der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckt.
20
6. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens 50%, bevorzugt
25

- 5 wenigstens 80% und besonders bevorzugt wenigstens 90% der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts, in Draufsicht, eine Außenumfangsfläche in einer Form aufweisen, welche ausgewählt ist aus der Gruppe, welche besteht aus parallelogrammförmig, elliptisch, oval, bikonvex, modifiziert elliptisch, modifiziert oval, modifiziert bikonvex und modifiziert rechteckig.
- 10 7. Schneckenwelle (12) nach Anspruche 6, dadurch gekennzeichnet, dass alle Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer Reihe (40) jeweils die gleiche Form aufweisen, wobei die Form der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von zwei der drei Reihen (40) gleich ist und sich von der Form der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der dritten Reihe (40) unterscheidet.
- 15 8. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von zwei der drei Reihen (40) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts untereinander gleich sind und die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der dritten Reihe (40) die gleiche oder eine andere Form wie die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der anderen Reihen (40) aufweisen, wobei die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der dritten Reihe (40) um 1 bis 25%, bevorzugt 2 bis 20%, besonders bevorzugt 5 bis 15% länger, kürzer, schmaler oder breiter sind als die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der anderen beiden Reihen (40).
- 20 9. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von zwei der drei Reihen (40) des zumindest einen sich in der

- axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts untereinander gleich sind und sich der Winkelabstand α zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der zwei Reihen (40) auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) von den Winkelabständen β zwischen dem Mittelpunkt M der Außenumfangsflächen der anderen Reihe und jedem der Mittelpunkte M der Außenumfangsflächen der zwei Reihen (40) auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) unterscheidet.
- 5
10. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelabstand α zwischen den Mittelpunkten M der Außenumfangsflächen der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von zwei der drei Reihen (40) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) 124° bis 146°, bevorzugt 130° bis 140°, besonders bevorzugt 132° bis 138°, insbesondere bevorzugt 133° bis 137°, ganz besonders bevorzugt 134° bis 136° und höchst bevorzugt etwa 135° beträgt und die Winkelabstände β zwischen dem Mittelpunkte M der Außenumfangsfläche der anderen Reihe und jedem der Mittelpunkte M der Außenumfangsflächen der zwei Reihen (40) auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) 102° bis 123°, bevorzugt 107° bis 118°, besonders bevorzugt 110° bis 115°, insbesondere bevorzugt 111° bis 114°, ganz besonders bevorzugt 112° bis 113° und höchst bevorzugt etwa 112,5° betragen.
- 10
- 15
- 20
11. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich jedes der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von zwei der drei Reihen (40) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts – im Querschnitt des Wellenstabes (20) gesehenen – über den
- 25

gleichen Winkelabstand der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) erstreckt und sich jedes der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) der anderen Reihe (40) über einen kürzeren oder längeren Winkelabschnitt erstreckt, wobei der Unterschied zwischen den Winkelabständen bevorzugt 1 bis 20% und besonders bevorzugt 5 bis 15% beträgt.

5

12. Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich jedes der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von zwei der drei Reihen (40) des zumindest einen sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Abschnitts – im Querschnitt des Wellenstabes (20) gesehenen – über einen Winkelabstand von 20° bis 175°, bevorzugt von 45° bis 175° und besonders bevorzugt von 60° bis 175° der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) erstreckt und sich jedes der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) von der anderen der drei Reihen (40) über einen Winkelabstand von 20° bis 120° und bevorzugt von 20° bis 90° erstreckt.

10

15

13. Abschnitt für eine Schneckenwelle (12), mit einem Wellenstab (20) mit einem kreisförmigen Querschnitt, wobei auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) voneinander beabstandete, sich von der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) nach außen erstreckende Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) angeordnet sind, wobei die Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) auf der Umfangsfläche des Wellenstabes (20) in drei sich in der axialen Richtung der Schneckenwelle (12) erstreckenden Reihen (40) angeordnet sind, wobei mindestens eines der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer der Reihen (40) von einem der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) einer der anderen Reihen (40) verschieden ist und/oder sich die Reihen der Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v), im Querschnitt des Wellenstabes (20) gesehen, über den durch die Außenumfangsfläche des Wellenstabes (20) definierten Umfang hinweg

