(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 602 03 819 T2** 2006.01.26

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 448 356 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 03 819.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/37307**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 803 699.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/043798**
(86) PCT-Anmeldetag: **20.11.2002**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **30.05.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.08.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **20.04.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.01.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B29C 47/64*** (2006.01)
***B29B 7/42*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
**331817 P** **20.11.2001** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR**

(73) Patentinhaber:
**E.I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Del., US**

(72) Erfinder:
**LEVEQUE, Alain, F-74330 Choisy, FR**

(74) Vertreter:
**Marks & Clerk, Luxembourg, LU**

(54) Bezeichnung: **MISCHELEMENT/ABSCHNITT EINER SCHNECKE IN EINER PLASTIFIZIERUNGSVORRICHTUNG**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

### 1. GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Mischen von thermoplastischen Materialien, insbesondere bezieht sie sich auf Schneckengewindekörper zum Mischen von vielfältigen Polymeren, wobei jene Schneckengewindekörper in Extrudern und in Spritzgießmaschinen benützt werden können.

### 2. BESCHREIBUNG ZUM STAND DER TECHNIK

**[0002]** Die Verwendung von Schneckengewindekörpern zum Extrudieren, Mischen bzw. Kompoundieren und Spritzgießen eines Polymers ist bestens bekannt. Wendet man sich zur Fig. 1, so wird hier ein herkömmlicher Schneckengewindekörper **11** zum Einsatz beim Schmelzen und Mischen von Polymeren gezeigt. Der Schneckengewindekörper umfasst drei Zonen: eine Eingangszone **13**, eine Kompressions- oder Übergangszone **15** und eine Dosierzone **17**. Der Schneckengewindekörper **11** ist untergebracht in einem Rohrkörper **19**, der einen konstanten inneren zylindrischen Durchmesser und eine glatte innere Oberfläche aufweist. Polymerharz, das unter gleich welcher Form vorliegen kann, wie zum Beispiel als Pellets, Granulate, Flocken oder Pulver, wird durch eine Öffnung **21** in dem Rohrkörper **19** in die Eingangszone **13** aufgegeben, wo der Schneckengewindekörper **11** sich dreht, um das Polymer zu verdichten und anschließend in die Kompressionszone **15** zu drücken. Das Polymer wird in der Kompressionszone **15** geschmolzen und anschließend in die Dosierzone **17** transportiert, wo das geschmolzene Material homogenisiert wird. Anschließend wird die homogenisierte Schmelze extrudiert, spritzgegossen oder weiter verarbeitet.

**[0003]** Der Schneckengewindekörper **11** umfasst eine Schneckenwelle **23**, welche ein um die Schneckenwelle **23** spiralförmig herum angeordnetes Gewinde aufweist, und so Gewindegänge **25** bildet. Die Gewindegänge **25** sind gekennzeichnet durch ihre Tiefe, welche die Höhe des Gewindeganges **25** oberhalb der Schneckenwelle **23** darstellt, und durch ihre Steigung, welche dem Abstand P zwischen zwei benachbarten Gewindegänge **25** plus der Breite eines Gewindeganges entspricht. Der Außendurchmesser OD der Schneckengewindekörper **11** umfasst die Tiefe eines Gewindeganges **25** oberhalb und unterhalb der Schneckenwelle **23**, wohingegen der Fußkreisdurchmesser RD des Schneckengewindekörpers **11** nur durch den Durchmesser der Schneckenwelle **23** dargestellt ist, ohne die Tiefe der Gewindegänge **25** mit zu umfassen.

**[0004]** Das U.S. Patent No. 3.486.192 enthüllt ein Mischelement zum Einbau in einen Extrusionsschneckengewindekörper, wobei dieses Mischelement in Fig. 2 gezeigt wird. Das Mischelement **30** ist ein verlängerter Zylinder mit einer Oberfläche, welche mit Oberflächenrillen **32** und **34** bearbeitet ist, welche durch erhöhte Stege **36** voneinander getrennt sind. Die Eingangsrillen **32** sind am Ende des Mischelementes offen, welches dem Ende des Elementes **30** zugewandt ist, von welchem aus das Polymer von dem Schneckengewindekörper in das Mischelement eingespeist wird, und die Eingangsrillen **32** sind auf der entgegengesetzten Seite des Mischelementes geschlossen. Die Ausgangsrillen **34** sind offen am Ende des Mischelementes, welches dem Ende des Elementes **30** zugewandt ist, auf welches zu das Polymer entladen wird, und die Ausgangsrillen **34** sind auf dem entgegengesetzten Ende des Mischelementes geschlossen. Die Stege **36** bilden eine Sperre zwischen den Eingangsrillen **32** und den Ausgangsrillen **34**, jedoch besteht ein Spiel zwischen der Oberseite der Stege und der Innenfläche des Rohrkörpers **19**. Das Mischelement **30** dreht sich mit und wird angetrieben durch das Drehen der Schneckenwelle **23**. Das Drehen des Schneckengewindekörpers zwängt geschmolzenes Polymer in die Eingangsrillen **32** des Mischelementes **30**, über die Oberseite der Stege **36** durch das Spiel zwischen den Stegen **36** und der Innenfläche des Rohrkörpers **19** hindurch, und drückt dasselbe durch die Ausgangsrillen **34** hinaus. Die Polymerschmelze ist einer hohen Abscherkraft ausgesetzt, während es zwischen der Oberseite der Stege **36** und der Innenseite des Rohrkörpers **19** hindurch gepresst wird. Weitere Ausführungen von Schneckengewindekörpern des Mischelementes werden in dem U.S. Patent No. 6.136.246 enthüllt.

