

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 468/2010

(22) Anmeldetag: 24.03.2010

(43) Veröffentlicht am: 15.11.2011

(51) Int. Cl. : **B29B 7/48**

(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 4131371A EP 0850738A2
EP 0788868A1

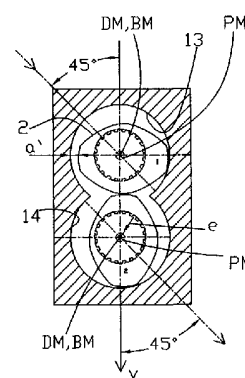
(73) Patentanmelder:
BLACH JOSEF ING.
A-6632 EHRWALD (AT)

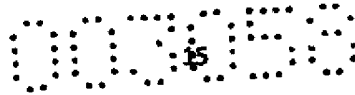
(72) Erfinder:
BLACH JOSEF ING.
EHRWALD (AT)

(54) **EXTRUDER**

(57) Ein Extruder weist in einem Gehäuse (1) wenigstens zwei zweigängige Förderwellen (2, 3) mit sich gegenseitig abstreifenden Förderquerschnitten auf, die gleichsinnig antreibbar in wenigstens zwei Gehäusebohrungen (11, 12) angeordnet sind, die zylindrisch oder konisch ausgebildet sind und deren Achsen (15, 16) parallel oder im Winkel zueinander angeordnet sind, wobei der Abstand (A) der Achsen der beiden Gehäusebohrungen (11,12) voneinander größer als $D/1,4142$ ist, wobei D der Durchmesser der zylindrischen Bohrung oder der größte Durchmesser der konischen Bohrung ist, und wobei zwischen den Gehäusebohrungen (11,12) und dem Außendurchmesser (DE) der Förderwellen (2, 3) ein Spiel (a') vorgesehen ist. Dabei ist der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Förderwellen (2, 3) gegenüber dem Mittelpunkt (BM) der Gehäusebohrung (11,12) und dem Drehmittelpunkt (DM) der Förderwellen (2, 3) jeweils exzentrisch versetzt.

Fig.3

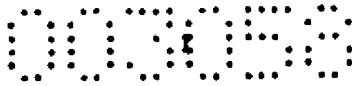




Zusammenfassung

Ein Extruder weist in einem Gehäuse (1) wenigstens zwei zweigängige Förderwellen (2, 3) mit sich gegenseitig abstreifenden Förderquerschnitten auf, die gleichsinnig antreibbar in wenigstens zwei Gehäusebohrungen (11, 12) angeordnet sind, die zylindrisch oder konisch ausgebildet sind und deren Achsen (15, 16) parallel oder im Winkel zueinander angeordnet sind, wobei der Abstand (A) der Achsen der beiden Gehäusebohrungen (11, 12) voneinander größer als $D/1,4142$ ist, wobei D der Durchmesser der zylindrischen Bohrung oder der größte Durchmesser der konischen Bohrung ist, und wobei zwischen den Gehäusebohrungen (11, 12) und dem Außendurchmesser (DE) der Förderwellen (2, 3) ein Spiel (a') vorgesehen ist. Dabei ist der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Förderwellen (2, 3) gegenüber dem Mittelpunkt (BM) der Gehäusebohrung (11, 12) und dem Drehmittelpunkt (DM) der Förderwellen (2, 3) jeweils exzentrisch versetzt.

Figur 3



Extruder

Die Erfindung bezieht sich auf einen Extruder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Gleichsinnig drehende Schneckenwellen, die in einem Extruder optimal mit zweigängigen Förderelementen besetzt sein können, werden zum kontinuierlichen Fördern, Mischen, Dispergieren und Extrudieren insbesondere von Kunststoffen sowie in der kontinuierlichen mechanischen Verfahrenstechnik verwendet. Die Verarbeitung möglichst vieler Produkte mit einer Schneckenkonfiguration ohne Qualitätseinschränkungen, Zwischenreinigung und Maschinenstillstand ist wirtschaftlich von großer Bedeutung. So besteht zwischen dem Verweilzeitverhalten des Produktes im System und dem Stoffaustausch und der Selbstreinigung im Verfahrensraum ein enger Zusammenhang. Ein großes Prozessfenster steht für eine vielfältige Nutzung und Produktvielfalt.

Seit langem sind Doppelschnecken mit einem modularen Förderelementsystem bekannt. (vergleiche z. B. DE 862 668 B). Bei der geometrischen Auslegung dicht kämmender Fördersysteme ist nach dem Stand der Technik zwischen dem Kerndurchmesser des Förderelements und dem Kamm des damit kämmenden Förderelements ein Spiel von 1,0 % der Gehäusebohrung und zwischen Kamm und Bohrung ein Spiel von 2 bis 10 % üblich. Bei ungünstigen Verhältnissen vorzüglich bei größeren Durchmessern und/oder empfindlichen Produkten wird nach DE 10 2008 029 305 A1 mittels einer Profilkorrektur der Kammwinkel verkleinert, um den spezifischen Energieeintrag und damit partielle Produktschädigungen zu reduzieren.

Aus DE 10 2004 010 553 A1 ist bereits ein Extruder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, der durch das erhöhte Spiel zwischen der Gehäusebohrung und dem Kamm der Förderwellen insbesondere für empfindliche Stoffe und/oder hohe Wellendrehzahlen geeignet ist. Da die Gehäusebohrungen nicht abgeschabt werden können, ist der Einsatzbereich des bekannten Extruders jedoch sowohl bei Schnecken als auch bei Knetblöcken begrenzt.



Aufgabe der Erfindung ist es, ohne Verzicht auf Selbstreinigung zur Verbesserung von Qualität und Wirtschaftlichkeit ein großes Prozessfenster über Nutzungsschwerpunkte mit einem dafür angepassten Förderelement-Baukasten systematisch zu optimieren.

Dies wird erfindungsgemäß mit dem im Anspruch 1 gekennzeichneten Extruder erreicht. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Extruders wiedergegeben.

Der erfindungsgemäße Extruder weist wenigstens zwei Förderwellen mit jeweils zwei Gängen auf, die einen sich gegenseitig exakt abstreifenden Förderquerschnitt aufweisen, d. h. ein Spiel, mit dem im Wesentlichen lediglich Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden.

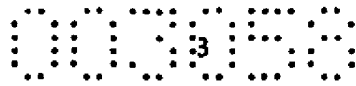
Für die Schnecken eines Doppelschneckenextruders, die eine die Bohrungswand exakt abschabende Geometrie aufweisen, gilt nach dem Buch „Der gleichläufige Doppelschneckenextruder“ von Klemens Kohlgrüber, Carl Hanser Verlag, München 2007, Seite 102 die Formel

$$A/D \geq \cos\left(\frac{90}{Z}\right), \text{ worin}$$

A der Abstand der Achsen der beiden Bohrungen, D der Bohrungsdurchmesser und Z die Gangzahl ist, also bei zweigängigen Schnecken mit einer das Querschnittsprofil der Schneckenwellen und die Bohrungswand exakt abschabenden Geometrie ist $A/D \geq \cos 45^\circ \geq 0,707$. Das heißt, der Abstand A der Achsen der beiden Bohrungen ist größer als $D/1,4142$.

Der erfindungsgemäße Extruder kann, wie üblich, zylindrische Bohrungen mit parallelen Achsen aufweisen. Die Erfindung bezieht sich jedoch auch auf Extruder mit konischen Bohrungen, die im Winkel zueinander verlaufende Achsen aufweisen.

Bei dem erfindungsgemäßen Extruder ist der Mittelpunkt des Querschnittsprofils der Förderwellen gegenüber dem Mittelpunkt der Gehäusebohrung und dem



Drehmittelpunkt der Förderwelle jeweils exzentrisch versetzt angeordnet. Der Mittelpunkt des Querschnittsprofils jeder Förderwelle wird durch den Schnittpunkt der beiden Spiegelebenen des Querschnittsprofils der Förderwelle gebildet.

Die Exzentrizität der beiden Förderwellen, also der Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Querschnittsprofils der Förderwellen einerseits und dem Mittelpunkt der Gehäusebohrung sowie dem Drehmittelpunkt der Förderwellen andererseits ist dabei gleich, ebenso die Richtung der Exzentrizität in Bezug auf die beiden Spiegelebenen.

Die Exzentrizität, um die der Mittelpunkt des Querschnittsprofils der Förderwellen gegenüber dem Mittelpunkt der Gehäusebohrung und dem Drehmittelpunkt der Förderwellen versetzt ist, ist maximal $(D-A)/4$.

Vorzugsweise ist der Mittelpunkt des Querschnittsprofils der Förderwellen gegenüber den beiden Spiegelebenen des Querschnittsprofils jeweils um 45° versetzt.