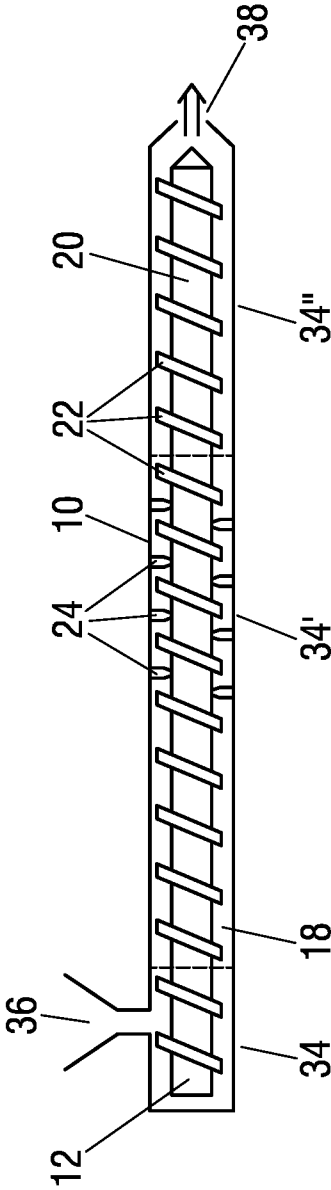
20

25

ungleichmäßig verteilen, und wobei jede Reihe (40) vorzugsweise ein, zwei, drei oder vier axial voneinander beabstandete Flügelemente (22, 22', 22'', 22''', 22^{iv}, 22^v) umfasst.

- 5 14. Gehäuse (10) einer Misch- und Knetmaschine (100) für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, wobei in dem Gehäuse (10) ein hohler Innenraum (18) ausgebildet ist, in dem sich zumindest abschnittsweise in axialer Richtung eine Schneckenwelle (12) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 22 oder ein oder mehrere Abschnitte für eine Schneckenwelle (12) nach Anspruch 23 erstrecken, und wobei an der Innenumfangsfläche des
- 10 Gehäuses (10) sich in das Gehäuse (10) zumindest abschnittsweise hinein erstreckende Aufnahmen (28) für Knetelemente (24) angeordnet sind, wobei die Aufnahmen (28) an der Innenumfangsfläche des Gehäuses (10) in zumindest drei sich in der axialen Richtung über zumindest einen Abschnitt der Innenumfangsfläche des Gehäuses (10) erstreckenden Reihen (29, 29', 29'') angeordnet sind.
- 15 15. Misch- und Knetmaschine (100) für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, wie zur Herstellung von Polymergranulat, Polymerstrangpressprofilen oder Polymerformteilen, welche ein Gehäuse nach Anspruch 14 umfasst.