**[0005]** Mit Mischelementen, so wie sie oben beschrieben werden, war es schwierig, einen sehr hohen Grad an Polymervermischung zu erreichen, ohne zur gleichen Zeit eine übermäßige Erhitzung des Polymers zu erzeugen, was oft ein Qualitätsverlust des Polymers nach sich zog. Aus diesem Grunde gibt es ein Bedürfnis nach einer Vermischungsschraube für den Einsatz in Extrudern und in Spritzgießmaschinen, welche einen sehr hohen Grad an Vermischung und Homogenisierung erzielt, welche aber ein unnützes Aufheizen oder einen unnützen Qualitätsverlust des Polymers nicht nach sich zieht. Es gibt ebenfalls ein Bedürfnis nach einem Schneckengewindekörper mit einem Mischelement, welches einen hohen Grad an Polymervermischung er-

zeugt, welches aber den Polymerfluss durch den Schneckengewindekörper nicht so beeinträchtigt, dass Verminderungen der Drehgeschwindigkeiten des Schneckengewindekörpers und der allgemeinen Durchflussraten an Polymerharz notwendig werden. Was aus diesem Grunde benötigt wird, ist eine Vorrichtung, welche eine homogene Schmelze aus verschiedenen Polymeren erzeugt, ohne eine wesentliche Qualitätsverminderung des Polymerharzes zu verursachen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Mischen von thermoplastischen Materialien, insbesondere bezieht sie sich aber auf Schneckengewindekörper zum Mischen von vielfältigen Polymeren, wobei jene Schneckengewindekörper in Extrudern und in Spritzgießmaschinen benützt werden können. Die Vorrichtung umfasst einen Rohrkörper mit einem sich darin befindlichen Hohlraum, der einen im Wesentlichen runden Querschnitt und eine Längsachse aufweist, wobei der Hohlraum des Rohrkörpers eine Innenoberfläche aufweist und einen Schneckengewindekörper, der drehbar in dem Hohlraum des Rohrkörpers montiert ist. Der Schneckengewindekörper ist koaxial zur Längsachse des Hohlraums des Rohrkörpers derart montiert, dass ein Polymermaterial von einem Einlassende des Hohlraumes des Rohrkörpers aus durch den Hohlraum des Rohrkörpers hindurch bis zu einem Auslassende des Hohlraums des Rohrkörpers weitergeleitet wird, während sich dieser Schneckengewindekörper in einer Rotationsbewegung befindet. Der Schneckengewindekörper weist eine Schneckenwelle mit einem sich spiralförmig um die Schneckenwelle herum erstreckenden Gewinde auf, so dass eine Vielzahl von Gewindegängen gebildet wird, und der Schneckengewindekörper weist eine Zone auf, durch welche das geschmolzene Polymer hindurch gefördert wird. Der Schneckengewindekörper besitzt einen Querschnittsbereich für den Durchfluss zwischen den unmittelbar benachbart gelegenen Gewindegängen des Schneckengewindekörpers, welcher gleich groß ist wie die radiale Höhe um welche sich das Schneckengewinde des unmittelbar benachbarten Gewindeganges über die Schneckenwelle hinaus erstreckt, multipliziert mit der Breite zwischen den unmittelbar benachbarten Gewindegängen. Der Schneckengewindekörper weist einen Teil innerhalb der Zone auf, durch welche geschmolzenes Polymer hindurch gefördert wird, wobei dieser Teil des Schneckengewindekörpers kein Schneckengewinde besitzt und wo die Schneckenwelle ein Mischelement bildet mit einem Einlassende, welches auf das Einlassende des Hohlraums des Rohrkörpers hin gerichtet ist, und mit einem Auslassende, welches auf das Auslassende des Hohlraums des Rohrkörpers hin gerichtet ist.