Damit weist ein Kamm jeder der beiden zweigängigen Förderwellen ein der Exzentrizität entsprechendes Spiel von der Gehäusebohrung auf, während sich der zweite Kamm der Förderwelle an der Gehäusebohrung ständig abstreift. Damit werden sowohl die Gehäusebohrungen als auch das Förderprofil der Schneckenwellen am ganzen Umfang abgestreift.

Durch die zwischen dem Gehäusebohrungsdurchmesser und dem Außendurchmesser der Förderwelle freie Wahl der Exzentrizität und damit der Schichtdicke wird die Gangtiefe entsprechend geringer.

Durch die durch den Spalt zwischen der Förderwelle und der Gehäusebohrung verringerte Förderwirkung erhöht sich der Füllgrad sowie der Stoffaustausch, während sich gleichzeitig die partielle Stoffbeanspruchung verringert. Somit verbessert sich die Mischwirkung quer zur Drehachse der Förderwelle und die Dispergierwirkung nimmt zu.



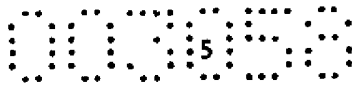
Zudem wird erfindungsgemäß ein wiederholter Profilumschlag in Axial- oder Längsrichtung der Förderwelle erreicht, der beim axialen Durchfluss einen zusätzlichen Widerstand bietet und im Bereich der Stoffumlenkung im Zwickel zwischen den beiden miteinander kämmenden Förderwellen besonders wirksam wirkt.

Um möglichst ausgeglichene dynamische Verhältnisse der Förderwellen und eine zusätzliche verfahrenstechnische Wirkung zu erreichen, hat der wiederholte Umschlag der Profilanordnung in jeweils kurzen axialen Abständen eine besondere Bedeutung. Er bringt durch den ständigen Wechsel der Gangtiefen ein zusätzliches Dispergiervolumen im Auskämbbereich zwischen den Förderwelle und außerdem entsprechende Schichtdicken, die am ganzen Gehäuseumfang wirksam sind. Die großen Oberflächen verbessern außerdem die Entgasungsleistung bei der Teilfüllung. Ein auf den Bedarf einstellbarer Energieeintrag, verbunden mit den nötigen Stoffaustausch sind wesentliche Voraussetzungen, um vielfältige Produkte anforderungsgerecht und wirtschaftlich herzustellen.

Jede Förderwelle und das wenigstens eine erfindungsgemäße Förderelement, das sie trägt, kann ein einziges Bauteil bilden. Durch die einstückige Ausbildung von Welle und Förderelement kann ein wesentlich höheres Drehmoment übertragen werden. Beispielsweise kann die Welle, einschließlich der Antriebswelle, sowie das Förderelement im Bereich der Einfüllzone, einschließlich der Aufschmelzzone aus einem einzigen Bauteil bestehen.

Stattdessen kann jede Förderwelle aus mit einer Bohrung versehenen Förderelementen bestehen, die formschlüssig und axial positioniert mit einer Tragwelle verbunden sind. Auf diese Weise können die Förderwellen aus Förderelementen aus einem Förderelement-Baukasten zusammengesetzt werden, der unterschiedliche Förderelemente, z. B. mit unterschiedlicher Steigung, auch rückfördernde Elemente und dergleichen aufweist.

Die Förderquerschnitte der Förderwellen werden vorzugsweise durch Förderabschnitte gebildet, wobei die sich jeweils gegenseitig abstreifenden Förderabschnitte um 180° verdreht angeordnet sind. Dabei sind an jeder



Förderwelle vorzugsweise mehrere Förderabschnitte vorgesehen, wobei der Verdrehwinkel von dem einen Förderabschnitt zu dem nächsten der jeweiligen Welle stufenlos oder in Stufen bis maximal 180° geführt ist.

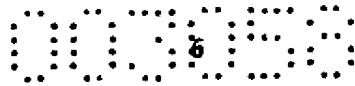
Damit erfolgt ein wiederholter Profilumschlag, der dem axialen Durchfluss des Produkts einen zusätzlichen Widerstand bietet und besonders im Bereich der Stoffumlenkung im Zwickel zwischen den sich gegenabstreifenden Profilquerschnitten besonders wirksam wird. Das heißt, es erfolgt eine sprunghafte Änderung der Gangtiefe, wodurch in dem Produkt weitere Geschwindigkeitsdifferenzen erzeugt werden und damit die Dispergierung wesentlich erhöht wird.

Dabei können die Kämme der Förderwellen zu den Achsen der Bohrungen senkrecht verlaufen oder schräg als Schnecken ausgeführt sein. Die Kämme, die senkrecht zu den Bohrungsachsen verlaufen, können in Stufen versetzte Förderabschnitte sein, die beispielsweise die Kurvenscheiben eines Knetblocks bilden können.

Die Förderwellen weisen vorzugsweise zwischen zwei Förderabschnitten zur Bohrungsachse konzentrische Barriereringe auf, deren Abstand zur Gehäusebohrung kleiner als die halbe Gangtiefe ist. Damit kann der Stofffluss in axialer Richtung verlangsamt und die Dispergierwirkung erhöht werden. Dabei können die Barriereringe in unterschiedlichen Abständen zwischen den Förderabschnitten angeordnet sein.

Die Förderabschnitte können auch durch Abschnitte eines einstückigen Förderelements gebildet werden, das beispielsweise durch Fräsen eines Metallstücks erhalten wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Extruder werden über die Viskosität der kontinuierlichen Phase wiederholt Zug- und Biegekräfte auf darin enthaltene Feststoffagglomerate ausgeübt, was deren Dauerbruch zur Folge hat. Erfindungsgemäß wird daher eine effektive Homogenisierung und Dispergierung des Feststoffs erzielt, und zwar selbst bei Feststoffteilchen mit einer Teilchengröße von weniger als 100 μ , insbesondere weniger als 10 μ . Mit dem



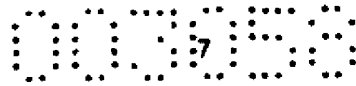
erfindungsgemäßen Extruder wird das Produkt also auf kurzer Länge ständig anderen Stoffgeschwindigkeiten und damit Dehnungsvorgängen ausgesetzt.

Erfindungsgemäß wird durch den großen Abstand des einen Kamms der zweigängigen Förderwelle von der Gehäusebohrung ein großer Stoffaustausch erzielt, während an dem Kamm, der sich an der Wand der Gehäusebohrung abstreift, nur ein geringer Stoffaustausch erfolgt, jedoch dort durch höchste Beanspruchung des Produkts die höchste Dispergierwirkung erreicht wird, ebenso wie durch die sich gegenseitig exakt abstreifenden Förderquerschnitte der beiden Förderwellen. Insbesondere falls die Förderwellen durch Förderabschnitte gebildet werden und die sich jeweils gegenseitig abstreifenden Förderabschnitte um 180° verdreht an der einen bzw. anderen Förderwelle angeordnet sind, erfährt das Produkt nur in kleinen Bereichen eine extreme Beanspruchung, wodurch die Temperatur des Produktes insgesamt niedrig gehalten werden kann, sodass das Produkt auch in den extrem beanspruchten Bereichen nicht geschädigt und damit insgesamt schonend behandelt wird. Der erfindungsgemäße Extruder ist damit insbesondere auch zur Bearbeitung empfindlicher Produkte geeignet, beispielsweise zur Aufarbeitung von Polyethylenterephthalat (PET).

Damit können mit dem erfindungsgemäßen Extruder Feststoffe in einer viskosen Matrix hervorragend homogenisiert und dispergiert werden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist der Extruder mindestens sechs längs eines Kreises mit gleichem Zentriwinkelabstand angeordnete Förderwellen auf, die sich jeweils an den beiden benachbarten Förderwellen abstreifen. Dadurch wird eine besonders hohe Dichte an den Strömungen erzeugt. Da dies ohne Spitzenbelastungen und damit ohne unerwünschten Viskositätsabfall über die gesamte Länge der Förderwellen erfolgt, erreicht man eine effektivere, schnelle Mischung und bei gleichmäßiger Homogenisierung eine noch wesentlich höhere Produktqualität.

Falls bei dieser Ausführungsform die Förderquerschnitte der Förderwellen durch Förderabschnitte gebildet werden, bei denen die sich gegenseitig abstreifenden Förderabschnitte um 180° verdreht angeordnet sind, wird der Profilschlag,



also die sprunghafte Änderung der Gangtiefe in axialer Richtung zweier benachbarter Wellen verdoppelt und damit wesentlich erhöht.