Fig.1a



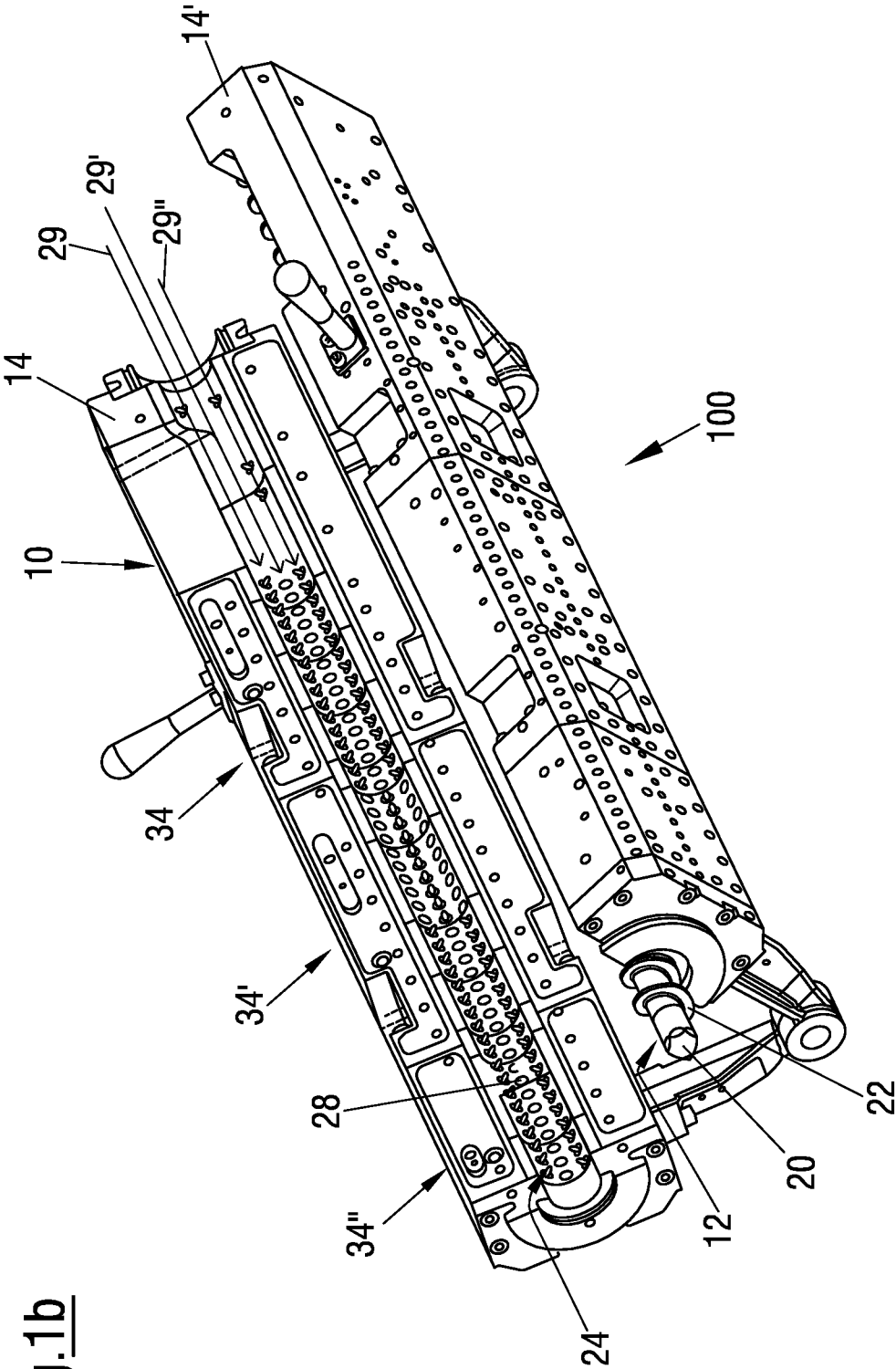


Fig.1b

Fig.2a

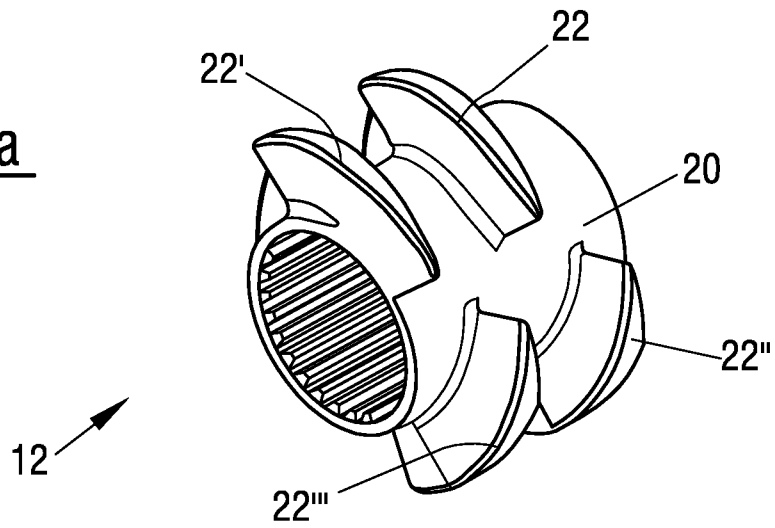


Fig.2b