**[0007]** Das Mischelement des Schneckengewindekörpers weist eine trommelförmige Oberfläche auf, die sich über der Schneckenwelle erstreckt, welche koaxial mit der Schneckenwelle verläuft. Diese trommelförmige Oberfläche besitzt eine Vielzahl von Eingangsrillen auf der trommelförmigen Oberfläche, die sich in einer allgemein axial ausgebildeten Richtung erstrecken, wobei sich Rillenöffnungen an dem Einlassende des Mischelements befinden, bei welchem diese Eingangsrillen enden, bevor sie das Auslassende des Mischelements erreichen, und eine Vielzahl von Ausgangsrillen auf der trommelförmigen Oberfläche, die sich in einer im allgemeinen axial ausgebildeten Richtung erstrecken, wobei sich Rillenöffnungen an dem Auslassende des Mischelements befinden, bei welchem diese Ausgangsrillen enden, bevor sie das Einlassende des Mischelements erreichen. Die Vielzahl von Ausgangsrillen wechseln sich mit dieser Vielzahl von Eingangsrillen ab, so dass diese Eingangs- und Ausgangsrillen über einen Teilbereich der Oberfläche des Mischelements aneinander angrenzen. Stege, die sich zwischen diesen Eingangs- und diesen Ausgangsrillen erstrecken, trennen diese Eingangsrillen von diesen Ausgangsrillen, wobei die Länge eines jeden Steges im wesentlichen eine gleich große Länge mit dem angrenzenden Teil der benachbarten Eingangs- und Ausgangsrillen aufweist. Ein jeder dieser Stege weist eine oben liegende Oberfläche auf, welche sich über die Länge des Steges erstreckt, wobei der Steg eine Breite zwischen den Eingangs- und Ausgangsrillen aufweist, welche unter 2 mm liegt. Die oben liegende Stegoberfläche erstreckt sich in der Richtung der innen liegenden Oberfläche des hohlen Rohrkörpers, ohne aber dieselbe zu erreichen. Der freie Raum zwischen der oben liegenden unter diesen Stegoberflächen und der innen liegenden Oberfläche des Hohlraums des Rohrkörpers beträgt vorzugsweise weniger als 0,5 mm.

**[0008]** Gemäß dieser Erfindung besteht eine Stegquerschnitts-Scherfläche, welche einem jeden einzelnen Steg entspricht, der gleich ist mit der Länge des Steges multipliziert mit dem freien Abstand zwischen dem Steg und der innen liegenden Oberfläche des Hohlraums des Rohrkörpers, und dabei ist die Summe der Scherflächen des Stegquerschnitts für alle Stege des Mischelementes größer oder gleich wie 95% des Durchflussquerschnitts zwischen den benachbarten Gewindegängen des Schneckengewindekörpers, durch welchen das Polymermaterial unmittelbar vor dem Eintritt in das Mischelement hindurch fließt.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0009]** Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines herkömmlichen Schneckengewindekörpers;

**[0010]** Fig. 2 ist eine Seitenansicht eines Teiles eines herkömmlichen Mischelementes an einem Schneckengewindekörper;

**[0011]** Fig. 3 ist eine Seitenansicht eines Mischelementes an einem Schneckengewindekörper gemäß der Erfindung;

**[0012]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht des in der Fig. 3 gezeigten Mischelementes.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0013]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Mischvorrichtung, welche in einer Spritzgießmaschine oder in einem Extruder benützt werden kann. Die Mischvorrichtung umfasst einen Schneckengewindekörper mit einer Schneckenwelle, welche ein spiralförmig um die Schneckenwelle herum angeordnetes Gewinde aufweist, um auf diese Art eine Vielzahl von Gewindegängen zu bilden. Der Schneckengewindekörper besitzt drei Zonen: eine Eingangszone, eine Kompressionszone sowie eine Dosierzone, und er ist im Betrieb in einen zylindrischen Rohrkörper montiert, welcher in bevorzugter Weise eine glatte innere zylindrische Fläche aufweist und welcher es dem Schneckengewindekörper erlaubt im Innern des Rohrkörpers zu drehen. Ein Mischelement ist in der Dosierzone des Schneckengewindekörpers eingebaut, um die Vermischung des Polymers zu verbessern, ohne dass aber eine Kompression oder eine Scherkraft von übermäßigem Ausmaß in einem Polymer erzeugt wird, welches dabei ist vermischt zu werden.

**[0014]** So wie hierin benützt, bezieht sich der Ausdruck "Eingangszone" auf jene Zone des Schneckengewindekörpers, wo das Material eingefüllt wird und noch nicht komplett geschmolzen ist. Falls das Polymer in der Form von Polymerpellets eingefüllt wird, sind die Pellets in der Eingangszone in ihrer unverschmolzenen Schüttform anzutreffen.

**[0015]** Der Ausdruck "Kompressionszone" bezieht sich auf jene Zone des Schneckengewindekörpers, wo das Material verdichtet und geschmolzen wird. Im Falle von Polymerpellets, zum Beispiel, sind die Pellets in der Kompressionszone vorhanden in einem Mischstadium zwischen ihrer Schüttform und ihrer Schmelzform. Die Wände des Rohrkörpers, in welchem der Schneckengewindekörper sich in Rotation befindet, sind in der Kompressionszone beheizt, um das Polymer zu schmelzen, welches durch den Schneckengewindekörper vermischt wird.

**[0016]** Der Ausdruck "Dosierzone" bezieht sich auf jene Zone des Schneckengewindekörpers, wo das Material total geschmolzen ist und das geschmolzene Polymer homogenisiert wird. Im Falle von Harzpellets, liegen die Pellets in einer komplett geschmolzenen Form vor. Die Wände des Rohrkörpers können in der Dosierzone beheizt werden, und so helfen, die Temperatur des geschmolzenen Polymers aufrecht zu halten.