Nachstehend ist die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch zwei miteinander kämmende Förderelemente eines bekannten Zwei-Wellen-Extruders und zwar nach DE 10 2004 010 553 A1;

Figur 2 und 3 jeweils einen Querschnitt durch zwei miteinander kämmende Förderelemente eines Zwei-Wellen-Extruders nach einer ersten bzw. einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 4 im Querschnitt die beiden miteinander kämmenden Förderelemente nach Figur 3, und zwar in Figur 4(a) bzw. 5(a) in der Drehstellung 0°, 45°, 90°, usw.;

Figur 5, 6 und 7 eine perspektivische Ansicht, eine Seitenansicht bzw. einen Querschnitt von zwei miteinander kämmenden Förderelementen mit Schneckenabschnitten und Barriereringen;

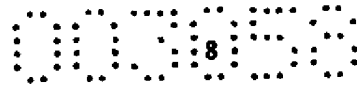
Figur 8 eine Seitenansicht eines der beiden Förderelemente nach Figur 5 bis 7;

Figur 9(a) bis 9(d) jeweils einen Schnitt durch die beiden miteinander kämmenden Förderelemente nach Figur 5 bis 7 entlang der Linie A-A, B-B, C-C und D-D in Figur 8;

Figur 10 bis 13 eine perspektivische Ansicht, eine Seitenansicht bzw. eine Draufsicht auf die Vorder- bzw. Rückseite eines Knetblocks;

Figur 14, 15 und 16 eine perspektivische Ansicht, eine Seitenansicht bzw. einen Querschnitt von zwei miteinander kämmenden Knetblöcken mit Barriereringen;

Figur 17 eine Seitenansicht eines der beiden Förderelemente nach Figur 14 bis 16;



Figur 18(a) bis (d) jeweils einen Schnitt durch die beiden miteinander kämmenden Förderelemente nach Figur 14 bis 16 entlang der Linie A-A, B-B, C-C und D-D in Figur 17;

Figur 19 bis 21 eine perspektivische Ansicht, eine Seitenansicht bzw. einen Querschnitt von zwei miteinander kämmenden Knetblöcken nach einer weiteren Ausführungsform;

Figur 22 eine Seitenansicht eines der beiden Knetblöcke nach Figur 19 bis 21;

Figur 23(a) und (b) jeweils einen Schnitt durch die beiden Knetblöcke nach Figur 19 bis 21 entlang der Linie B-B und C-C in Figur 22; und

Figur 24(a) bis (f) jeweils einen Querschnitt durch einen Mehr-Wellen-Extruder mit längs eines Kreises mit gleichem Zentriwinkelabstand angeordneten Förderwellen in der Ausgangsstellung 0° nach Figur 25(a) und jeweils um 60° , 120° , 180° , 240° und 300° gedreht.

Gemäß Figur 1 weist ein Zwei-Wellen-Extruder in einem Gehäuse 1 zwei Förderwellen 2, 3 auf, die aus Förderelementen 4, 5 bestehen, die jeweils auf einer Tragwelle 6, 7 beispielsweise durch eine Keilverzahnung 8, 9 drehfest angeordnet sind.

Die Förderwellen 2, 3 sind in zwei Gehäusebohrungen 11, 12 gleichsinnig antreibbar angeordnet, wobei die Bohrungswand 13 bzw. 14 der Bohrungen 11, 12 zu der Drehachse der Förderwellen 2, 3, die durch den Mittelpunkt BM der Gehäusebohrung 11, 12 und den Drehmittelpunkt DM der Förderwelle 2, 3, verläuft, konzentrisch ist.

Dabei können die Bohrungen 11, 12 zylindrisch oder konisch ausgebildet sein, wobei bei zylindrischen Bohrungen 11, 12 die Drehachsen parallel und im Fall konischer Bohrungen im Winkel zueinander verlaufen.

Die Gehäusebohrungen 11, 12 weisen einen Durchmesser D auf. Der Achsabstand A, also der Abstand der Mittelpunkte BM der beiden



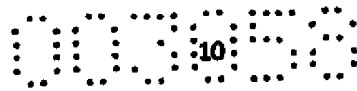
Gehäusebohrungen 11, 12 ist größer als $D/1,4142$. Die Förderelemente 4, 5 und damit die Förderwellen 2, 3 weisen im Querschnitt einen Außendurchmesser $DE > D$ mit der zweigängigen spiegelsymmetrischen Profilkontur, die sich aus A und DE ergibt, sowie eine Gangtiefe $GE = DE - A$ und einen Innendurchmesser DI auf, der $DE - 2GE$ entspricht. Die Förderwellen 2, 3 nach Figur 1 sind zentrisch angeordnet. Damit fällt der Mittelpunkt PM des Querschnittsprofils der Förderwellen 2, 3 mit DM und BM zusammen. Zwischen der Bohrungswand 13, 14 und dem Querschnittsprofil der Förderwellen 2, 3 besteht ein vorgegebenes Spiel a. Dadurch schaben sich die Förderprofile zwar gegenseitig ab, jedoch wird die Oberfläche der Gehäusebohrungen 11, 12 nicht abgeschabt.

Im Gegensatz zu dem bekannten Extruder nach Figur 1 ist erfindungsgemäß der Mittelpunkt PM des Querschnittsprofils der Förderwellen 2, 3 gegenüber dem Mittelpunkt BM der Gehäusebohrung 11, 12 und dem Drehmittelpunkt DM der Förderwelle 2, 3 jeweils um „e“ exzentrisch versetzt angeordnet. Dabei wird der Mittelpunkt PM des Querschnittsprofils jeder Förderwelle 2, 3 durch den Schnittpunkt der beiden Spiegelebenen x, y des Querschnittsprofils der jeweiligen Förderwelle 2, 3 gebildet.

Die Exzentrizität e, um die der Mittelpunkt PM des Querschnittsprofils der Förderwellen 2, 3 gegenüber dem Mittelpunkt BM der Gehäusebohrung 11, 12 und dem Drehmittelpunkt DM der Förderwelle 2, 3 jeweils versetzt ist, beträgt maximal $(D-A)/4$.

Bei der Ausführungsform nach Figur 2 sind die Querschnittsprofile der beiden Förderwellen 2, 3 mit dem Mittelpunkt PM um $(D-DE)/2 = e$ exzentrisch in Richtung der durch y-Koordinate wiedergegebenen Spiegelebene bei unveränderter Lage des Drehmittelpunkts DM der Förderwelle 2, 3 und des Mittelpunktes BM der Gehäusebohrung 11, 12 positioniert. Dadurch wird die eine Gehäusebohrung 12 ständig optimal gereinigt.

Die Exzentrizität e kann wie durch den Kreis um DM und BM veranschaulicht, eine beliebige Richtung einnehmen.



In Figur 3 ist der Mittelpunkt PM des Querschnittsprofils beider Förderwellen 2, 3 um „e“ exzentrisch äquidistant um 45° gegenüber beiden Spiegelebenen x, y versetzt.

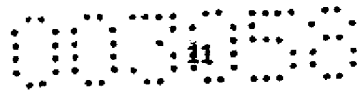
Damit werden sowohl die beiden Förderprofile gegenseitig am ganzen Umfang abgestreift als auch die Gehäusebohrungen 11, 12, jeweils in gleicher Weise.

Durch die in Grenzen von D und DE freie Wahl der Exzentrizität e und damit der Schichtdicke wird gleichzeitig die Gangtiefe GE entsprechend geringer.

Während gemäß Figur 3, wie anhand der Förderwelle 2 ersichtlich, der eine Kamm der zweigängigen Förderwelle 2, 3 die Bohrungswand 13 bzw. 14 abschabt, weist der andere Kamm den Abstand a' von der Bohrungswand 13, 14 auf. Der dadurch gebildete Spalt verringert zwar die Förderwirkung, jedoch wird dadurch der Füllgrad sowie der Stoffaustausch erhöht und gleichzeitig die partielle Stoffbeanspruchung herabgesetzt. Somit verbessert sich die Mischwirkung quer zu den Drehachsen und die Dispergierwirkung wird erhöht.

In Figur 4 sind acht unterschiedliche Drehpositionen der beiden Förderwellen 4, 5 dargestellt. Die Schichtdicke zwischen den Kämmen der Förderwellen 2, 3 und der Bohrungswand 13, 14 beträgt maximal D-DI. Mit unterschiedlichen Exzentrizitäten e und/oder Winkeln der Exzentrizität E zu den beiden Spiegelebenen oder Hauptkoordinaten x, y sind vielfache Schichtdicken einstellbar.