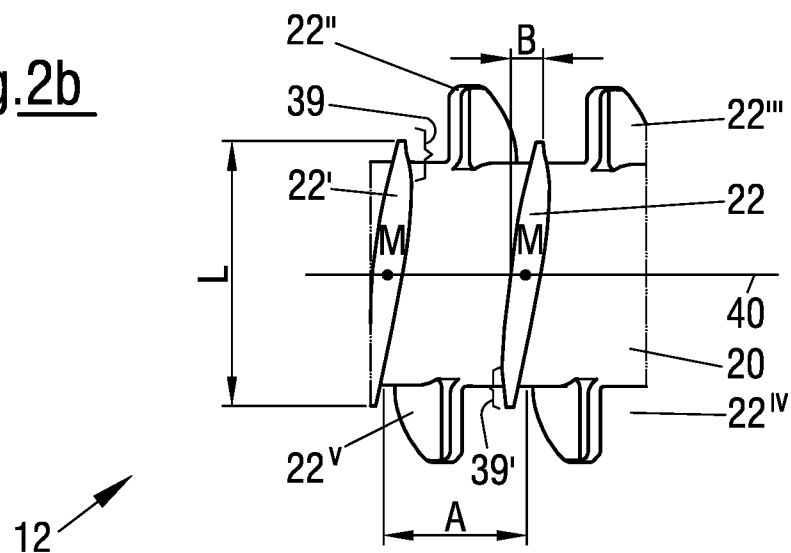


Fig.2c

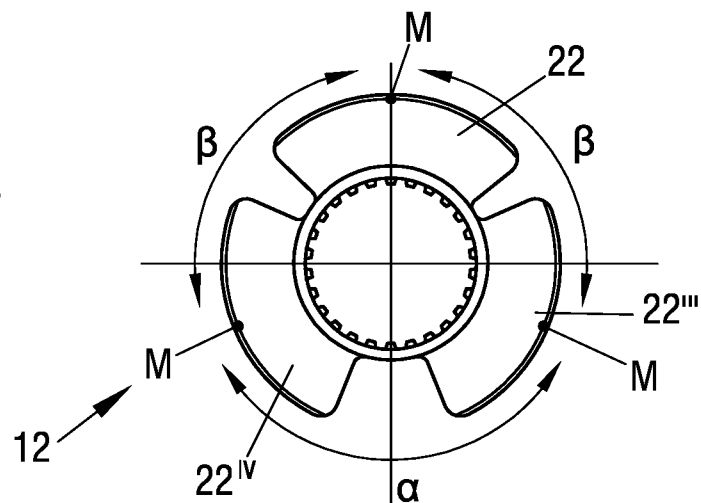


Fig.3a

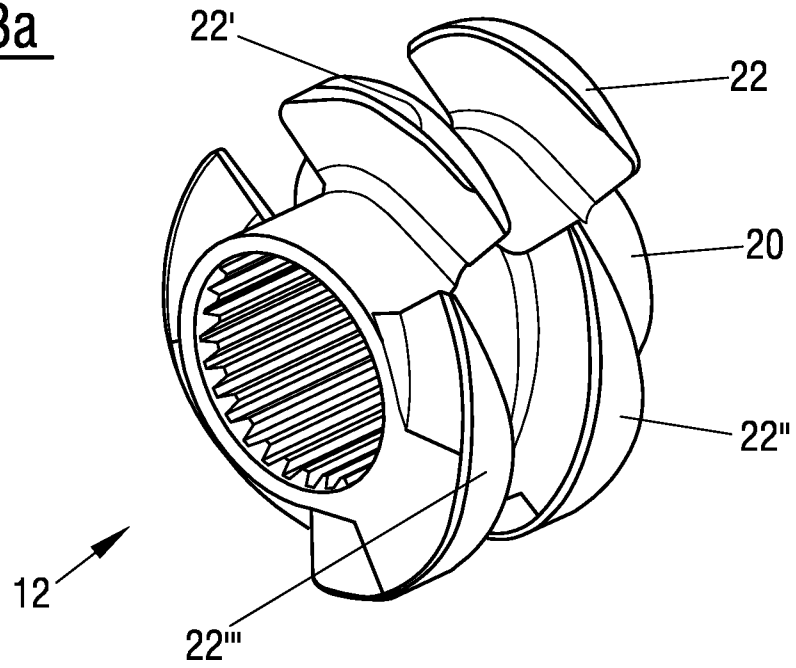