**[0017]** Ein Gewindegang des Schneckengewindekörpers ist gekennzeichnet durch seine Tiefe, welche definiert ist als die Höhe des Gewindeganges oberhalb der Schneckenwelle, durch seine Breite, und durch seine Steigung, welche definiert ist als die Länge des Gewindeganges (der Abstand zwischen zwei nebeneinander liegenden Windungen des Gewindeganges auf der Schneckenwelle) plus eine zusätzliche Breite des Gewindeganges. Falls ein Gewindegang eine Steigung von 25 mm hat, so bedeutet dies, dass wenn die Schneckengewindekörper sich einmal gedreht hat, das Polymer im Gewindegang sich axial um 25 mm in dem Schneckengewindekörper bewegt hat.

**[0018]** Die "Durchfluss-Querschnittszone" zwischen aufeinander folgenden Gewindegängen des Schneckengewindekörpers ist gleich der Tiefe der ringförmigen Fläche zwischen der Schneckenwelle **23** und der Innenfläche des Rohrkörpers **19** multipliziert mit der Breite der Steigung. Die Breite (W) der Steigung kann gemäß folgender Formel berechnet werden:

$$W = P(\cos\theta) - e$$

wobei "θ" der Winkel des Gewindeganges zur Richtung senkrecht zu der Längsachse des Schneckengewindekörpers ist, "P" ist die Steigung, und "e" ist die Dicke des Gewindeganges.

**[0019]** In der Vermischungsvorrichtung gemäß vorliegender Erfindung umfasst der Schneckengewindekörper mindestens ein Mischelement in der Zone eines Schneckengewindekörpers, durch welchen geschmolzenes Polymer hindurch transportiert wird. Das Mischelement schränkt den Durchgang des Polymers nicht ein, sondern es bewirkt zur gleichen Zeit einen sehr hohen Grad an Vermischung des Polymers. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das Mischelement in der Dosierzone des Schneckengewindekörpers angeordnet. Das Mischelement ist vorzugshalber an oder nahe bei dem Punkt angeordnet, wo die Kompressionszone auf die Dosierzone des Schneckengewindekörpers trifft. Wahlweise kann sich das Mischelement irgendwo anders in der Dosierzone befinden, einschließlich des am weitesten stromabwärts gelegenen Drittels der Dosierzone. In einer alternativen Ausführung der Erfindung könnte der Schneckengewindekörper ein solcher sein mit einer Eingangszone und einer Kompressionszone, aber ohne Dosierzone, wobei ein Mischelement sich am Ende der Kompressionszone befindet, wo das Polymer geschmolzen worden ist. In einer weiteren alternativen Ausführung der Erfindung kann der Schneckengewindekörper hergestellt sein mit einer Eingangszone, gefolgt von einer Kompressionszone, welche ihrerseits gefolgt ist von einer sehr kurzen Dosierzone mit nicht mehr als einem Gewindegang, wobei das Mischelement sich am Ende dieser sehr kurzen Dosierzone befindet.

**[0020]** Eine bevorzugte Ausführung des Mischelementes der Mischvorrichtung gemäß dieser Erfindung wird in den Fig. 3 und Fig. 4 gezeigt. Das Mischelement **40** ist ein länglicher Zylinder mit einer bearbeiteten oder gegossenen Oberfläche, mit Oberflächenrillen **42** und **44**, welche durch hervorstehende Stege **46** von einander getrennt sind. Vorzugsweise besitzen die Oberflächenrillen **42** und **44** einen gekrümmten Querschnitt, wie zum Beispiel einen gerundeten Querschnitt oder die parabolischen Rillenquerschnitte, so wie sie in Fig. 4 gezeigt werden. Die Eingangsrillen **42** sind offen am Ende des Mischelementes, welches dem Ende des Elementes **40** zugewandt ist, vom dem aus Polymer mit Hilfe des Schneckengewindekörpers dein Mischelement zugeführt wird, und die Eingangsrillen **42** sind auf der entgegengesetzten Seite des Mischelementes geschlossen. Die Ausgangsrillen **44** sind offen am Ende des Mischelementes, welches dem Ende des Elementes **40** zugewandt ist, auf welches zu das Polymer entladen wird, und die Ausgangsrillen **44** sind auf der entgegengesetzten Seite des Mischelementes geschlossen. Die Stege **46** bilden eine Sperre zwischen den Eingangsrillen **42** und den Ausgangsrillen **44**, aber es besteht ein Spiel zwischen der Oberseite der Stege und der Innenseite des Rohrkörpers **19**. Der Zylinder des Mischelementes dreht sich mit und wird angetrieben durch die Drehung der Schneckenwelle **23**. Die Drehung des Schneckengewindekörpers zwingt geschmolzenes Polymer in die Eingangsrillen **42** des Mischelementes **40**, über die Oberseite der Stege **46** durch das Spiel zwischen den Oberseiten der Stege **46** und der Innenseite der Rohrkörper **19** hindurch und hinaus durch die Ausgangsrillen **44**.