Gemäß Figur 5, 6, 7 sowie Figur 9(a) bis (d) ist der Zwei-Wellen-Extruder mit einstückigen Förderelementen 17, 18 bestückt, die jeweils eine Länge L von beispielsweise 2,5 bis 4D aufweisen und aus Förderabschnitten 17a bis 17d und 18a bis 18d bestehen. Die Förderabschnitte 17a bis d und 18a bis d jedes Förderelements 17, 18 sind in Stufen fortschreitend um den gleichen Winkel beispielsweise 90° gegenüber einander versetzt angeordnet. Jeder Förderabschnitt 17a bis d und 18a bis d ist als zweigängige Schnecke ausgebildet. Dabei berühren sich die miteinander kämmenden Förderabschnitte an einer Stelle C im Wesentlichen dicht, d. h. mit einem geringen Spiel von beispielsweise weniger als 1 mm, wie aus Figur 7 und 9a bis d ersichtlich. Die



Förderabschnitte 17a bis d und 18a bis d jedes Förderelements 17, 18 weisen ein Querschnittsprofil auf, dessen Mittelpunkt PM gegenüber dem Mittelpunkt BM der Gehäusebohrung 11, 12 und dem Drehmittelpunkt DM der Förderwelle 2, 3 jeweils in gleicher Weise exzentrisch versetzt angeordnet ist, wie vorstehend im Zusammenhang mit Figur 2 bis 4 beschrieben.

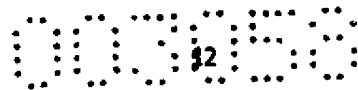
Zwischen zwei Förderabschnitten 17a bis d und 18a bis d der Förderelemente 17 und 18 sind jeweils zur Drehachse konzentrische Barriererlinge 20a bis c vorgesehen.

Während sich die Ausführungsform nach Figur 5 bis 9 auf Förderelemente mit Schneckenabschnitten mit endlicher Steigung bezieht, sind nach Figur 11 bis 24 Förderelemente mit Schneckenabschnitten unendlicher Steigung vorgesehen, um miteinander kämmende Knetblöcke 22, 23 zu bilden, wie aus Figur 14 bis 18 ersichtlich, um einen hohen spezifischen Energieeintrag zu erreichen.

Dabei besteht jeder Knetblock 21 bzw. 22 und 23, wie aus Figur 10 bis 13 bzw. 11 bis 18 ersichtlich, aus Kurvenscheiben 21a bis d bzw. 22a bis d und 23a bis d. Dabei sind bei der Ausführungsform nach Figur 14 bis 18 zwischen zwei Kurvenscheiben 22a bis c bzw. 23a bis d zu der Drehachse der Förderwelle jeweils zur Drehachse konzentrische Barriererlinge 24a, 24b vorgesehen.

Die Kurvenscheiben 21a bis d, 22a bis d und 23a bis d weisen einen zu den Förderwellen senkrechten Querschnittsprofil auf, dessen Mittelpunkt PM in gleicher Weise gegenüber dem Mittelpunkt BM der Förderwellen und dem Mittelpunkt BM der Gehäusebohrung exzentrisch versetzt ist, wie vorstehend im Zusammenhang mit Figur 2, 3 und 4 beschrieben. Das heißt, jede Kurvenscheibe weist, wie in Figur 10 gezeigt, zwei Kämme 26a bis 26f auf, wobei sich einer der beiden Kämme jeder Kurvenscheibe, z. B. der Kamm 26c der Kurvenscheibe 21d nach Figur 10 an der Bohrungswand der Gehäusebohrung dicht abstreift, während der andere Kamm 26d aufgrund der Exzentrizität der Kurvenscheibe mit einem Spiel im Abstand von der Bohrungswand angeordnet ist.

Dabei werden ebenfalls Gänge gebildet, die eine Förderwirkung hervorrufen, wie durch den gestrichelt dargestellten Gang 28 in Figur 10 veranschaulicht.



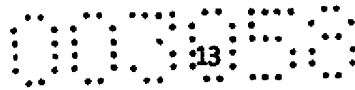
Die Knetblöcke 21 bis 23 weisen an ihren Stirnseiten Freisparungen 27 auf, um ein Auflaufen benachbarter Knetblöcke aufgrund von Toleranzen zu verhindern.

Gemäß Figur 19 bis 23 besteht jede Kurvenscheibe 29a bis d und 30a bis d der Knetblöcke 29, 30 aus zwei gegenüber einander verdrehten Teilscheiben, wie durch die Teilscheiben 31a und 31b der Kurvenscheibe 29a veranschaulicht.

Die miteinander kämmenden Kurvenblöcke 17, 18; 22, 23 sowie 29 und 30 sind in gleicher Weise exzentrisch versetzt, wie vorstehend anhand der Figuren 2 bis 4 im Einzelnen erläutert, und anhand von PM gegenüber DM und BM dargestellt.

Durch die im Winkel versetzten Förderabschnitte 17a bis 17d und 18a bis 18d der Ausführungsform nach Figur 5 bis 9, die im Winkel versetzten Kurvenscheiben 21a bis 21d bzw. 22a bis 22d und 23a bis 23d der Ausführungsform nach Figur 10 bis 13 bzw. 14 bis 18 erfolgt in Längsrichtung der Förderwellen ein wiederholter Profilumschlag, der den axialen Durchfluss einen zusätzlichen Widerstand bietet und besonders im Bereich der Umlenkung in den Zwickeln Z besonders wirksam ist.

Gemäß Figur 24(a) bis (f) sind zwölf Förderelemente 32, 33, 34 auf achsparallelen Wellen 35, 36, 37... befestigt, die längs eines Kreises angeordnet sind, wobei sich die Förderelemente 31 bis 33 am ganzen Umfang gegenseitig angreifen. Dabei wird der Förderquerschnitt der Förderelemente 32, 33, 34... in gleicher Weise exzentrisch angeordnet, wie vorstehend anhand der Figuren 2 bis 4 im Einzelnen geschildert. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird der Profilumschlag zwischen zwei benachbarten Wellen gegenüber einem Zweiwellen-Extruder annähernd verdoppelt.



Patentansprüche

1. Extruder mit einem Gehäuse (1) mit wenigstens zwei zweigängigen Förderwellen (2, 3) mit sich gegenseitig abstreifenden Förderquerschnitten, die gleichsinnig antreibbar in wenigstens zwei Gehäusebohrungen (11, 12) angeordnet sind, die zylindrisch oder konisch ausgebildet sind und deren Achsen (15, 16) parallel oder im Winkel zueinander angeordnet sind, wobei der Abstand (A) der Achsen der beiden Gehäusebohrungen (11, 12) voneinander größer als $D/1,4142$ ist, wobei D der Durchmesser der zylindrischen Bohrung oder der größte Durchmesser der konischen Bohrung ist, und wobei zwischen den Gehäusebohrungen (11, 12) und dem Außendurchmesser (DE) der Förderwellen (2, 3) ein Spiel (a') vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Förderwellen (2, 3) gegenüber dem Mittelpunkt (BM) der Gehäusebohrung (11, 12) und dem Drehmittelpunkt (DM) der Förderwellen (2, 3) jeweils exzentrisch versetzt angeordnet ist, wobei der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils jeder Förderwelle (2, 3) durch den Schnittpunkt der beiden Spiegelebenen (x, y) des Querschnittsprofils der Förderwelle (2, 3) gebildet wird.
 2. Extruder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Exzentrizität (e), um die der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Förderwellen (2, 3) gegenüber dem Mittelpunkt (BM) der Gehäusebohrung (11, 12) und dem Drehmittelpunkt (DM) der Förderwelle (2, 3) jeweils versetzt ist, maximal $(D-A)/4$ beträgt.
 3. Extruder nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Förderwellen (2, 3) gegenüber den beiden Spiegelebenen (x, y) jeweils um 45° versetzt ist.
 4. Extruder, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderquerschnitte der Förderwellen (2, 3) durch Förderabschnitte gebildet werden, wobei die sich jeweils gegenseitig abstreifenden Förderabschnitte um 180° verdreht angeordnet sind.
-

5. Extruder nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede Förderwelle (2, 3) mehrere Förderabschnitte (17a bis d, 18a bis d) aufweist und der Verdrehwinkel von einem der Förderabschnitte (17a zu 17 b, 18a zu 18b, usw. zum nächsten der jeweiligen Förderwelle (2, 3) stufenlos oder in Stufen bis maximal 180° ausgeführt ist.
6. Extruder nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kämme der Förderwellen zu den Achsen (15, 16) der Gehäusebohrungen (11, 12) senkrecht oder schräg als Schnecken verlaufen.
7. Extruder nach einem der vorstehenden Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderwellen (2, 3) zwischen zwei Förderabschnitten (17a bis d; 18a bis d) Barriererlinge (20a bis c; 24a, 24b) aufweisen.
8. Extruder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Barriererlinge in unterschiedlichen Abständen zwischen den Förderabschnitten angeordnet sind.
9. Extruder nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderabschnitte (17a bis d, 18a bis d) durch Abschnitte eines einstückigen Förderelements (4, 5) gebildet sind.
10. Extruder nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens sechs längs eines Kreises mit gleichem Zentriwinkelabstand angeordnete Förderwellen vorgesehen sind.