Fig.3b

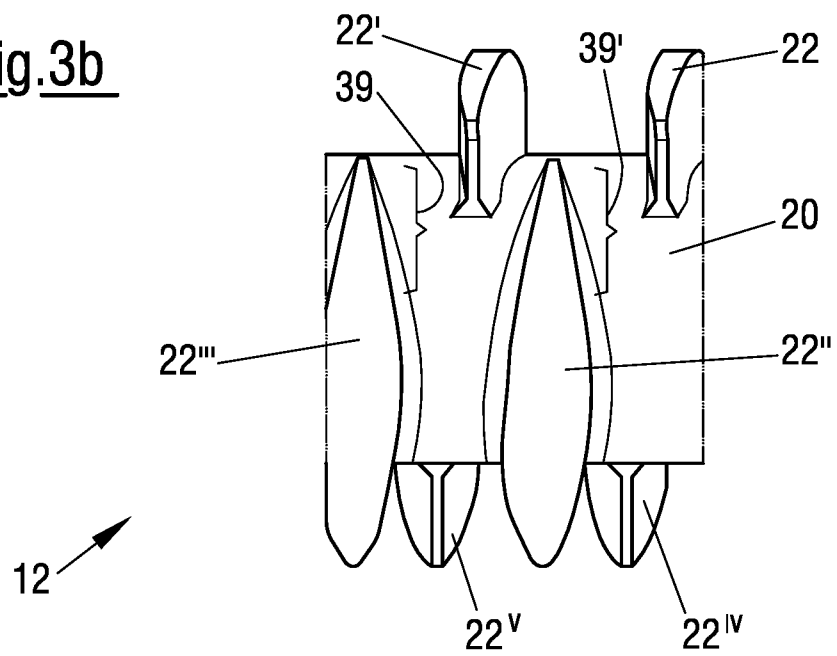


Fig.4a

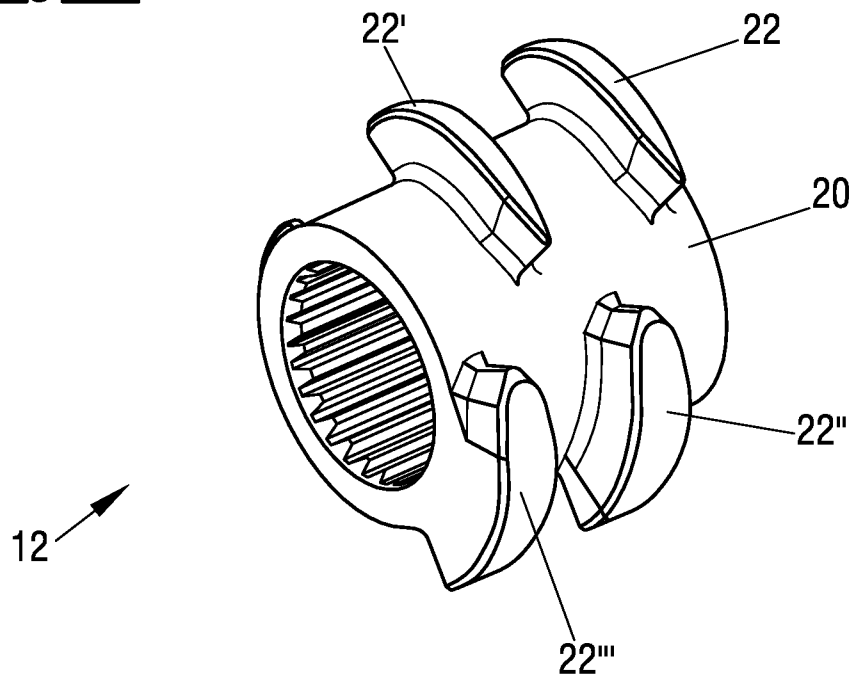


Fig.4b