**[0021]** Gemäß einer alternativen Ausführung der Erfindung können die Nuten und die Stege an der Oberfläche des Mischelementes unter einem gewissen Winkel zur Drehachse des Mischelementes und des Schneckengewindekörpers angeordnet sein. Zum Beispiel können die Eingangsrillen, die Ausgangsrillen und die Stege, welche die Eingangsrillen und die Ausgangsrillen von einander trennen, schraubenförmig um die Oberfläche des Mischelementes herum gewickelt sein. Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung kann die Breite der Eingangsrillen **42** breiter gemacht werden in Richtung auf die offenen Enden derselben und schmaler gemacht werden in Richtung auf die geschlossenen Enden derselben und ergänzend können die Ausgangsrillen **44** derart gestaltet werden, dass sie ebenfalls breiter sind in Richtung auf ihre offenen Enden zu und dass sie schmaler sind in Richtung auf ihre geschlossenen Enden zu, während die Stege **46** eine im Wesentlichen einheitliche Breite über ihre Länge hinweg bewahren.

**[0022]** In der Mischvorrichtung gemäß der Erfindung beträgt das Spiel zwischen den Oberseiten der Stege **46** und der Innenseite des Rohrkörpers **19** weniger als 0,5 mm, und beträgt vorzugshalber weniger als 0,3 mm, ist aber größer als 0,05 mm. Dieser niedrige Grad an Spiel erzeugt einen hohen Grad an Scherung in dem Polymer, während dasselbe über die Stege **46** fließt. Diese hohe Scherung heizt sämtliche Teile des Polymers schnell auf und vermischt sie, während das Polymer zwischen den Stegen **46** und dem Inneren der Rohrkörper hindurch gequetscht wird. Um ein Überhitzen sowie eine mögliche Qualitätsminderung des Polymers zu vermeiden, wird die Dicke der Stege **46** bei weniger als 2 mm gehalten, und noch lieber bei weniger als 1,4, und am liebsten bei weniger als 1 mm. Dieses enge Spiel und der sehr dünne Steg ermöglichen es für eine sehr kurze Zeitspanne einen sehr hohen Grad an Scherung in dem Polymer zu erzeugen. Die kurze Dauer des hohen Scherstadiums bewahrt das Polymer vor einer Überhitzung, die andernfalls eine Qualitätsminderung des Polymers verursachen könnte, während es vermischt wird.

**[0023]** Vorzugshalber sind die Eingangsrillen **42** und die Ausgangrillen **44** mehr als drei Mal so tief wie das Spiel zwischen den Stegen **46** und dem Rohrkörper **19**. Es wird noch stärker bevorzugt, dass die Eingangsrillen **42** und die Ausgangsrillen **44** wenigstens vier Mal breiter sind als die Dicke der Stege **46**. Die Eingangsrillen **42** und die Ausgangsrillen **44** haben üblicherweise eine Tiefe von 1 bis 6 mm und eine Breite von 4 bis 15 min, abhängig von der Größe des Schneckengewindekörpers. So zum Beispiel hatte in dem Schneckengewinde-

körper, welcher in dem Beispiel 1 enthüllt wird, eine jede der Eingangsrillen **42** und Ausgangsrillen **44** eine Tiefe von 2,8 mm und eine Breite von 11 mm, während die Oberseite eines jeden der dem Rohrkörper **19** zugewandten Stege eine Dicke von 0,7 mm hatte und das Spiel zwischen der Oberseite der Stege **46** und der Innenseite des Rohrkörpers 0,25 mm betrug.

**[0024]** Der "Scherquerschnitt" eines Mischelementes ist definiert als das Spiel zwischen den Stegen **46** und der Innenseite des Rohrkörpers **19** multipliziert mit der Länge des Steges ("L" in Fig. 3) multipliziert mit zwei Mal der Anzahl der Eingangsrillen. Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Scherquerschnitt eines jeden in dem Schneckengewindekörper einbezogenen Mischelementes größer oder gleich mit 95% des Durchflussquerschnitts zwischen den nebeneinander liegenden Gewindegängen des Schneckengewindekörpers, durch welche das Polymer hindurch fließt, unmittelbar bevor es in das Mischelement eintritt. Der Scherquerschnitt eines jeden Mischelementes ist vorzugsweise grösser oder gleich dem Durchflussquerschnitts zwischen den nebeneinander liegenden Gewindegängen des Schneckengewindekörpers durch welche das Polymer hindurch fließt, unmittelbar bevor es in das Mischelement eintritt. Gemäß der am meisten bevorzugten Ausführung der Erfindung beträgt der Scherquerschnitt eines jeden Mischers zwischen 100% und 120% des Durchflussquerschnitts zwischen den nebeneinander liegenden Gewindegängen des Schneckengewindekörpers durch welche das Polymer hindurch fließt, unmittelbar bevor es in das Mischelement eintritt. Durch das Vorsehen eines Mischelementes mit einem Scherquerschnitt, welcher im Wesentlichen gleich oder größer als der Durchflussquerschnitt ist, engt das Mischelement die Durchsatzrate an Polymer des Schneckengewindekörpers nicht ein.

**[0025]** Es wurde herausgefunden, dass die Mischvorrichtung gemäß der Erfindung wirksam ist, wenn der Schneckengewindekörper ein solcher Schneckengewindekörper mit einem niedrigen Kompressionsverhältnis ist. Das Kompressionsverhältnis ist ein Ausdruck für den Umfang, um welchen der Schneckengewindekörper ein Polymerharz während der Verarbeitung verdichtet oder zusammen quetscht.