Fig.1

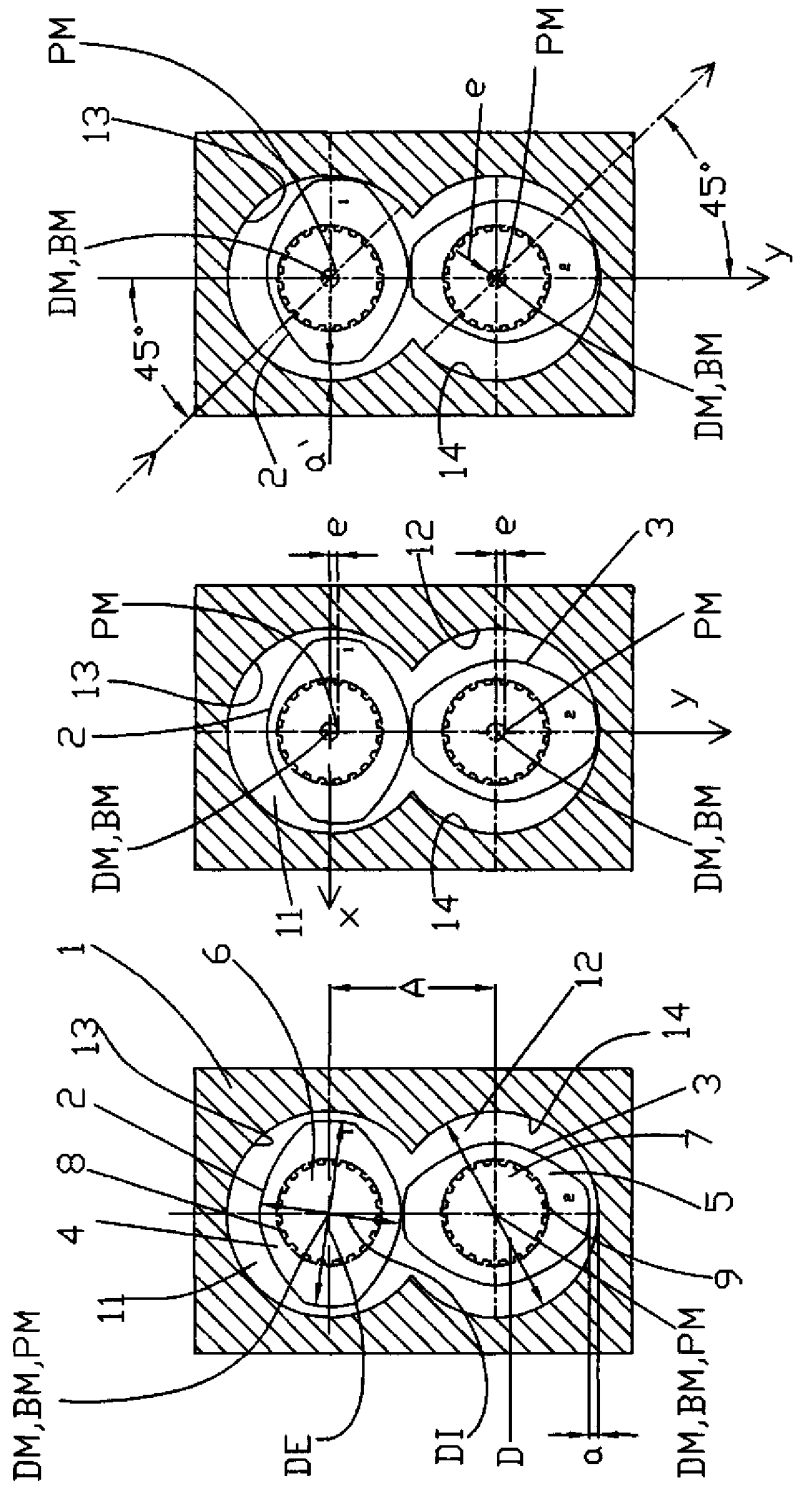


Fig.2

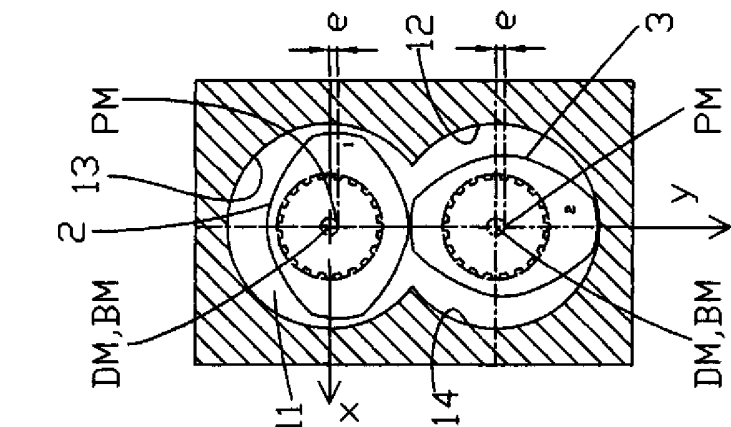


Fig.3

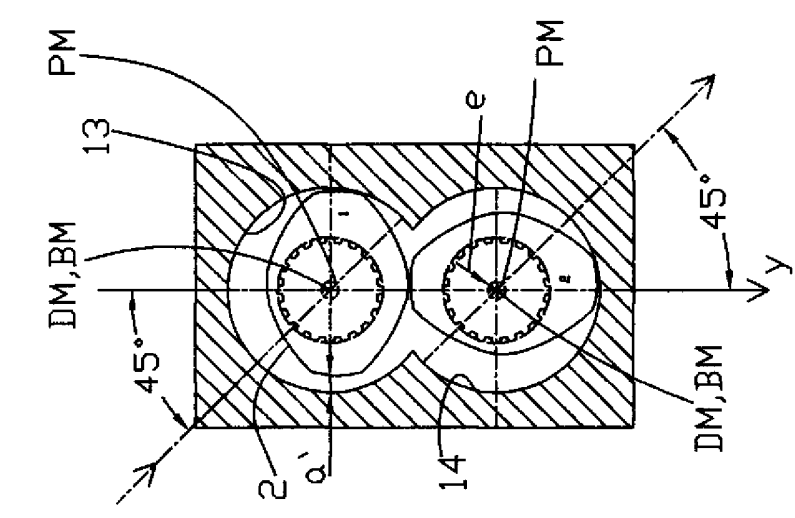


Fig.4

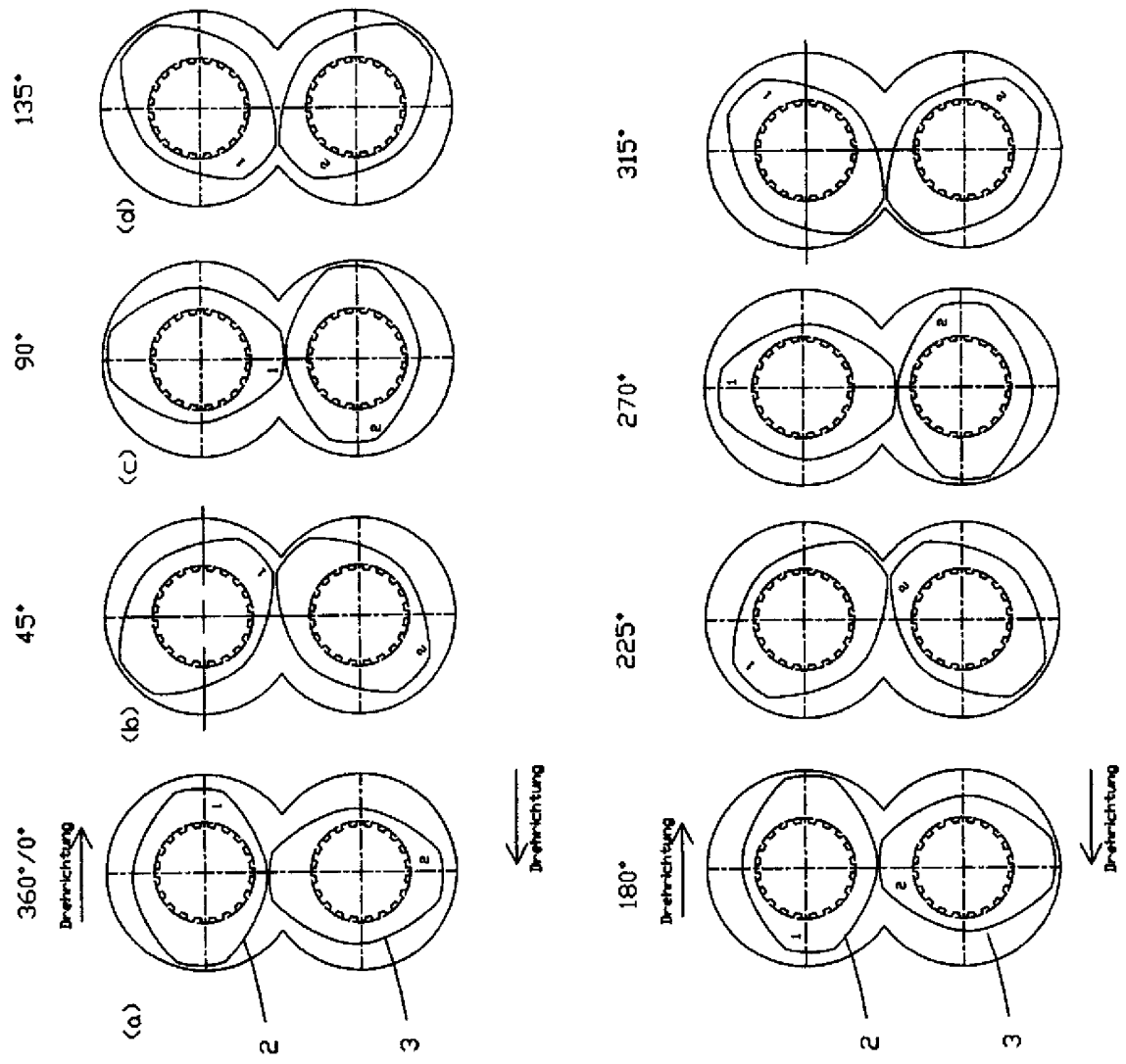


Fig. 7