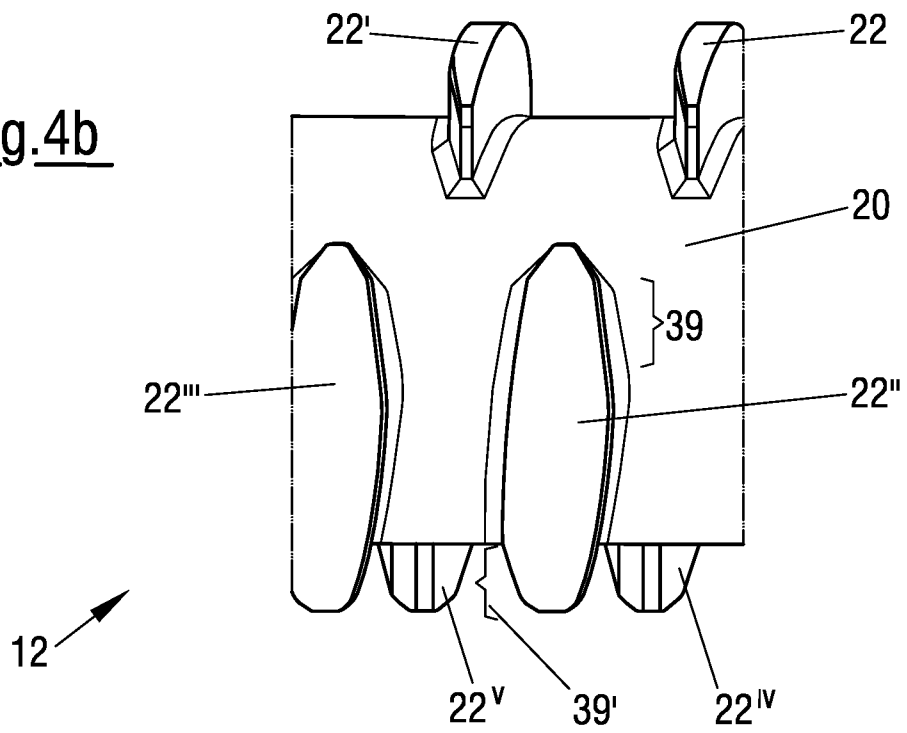
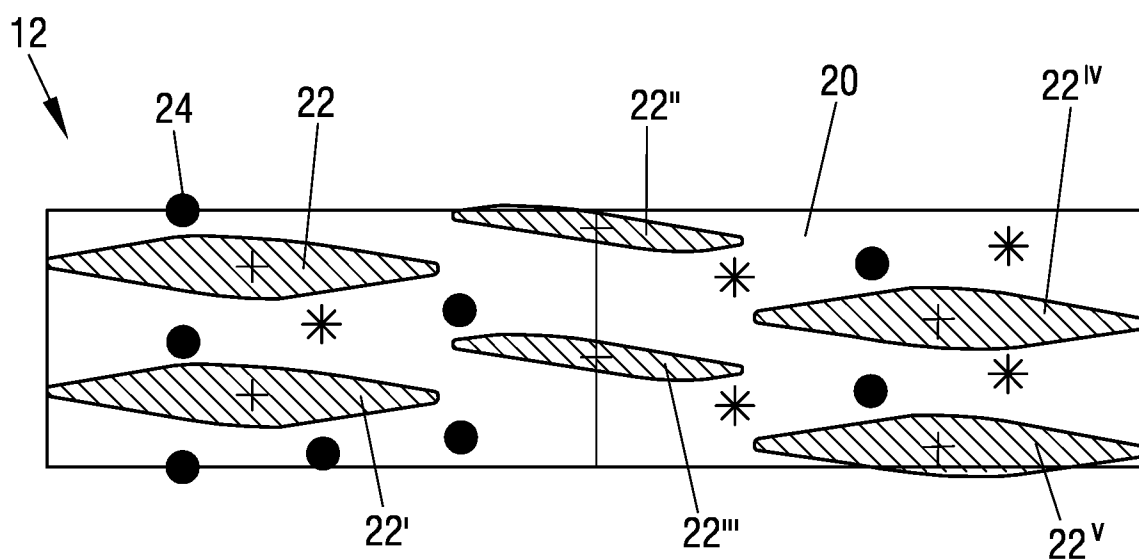
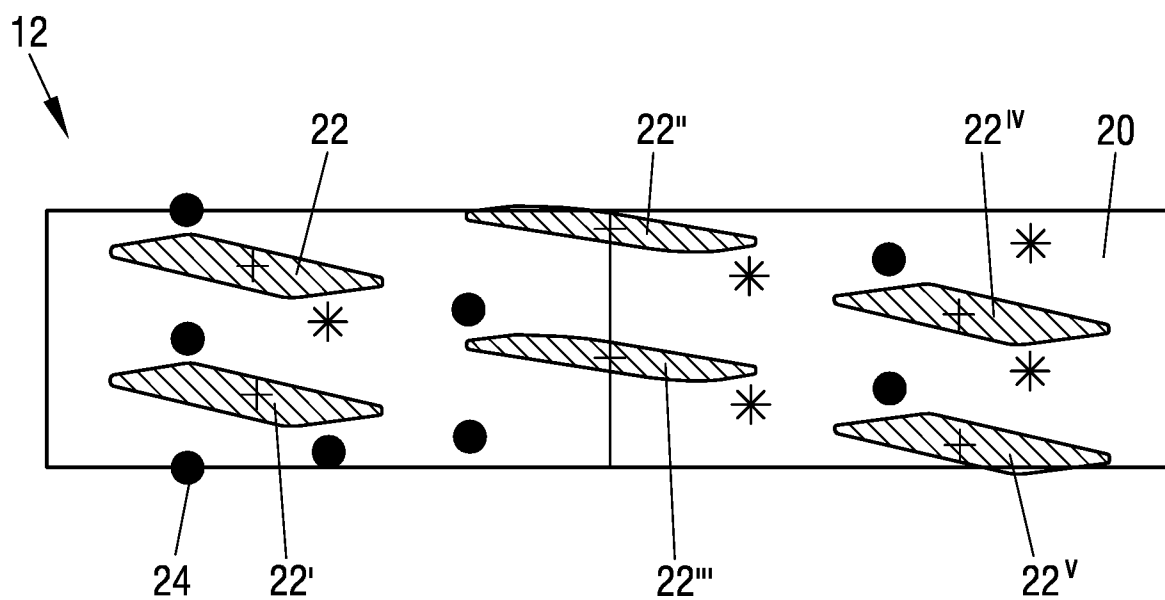