**[0026]** Das volumetrische Kompressionsverhältnis ist das Volumen eines Gewindeganges des Schneckengewindekörpers in der Eingangszone dividiert durch das Volumen eines Gewindeganges in der Dosierzone des Schneckengewindekörpers. In der Praxis kann das Kompressionsverhältnis für Schneckengewindekörper mit einer konstanten Steigung berechnet werden mit Hilfe der nachfolgenden vereinfachten Gleichung:

$$\text{Kompressionsverhältnis} = \frac{\text{(Tiefe des Gewindeganges in der Eingangszone)}}{\text{(Tiefe des Gewindeganges in der Dosierzone)}}$$

**[0027]** Unter Hochdruck arbeitende Schneckengewindekörper, welche allgemein für kristalline oder halbkristalline Polymermaterialien verwendet werden, weisen ein Kompressionsverhältnis auf, das größer als annähernd 2,5 ist. Standardisierte Kompressionsschneckengewindekörper, welche allgemein zur Verarbeitung von amorphen Materialien benützt werden, weisen Kompressionsverhältnisse von annähernd 1,8 bis 2,5 auf. Schneckengewindekörper mit einem Kompressionsverhältnis von weniger als 1,8 werden betrachtet als Schneckengewindekörper mit einem niedrigen Kompressionsverhältnis.

**[0028]** Ein Schneckengewindekörper mit einer niedrigen volumetrischen Kompression kann gemäß den Grundsätzen der PCT Patentveröffentlichung No. WO 9/56937 konstruiert werden und an das dem Spritzgießen zu unterwerfende Polymerharz angepasst werden. In solchen Schneckengewindekörpern wird der Massenfluss an Polymerharz längs des Schneckengewindekörpers ausgeglichen, so dass ein konstanter Druckgewinn entlang dem Schneckengewindekörper stattfindet, dies ohne Druckspitzen.

**[0029]** Die Mischvorrichtung gemäß der Erfindung kann benützt werden um einen breit gefächerten Bereich an Polymeren und Polymerzusätzen zu mischen. Der erfindungsgemäße Schneckengewindekörper kann benützt werden in einer Extrusions- oder in einer Spritzgießmaschine, wie zum Beispiel einer Maschine für das Spritzblasformen. Es wurde gefunden, dass der Schneckengewindekörper vor allem nützlich ist zum Extrudieren und Spritzgießen von Mischungen aus verschiedenen Polymeren. Während die Erfindung mit Hilfe eines Schneckengewindekörpers veranschaulicht wurde, welcher sich aus einem Schneckengewindekörper und einem Mischelement zusammensetzt, liegt im Schutzumfang der vorliegenden Erfindung auch ein Schneckengewindekörper mit drin, welcher zwei oder mehr der oben beschriebenen Mischelemente enthält, oder eine Vorrichtung, welche zwei oder mehr solcher Schneckengewindekörper umfasst. Während die Erfindung im Zusammenhang mit einem Schneckengewindekörper veranschaulicht worden ist, welcher einen Gewindegang aufweist, so ist ein Schneckengewindekörper mit mehr als nur einem Gewindegang auch im Schutzumfang der vorliegenden Erfindung enthalten.

**[0030]** Die Erfindung wird weiterhin veranschaulicht durch die nachfolgenden Beispiele. Die Beispiele dienen

nur zum Zweck der Veranschaulichung und es ist nicht beabsichtigt, die Erfindung einzuengen. Änderungen an Details können gemacht werden, ohne vom Schutzumfang der Erfindung abzuweichen.

## BEISPIELE

### BEISPIEL 1 UND VERGLEICHSBEISPIEL 2

**[0031]** In dem Beispiel 1 wurde ein Schneckengewindekörper gemäß der Erfindung hergestellt und er wurde zum Spritzgießen eines thermoplastischen Polyacetalharzes verwendet. Das Polyacetalharz wurde in der Form von körnigen Pellets mit einem Durchmesser von annähernd 2 bis 4 mm in die Aufgabezone eingeführt. Das Polyacetalharz war Delrin® 500 P, ein Polyacetalharz vermischt mit annähernd 1 Gew.-% von zugesetzten thermischen Stabilisatoren und Schmiermitteln, welche einen Schmelzpunkt von 117°C (ISO 3146 Methode C2) und eine Schmelzflussrate von 15 g/10 min aufweisen, dies gemäß den normalisierten Verfahren (ISO 1133) bei einer Temperatur von 190°C mit einem Gewicht von 2,16 kg, wobei Delrin® 500 P bezogen werden kann von E.I. DuPont de Nemours and Company (DuPont) aus Wilmington, Delaware, U.S.A.

**[0032]** Der Schneckengewindekörper aus dem Beispiel 1 besaß eine Aufgabezone, eine Kompressionszone und eine Dosierzone, und er hatte einen niedrigen volumetrischen Kompressionsgrad, so wie in der PCT Veröffentlichung WO 99/56937 enthüllt. Der Schneckengewindekörper umfasste ein Mischelement, so wie vorher mit Bezug auf die Fig. 3 und Fig. 4 beschrieben. Das Mischelement befand sich am Anfang der Dosierzone, wo die Kompressionszone die Dosierzone berührt. Der Schneckengewindekörper war komplett hergestellt aus Nitrierstahl mit einer Härte von 83 HRA und den Abmessungen wie sie nachstehend dargelegt sind.