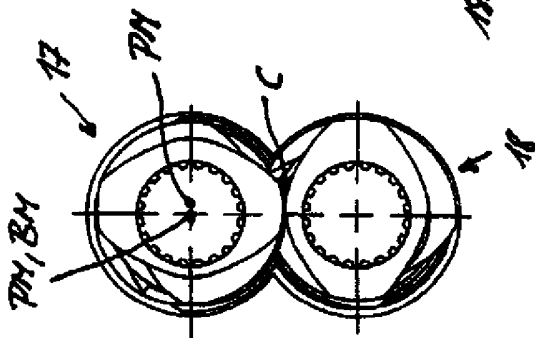


Fig. 6

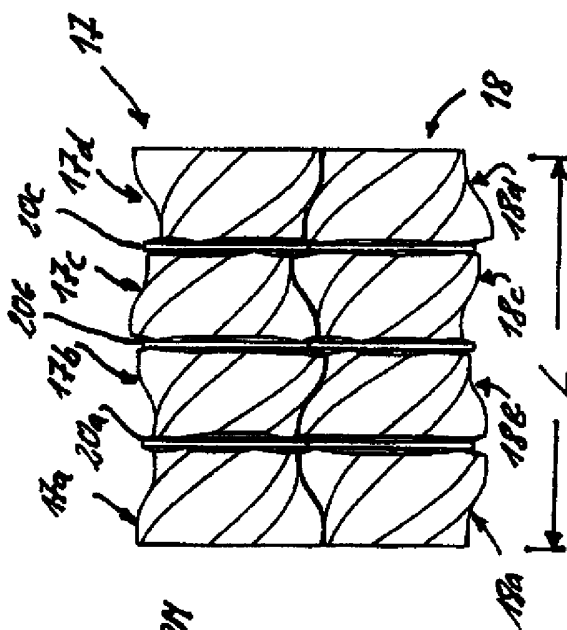


Fig. 8

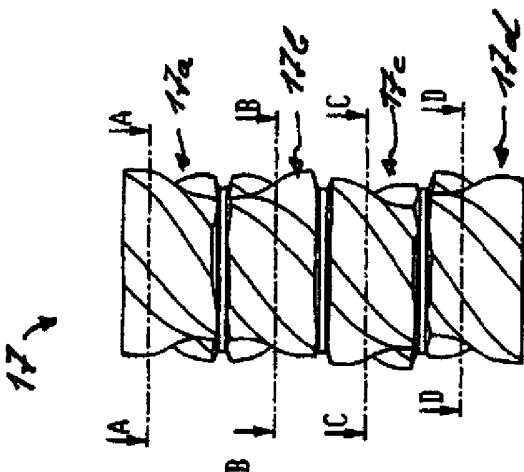


Fig. 9

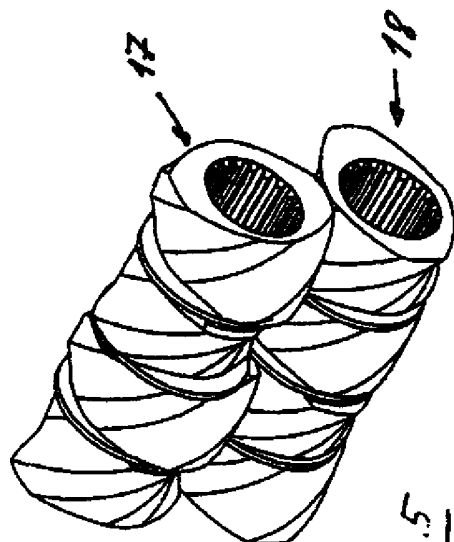
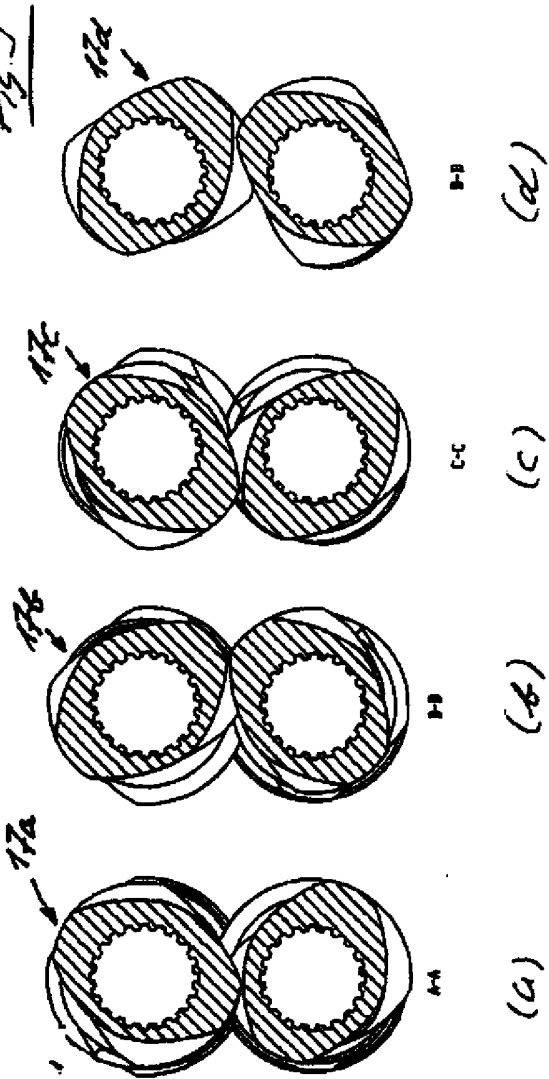