Fig.5Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/076883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B29B 7/42**(2006.01)i; **B29C 47/60**(2006.01)i; **B29C 47/66**(2006.01)i; **B29C 47/44**(2006.01)i

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)

B29C; B29B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | US 3938783 A (PORTER L C [US]) 17 February 1976 (1976-02-17) column 1, lines 8-68 column 4, line 51 - column 5, line 30 column 7, line 7 - column 9, line 15 abstract; claims 1-3; figures 3,5-11 | 1-15 |
| X | EP 0140846 A2 (FORNASERO R [IT]) 08 May 1985 (1985-05-08) page 1, lines 4-23 page 12, line 27 - page 13, line 25 page 15, line 3 - page 19, line 7 abstract; figures 1,2 | 1-15 |
| X | DE 69212748 T2 (FORNASERO R [IT]) 02 January 1997 (1997-01-02) page 3, paragraph 5 - page 5, paragraph 2 figures 1,2 | 1-15 |
| X | DE 3132429 A1 (KRAUSS MAFFEI AG [DE]) 24 February 1983 (1983-02-24) page 4, paragraph 2 - page 6, paragraph 3 abstract; claims 1-5; figures 1,2 | 1-12,15 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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 application or patent 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

15 November 2018

Date of mailing of the international search report

26 November 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Brunold, Axel

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/076883

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | EP 1247454 A1 (MORINAGA & CO [JP]) 09 October 2002 (2002-10-09) abstract; figures 1,2,3a,3b | 1-15 |
| A | DE 2307616 A1 (BERSTORFF MASCHINENBAU GMBH [DE]) 05 September 1974 (1974-09-05) page 3, paragraph 4 - page 6, paragraph 1 figures 1,2 | 1-15 |
| A | DE 60100970 T2 (SCHNEIDER L T [US]) 22 July 2004 (2004-07-22) figures 1-11 | 1-15 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/076883

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|----------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----|-----------------------------------|
| US | 3938783 | A | 17 February 1976 | NONE | | | |
| EP | 0140846 | A2 | 08 May 1985 | DE | 3475283 | D1 | 29 December 1988 |
| | | | | EP | 0140846 | A2 | 08 May 1985 |
| DE | 69212748 | T2 | 02 January 1997 | AT | 141202 | T | 15 August 1996 |
| | | | | BR | 9203607 | A | 01 March 1994 |
| | | | | CA | 2077495 | A1 | 12 March 1993 |
| | | | | CZ | 9202793 | A3 | 11 August 1993 |
| | | | | DE | 69212748 | D1 | 19 September 1996 |
| | | | | DE | 69212748 | T2 | 02 January 1997 |
| | | | | EP | 0531957 | A1 | 17 March 1993 |
| | | | | ES | 2090435 | T3 | 16 October 1996 |
| | | | | IT | 1250016 | B | 30 March 1995 |
| | | | | SK | 279392 | A3 | 07 June 1995 |
| | | | | ZA | 9206900 | B | 16 March 1993 |
| DE | 3132429 | A1 | 24 February 1983 | NONE | | | |
| EP | 1247454 | A1 | 09 October 2002 | AU | 1304201 | A | 21 May 2002 |
| | | | | CA | 2369335 | A1 | 13 May 2002 |
| | | | | CN | 1377234 | A | 30 October 2002 |
| | | | | EP | 1247454 | A1 | 09 October 2002 |
| | | | | EP | 1943904 | A1 | 16 July 2008 |
| | | | | ES | 2344247 | T3 | 23 August 2010 |
| | | | | ES | 2380562 | T3 | 16 May 2012 |
| | | | | HK | 1120370 | A1 | 05 October 2012 |
| | | | | JP | 3730216 | B2 | 21 December 2005 |
| | | | | JP | WO2002037978 | A1 | 11 March 2004 |
| | | | | TW | 495381 | B | 21 July 2002 |
| | | | | WO | 0237978 | A1 | 16 May 2002 |
| DE | 2307616 | A1 | 05 September 1974 | DE | 2307616 | A1 | 05 September 1974 |
| | | | | FR | 2218184 | A1 | 13 September 1974 |
| | | | | GB | 1400142 | A | 16 July 1975 |
| | | | | IT | 1008215 | B | 10 November 1976 |
| DE | 60100970 | T2 | 22 July 2004 | AT | 251943 | T | 15 November 2003 |
| | | | | DE | 60100970 | T2 | 22 July 2004 |
| | | | | EP | 1163950 | A1 | 19 December 2001 |
| | | | | US | 6250791 | B1 | 26 June 2001 |