**[0033]** Im Vergleichsbeispiel 2 wurde ein Schneckengewindekörper hergestellt, so wie der Schneckengewindekörper in dem Beispiel 1, mit der Ausnahme, dass er kein Mischelement enthielt, und dieser Schneckengewindekörper wurde zum Spritzgießen des gleichen thermoplastischen Polyacetalharzes benützt, wie in Beispiel 1.

**[0034]** Die im Beispiel 1 und im Vergleichsbeispiel 2 benützten Schneckengewindekörper hatten folgende Abmessungen:

| | BEISPIEL 1 | VERGLEICHSBEISPIEL 2 |
|---|---|---|
| Schneckengewindekörper Durchmesser: | 30 mm | 30 mm |
| Kompressionsgrad (Volumen) | 1,55 | 1,55 |
| DOSIERZONE: | | |
| Gewindegangsteigung | 42 mm | 42 mm |
| Gewindegangtiefe | 2,6 mm | 2,6 mm |
| Durchflussquerschnitt | 92 $mm^2$ | 92 $mm^2$ |
| MISCHELEMENT: | | |
| Anzahl Stege | 8 | - |
| Steglänge (L) | 50 mm | - |
| Stegbreite (oberer Teil) | 0,7 mm | - |
| Spiel (oberen Teile des Steges – Rohrkörper) | 0,25 mm | - |
| Gesamte Scherfläche | 100 $mm^2$ | - |
| Scherfläche/Dosierungsfläche (%) | 104% | - |

**[0035]** In beiden Beispielen, Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel 2, wurde der Schneckengewindekörper in einer Spritzgießmaschine verwendet, welche eine Schließkraft von 150 ton hatte und mit einem Rohrkörper von 30 mm Durchmesser ausgerüstet war. Der Rohrkörper war an eine Formvorrichtung mit zwei Höhlungen und einem Volumen von annähernd 40 $cm^3$ angeschlossen. Ein Formzyklus von annähernd 1 Minute wurde angewandt. Während jedem Zyklus drehte der Schneckengewindekörper annähernd 4 Sekunden lang mit einer Geschwindigkeit von 190 $U \cdot min^{-1}$, um das geschmolzene Polymer in das Speicherteilstück des Rohrkörpers zu drücken, welches sich zwischen dem Ende des Schneckengewindekörpers und der Formhöhlung befand. Der Schneckengewindekörper wurde dann um einen Hub von 6,7 cm vorgeschoben, um so das gespeicherte Polymer in die Formhöhlung einzuspritzen. Das Polymer durfte in der Formhöhlung während annähernd 55 Sekunden kristallisieren, bevor der gegossene Artikel aus der Formhöhlung entfernt und der Zyklus wiederholt wurde. Die gesamte Leistung des Schneckengewindekörpers betrug 55 kg/hr. Die Rohrkörpertemperatur war auf 200°C in der Eingangszone, 210°C in der Kompressionszone und 215°C in der Dosierzone und Speicherzone eingestellt. Die Temperatur der Form war auf 90°C eingestellt. Im Beispiel 1 war die Temperatur des Polymers, so wie es aus dem Schneckengewindekörper kam, weniger als 2°C höher als die Temperatur des Rohrkörpers, was beweist, dass der Mischvorgang nur ein geringes zusätzliches Aufheizen der Polymerschmelze

bewirkte, obwohl sogar ein Mischelement im Beispiel 1 benützt wurde.

**[0036]** Zugversuchsstäbe in der Form eines profilierten Stranges (dog bone) wurden in der Formvorrichtung mit zwei Höhlungen und einer Geschwindigkeit von annähernd einem Pressvorgang pro Minute spritzgegossen. Die Zugstäbe wurden gemäß ISO 294 zubereitet und hatten eine Gesamtlänge von 16,6 cm mit einem eingeschnürten Teil, der 8 cm lang, 1 cm breit und 4 mm dick war. Während eines jeden Pressvorganges dosierte der sich drehende Schneckengewindekörper zuerst die Polymerschmelze bevor er stehen blieb und sich um 6,7 cm in axialer Richtung verschob, um so das Polymer in die Formhöhlung zu drücken.