Fig. 5

Fig. 13

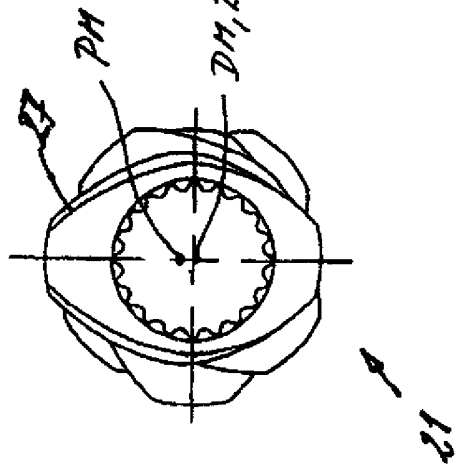


Fig. 14

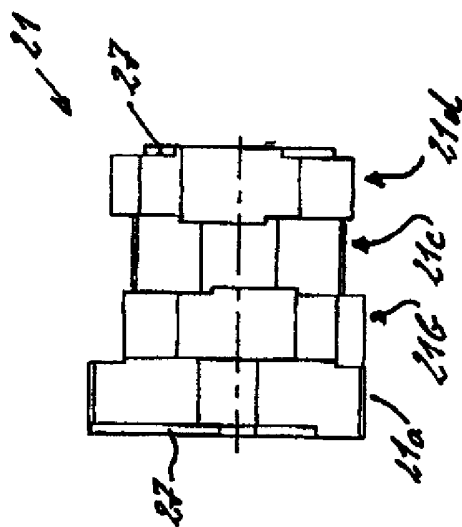


Fig. 12

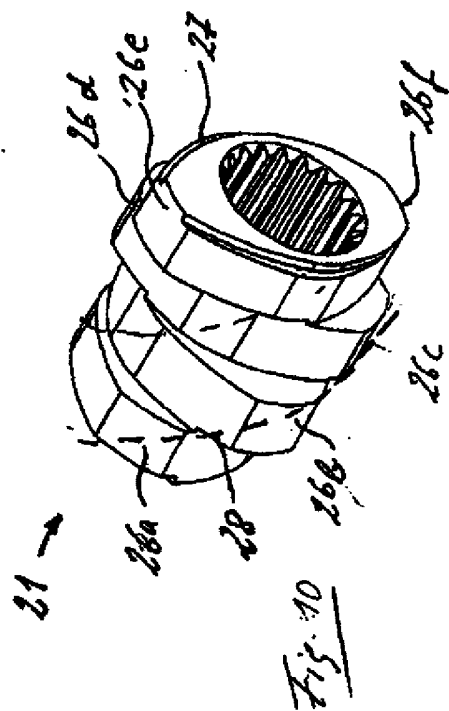
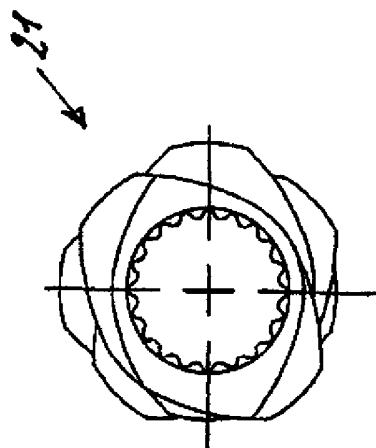


Fig. 14

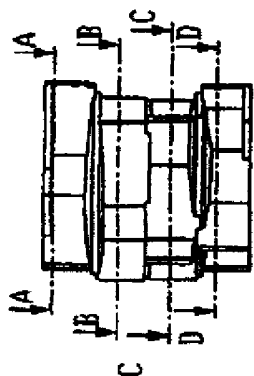
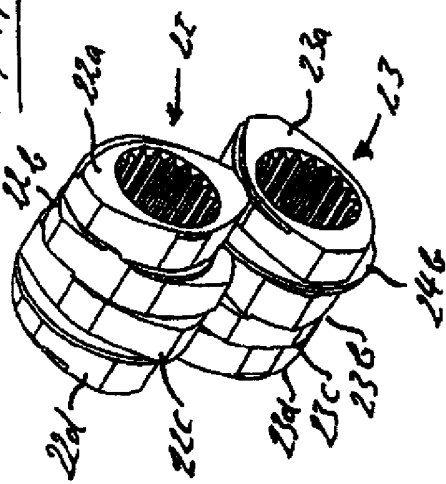


Fig. 17

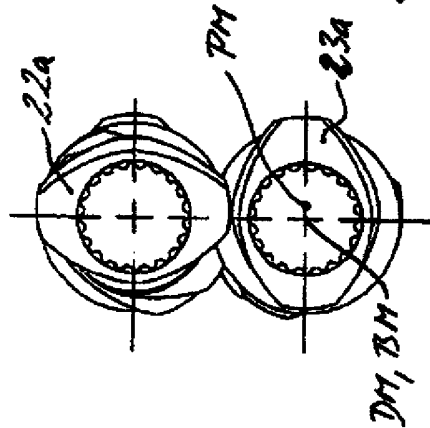
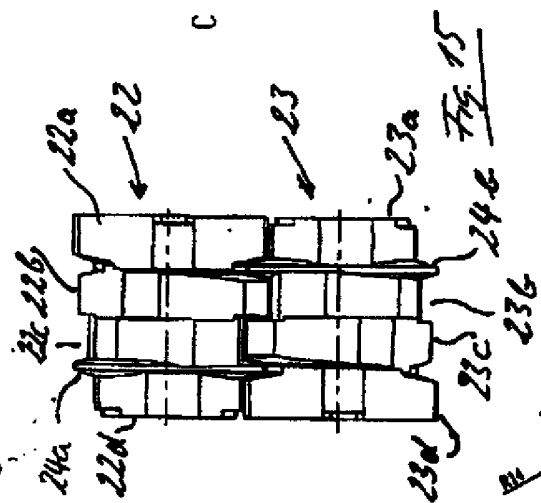
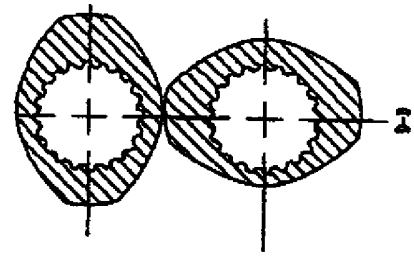
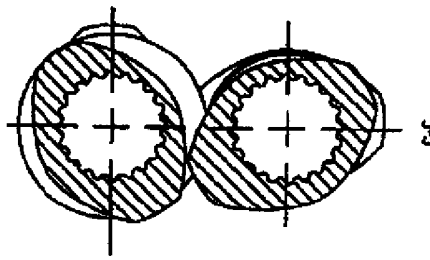


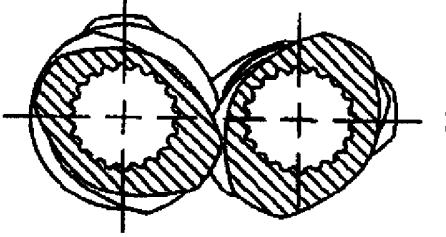
Fig. 16



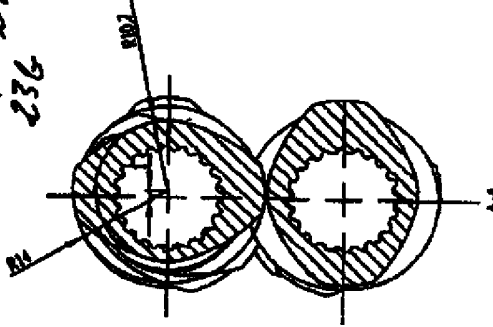
(d)



(c)



(b)



(a)