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B29B7/42 B29C47/60 B29C47/66 B29C47/44 ADD. | | |
|---|---|---|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29C B29B | | |
| 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) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | US 3 938 783 A (PORTER L C [US]) 17. Februar 1976 (1976-02-17) Spalte 1, Zeilen 8-68 Spalte 4, Zeile 51 - Spalte 5, Zeile 30 Spalte 7, Zeile 7 - Spalte 9, Zeile 15 Zusammenfassung; Ansprüche 1-3; Abbildungen 3,5-11 ----- | 1-15 |
| X | EP 0 140 846 A2 (FORNASERO R [IT]) 8. Mai 1985 (1985-05-08) Seite 1, Zeilen 4-23 Seite 12, Zeile 27 - Seite 13, Zeile 25 Seite 15, Zeile 3 - Seite 19, Zeile 7 Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----- -/-- | 1-15 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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 | | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 15. November 2018 | | 26/11/2018 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Brunold, Axel |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | DE 692 12 748 T2 (FORNASERO R [IT]) 2. Januar 1997 (1997-01-02) Seite 3, Absatz 5 - Seite 5, Absatz 2 Abbildungen 1,2 ----- | 1-15 |
| X | DE 31 32 429 A1 (KRAUSS MAFFEI AG [DE]) 24. Februar 1983 (1983-02-24) Seite 4, Absatz 2 - Seite 6, Absatz 3 Zusammenfassung; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1,2 ----- | 1-12,15 |
| A | EP 1 247 454 A1 (MORINAGA & CO [JP]) 9. Oktober 2002 (2002-10-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3a,3b ----- | 1-15 |
| A | DE 23 07 616 A1 (BERSTORFF MASCHINENBAU GMBH [DE]) 5. September 1974 (1974-09-05) Seite 3, Absatz 4 - Seite 6, Absatz 1 Abbildungen 1,2 ----- | 1-15 |
| A | DE 601 00 970 T2 (SCHNEIDER L T [US]) 22. Juli 2004 (2004-07-22) Abbildungen 1-11 ----- | 1-15 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/076883

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|---|--|
| US 3938783 | A | 17-02-1976 | KEINE | |
| EP 0140846 | A2 | 08-05-1985 | DE 3475283 D1 EP 0140846 A2 | 29-12-1988 08-05-1985 |
| DE 69212748 | T2 | 02-01-1997 | AT 141202 T BR 9203607 A CA 2077495 A1 CZ 9202793 A3 DE 69212748 D1 DE 69212748 T2 EP 0531957 A1 ES 2090435 T3 IT 1250016 B SK 279392 A3 ZA 9206900 B | 15-08-1996 01-03-1994 12-03-1993 11-08-1993 19-09-1996 02-01-1997 17-03-1993 16-10-1996 30-03-1995 07-06-1995 16-03-1993 |
| DE 3132429 | A1 | 24-02-1983 | KEINE | |
| EP 1247454 | A1 | 09-10-2002 | AU 1304201 A CA 2369335 A1 CN 1377234 A EP 1247454 A1 EP 1943904 A1 ES 2344247 T3 ES 2380562 T3 HK 1120370 A1 JP 3730216 B2 JP W02002037978 A1 TW 495381 B WO 0237978 A1 | 21-05-2002 13-05-2002 30-10-2002 09-10-2002 16-07-2008 23-08-2010 16-05-2012 05-10-2012 21-12-2005 11-03-2004 21-07-2002 16-05-2002 |
| DE 2307616 | A1 | 05-09-1974 | DE 2307616 A1 FR 2218184 A1 GB 1400142 A IT 1008215 B | 05-09-1974 13-09-1974 16-07-1975 10-11-1976 |
| DE 60100970 | T2 | 22-07-2004 | AT 251943 T DE 60100970 D1 DE 60100970 T2 EP 1163950 A1 US 6250791 B1 | 15-11-2003 20-11-2003 22-07-2004 19-12-2001 26-06-2001 |