Fig. 18

Fig. 23

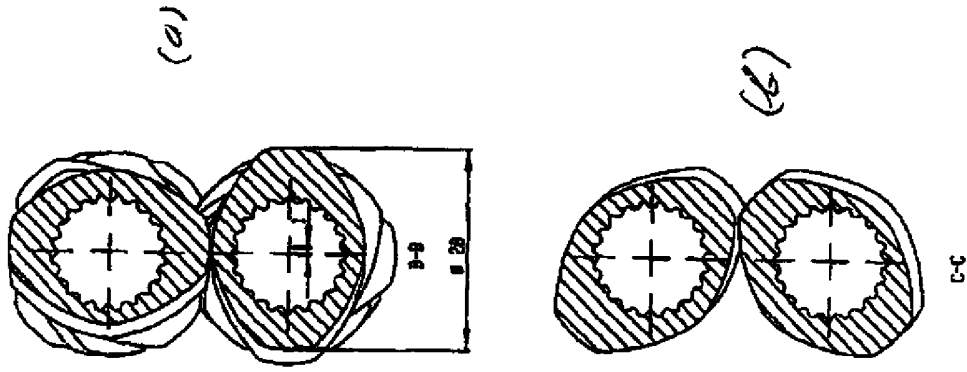


Fig. 22

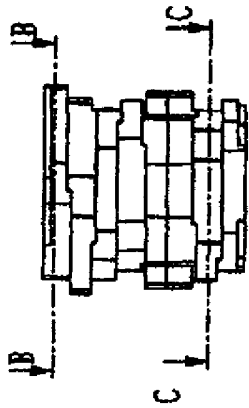


Fig. 20

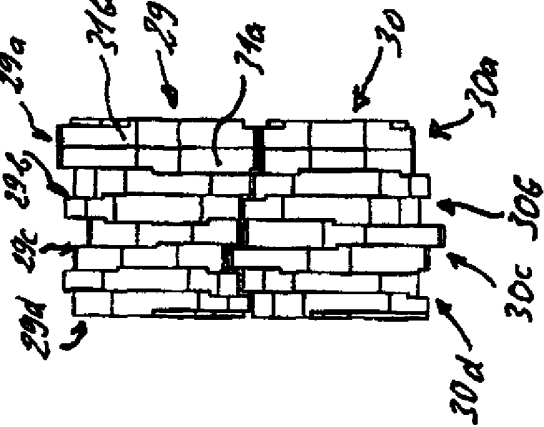


Fig. 21

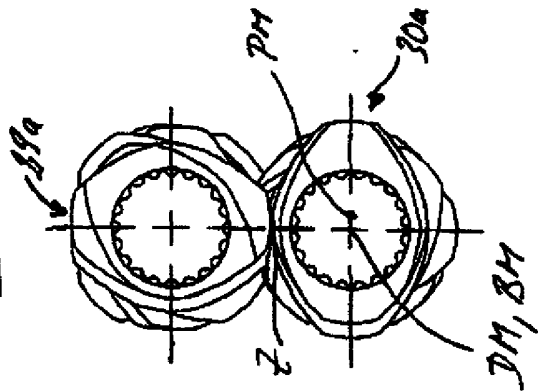


Fig. 19

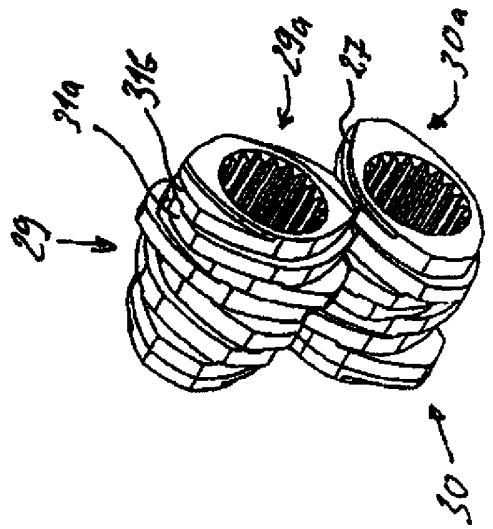
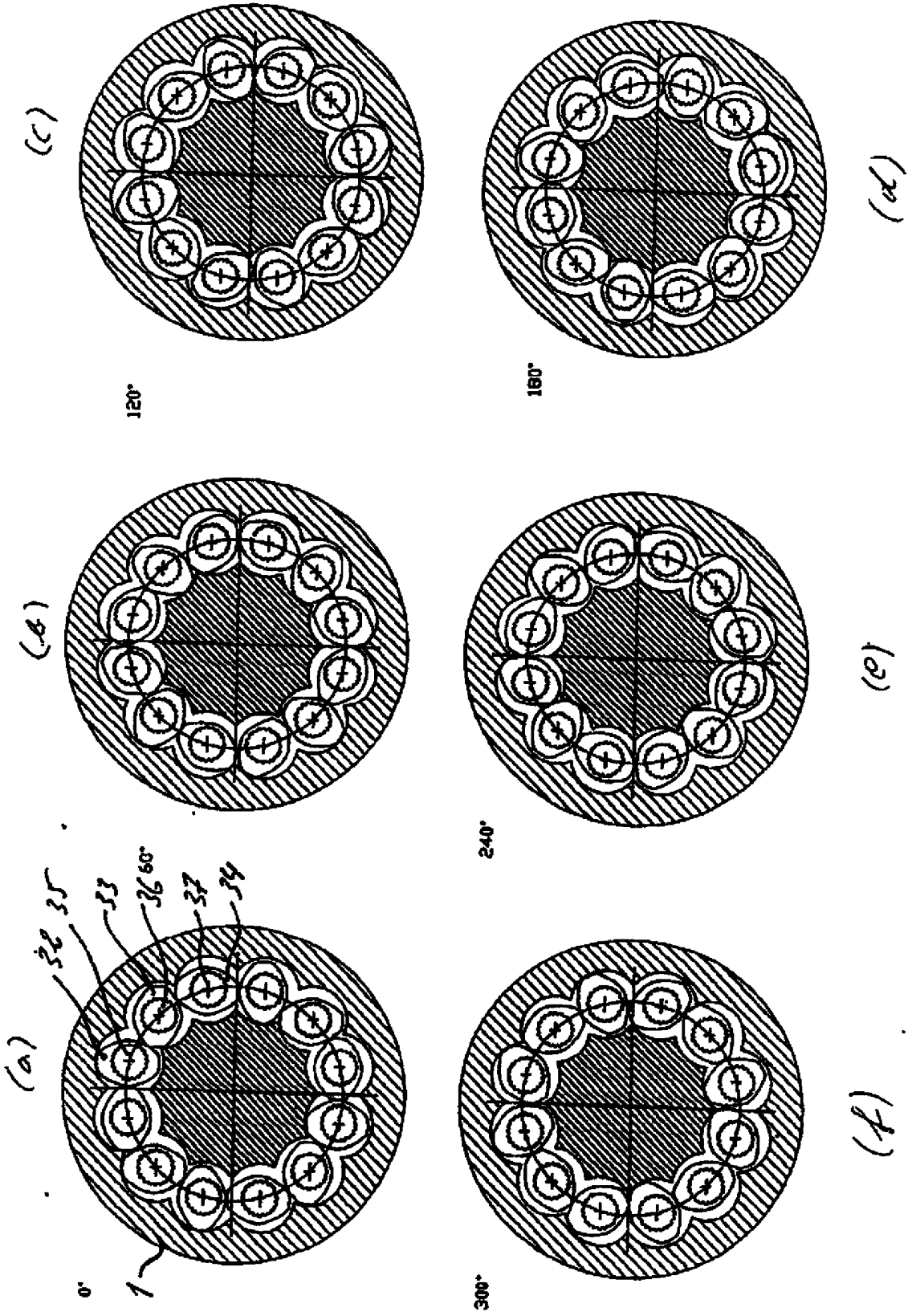


Fig. 24



Patentansprüche

1. Extruder mit einem Gehäuse (1) mit wenigstens zwei zweigängigen Förderwellen (2, 3) mit sich gegenseitig abstreifenden Förderquerschnitten, die gleichsinnig antreibbar in wenigstens zwei Gehäusebohrungen (11, 12) angeordnet sind, die zylindrisch oder konisch ausgebildet sind und deren Achsen (15, 16) parallel oder im Winkel zueinander angeordnet sind, wobei der Abstand (A) der Achsen der beiden Gehäusebohrungen (11, 12) voneinander größer als $D/1,4142$ ist, wobei D der Durchmesser der zylindrischen Bohrung oder der größte Durchmesser der konischen Bohrung ist, zwischen den Gehäusebohrungen (11, 12) und dem Außendurchmesser (DE) der Förderwellen (2, 3) ein Spiel (a') vorgesehen ist und jede Förderwelle (2, 3) mehrere Kurvenscheiben (29, 30) aufweist, wobei die sich jeweils abstreifenden Kurvenscheiben (29, 30) verdreht angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass jede Kurvenscheibe (29, 30) aus gegenüber einander um 180° verdrehten Teilscheiben (31a, 31b) besteht, wobei der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils jeder Teilscheibe (31a, 31b) gegenüber dem Mittelpunkt (BM) der Gehäusebohrung (11, 12) und dem Drehmittelpunkt (DM) der jeweiligen Teilscheibe (31a, 31b) jeweils exzentrisch versetzt angeordnet ist, wobei der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils jeder Teilscheibe (31a, 31b) durch den Schnittpunkt der beiden Spiegelebenen (x, y) des Querschnittsprofils der Teilscheibe (31a, 31b) gebildet wird.
2. Extruder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Exzentrizität (e), um die der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Teilscheiben (31a, 31b) gegenüber dem Mittelpunkt (BM) der Gehäusebohrung (11, 12) und dem Drehmittelpunkt (DM) der Förderwelle (2, 3) jeweils versetzt ist, maximal $(D-A)/4$ beträgt.
3. Extruder nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelpunkt (PM) des Querschnittsprofils der Teilscheiben (31a, 31b) gegenüber den beiden Spiegelebenen (x, y) jeweils um 45° versetzt ist.

4. Extruder nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurvenscheiben (29, 30) durch Abschnitte eines einstückigen Förderelements (4, 5) gebildet sind.
5. Extruder nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens sechs längs eines Kreises mit gleichem Zentriwinkelabstand angeordnete Förderwellen vorgesehen sind.
6. Extruder nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderwellen (2, 3) mehrere Förderabschnitte (17a bis d; 18a bis d) aufweist, wobei zwischen zwei Förderabschnitten (17a bis d; 18a bis d) Barriereringe (20a bis c; 24a, 24b) aufweisen.
7. Extruder nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Barriereringe (20a bis c; 24a, 24b) in unterschiedlichen Abständen zwischen den Förderabschnitten (17a bis d; 18a bis d) angeordnet sind.