**[0037]** Zehn mit einem jeden Schneckengewindekörper gegossene Zugstäbe wurden dem Zufall nach ausgewählt für Zugversuche gemäß ISO 527-1. Die mechanischen Eigenschaften der getesteten Stäbe waren folgende:

| | BEISPIEL 1 | VERGLEICHSBEISPIEL 2 |
|---|---|---|
| Zugfestigkeit – Durchschnitt | 72 MPa | 69 MPa |
| Modul – Durchschnitt | 3,1 GPa | 3,3 GPa |
| Dehnung bei Bruch – Minimum | 40% | 22% |
| Dehnung bei Bruch – Maximum | 71% | 62% |
| Dehnung bei Bruch – Durchschnitt | 58% | 48,7% |

**[0038]** Die Übereinstimmung des Resultates für die Dehnung bei Bruch ist ein guter Anzeiger für die Homogenität der Polymerschmelze, welche zur Herstellung des Stabes benützt wurde. Wie ersichtlich war die minimale Dehnung 18% größer für die Stäbe, welche mit dem Schneckengewindekörper gemäß der Erfindung hergestellt wurden, gegenüber den Stäben, welche mit dem Schneckengewindekörper gemäß dem Vergleichsbeispiel 2 hergestellt wurden. Wie ersichtlich wurde die erhöhte Konsistenz, welche mit dem Schneckengewindekörper gemäß der Erfindung erreicht wurde, nicht auf Kosten einer Verminderung der Qualität des Polymers erzielt, welche sonst die Zugfestigkeit der Versuchsstäbe vermindert hätte.

## BEISPIELE 3, 4 UND VERGLEICHSBEISPIEL 5

**[0039]** In den Beispielen 3 und 4 wurde ein Schneckengewindekörper mit einem Mischelement, so wie oben für Beispiel 1 beschrieben, in der Spritzgießmaschine von Beispiel 1 benützt zum Spritzgießen von thermoplastischen Polyacetalharz-Zusammensetzungen mit der gleichen Formulierung, welche aber unter verschiedenen Formen in die Eingangszone des Schneckengewindekörpers eingeführt wurden. Im Beispiel 3 wurden die einzelnen Bestandteile der Zusammensetzungen vorher in einem separaten Vermischungs- bzw. Kompoundierungsvorgang vor dem Spritzgießen vorab vermischt bzw. kompoundiert. Im Beispiel 4 wurden die Komponenten der Zusammensetzung direkt in den Schneckengewindekörper für das Spitzgießen eingeführt, ohne einen vorherigen Kompoundierungsvorgang. Im Vergleichsbeispiel 5 wurde die in den Beispielen 3 und 4 benützte Spritzgießmaschine eingesetzt, um das mehrfache Komponentenharz aus Beispiel 4 dem Spritzgießen zu unterziehen, aber der benützte Schneckengewindekörper war der Schneckengewindekörper des Vergleichsbeispiels 2, welcher kein Mischelement umfasste.

**[0040]** Im Beispiel 4 und im Vergleichsbeispiel 5 war das Polyacetalharz ein Polyoxymethylenhomopolymer unter der Form von Mikroperlen mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 0,25 mm und einer Gauß'schen Verteilung der Korngröße von 0,06 bis 0,50 mm. Thermische Stabilisatoren und Schmiermittel in der Form von feinem Pulver wurden zu den Polyacetal-Mikroperlen in einem Silo mit Hilfe eines rotierenden Mischblattes hinzu gemischt, um eine Gesamtmischung mit annähernd 1% an zugesetzten thermischen Stabilisatoren und Gleitmitteln zu ergeben.

**[0041]** Im Beispiel 3 war das benützte thermoplastische Harz Delrin® 500 P Polyacetalharz, ein Polyoxymethylenhomopolymer, vorher mit annähernd 1 Gew.-% an zugesetzten thermischen Stabilisatoren und Gleitmitteln kompoundiert, dasselbe kann von E. I. du Pont de Nemours and Company (DuPont) aus Wilmington, Delaware, U. S. A. bezogen werden. Dieses vorab vermischte Harz lag in der Form von Granulatpellets mit einem Durchmesser von annähernd 2 bis 4 mm vor und hatte einen Schmelzpunkt von 177 °C (ISO 3146 Methode C2) und eine Schmelzflussrate von 15 g/10 min nach dem normalisierten Verfahren (ISO 1133) bei einer Temperatur von 190°C mit einem Gewicht von 2,16 kg. Das vorab Vermischen der thermischen Stabilisatoren und Gleitmittel wurde in einer herkömmlichen Weise vorgenommen unter Einsatz eines Polymerextruders mit einem einzigen Schneckengewindekörper. Das Polyoxymethylenhomopolymer, die thermischen Stabilisatoren und Gleitmittel, welche in der Zusammensetzung des Beispiels 3 vorhanden waren, waren die gleichen wie jene, welche im Beispiel 4 und im Vergleichsbeispiel 5 verwendet wurden, und diese Bestandteile waren in der

vorgemischten Zusammensetzung des Beispiels 3 in den gleichen Proportionen vorhanden wie im Beispiel 4 und im Vergleichsbeispiel 5.

**[0042]** In den Beispielen 3, 4, und dem Vergleichsbeispiel 5 wurden die Harze mit einer Spritzgießmaschine spritzgegossen, welche eine Schließkraft von 150 ton aufwies und mit einem Rohrkörper von 30 mm Durchmesser ausgerüstet war. Der Rohrkörper war an eine Formvorrichtung mit zwei Höhlungen und einem Volumen von 40 $cm^3$ angeschlossen. Ein Pressvorgangzyklus von annähernd 1 Minute wurde angewandt. Während jedem Zyklus drehte der Schneckengewindekörper annähernd 4 Sekunden lang mit einer Geschwindigkeit von 190 $U \cdot min^{-1}$, um das geschmolzene Polymer in das Speicherteilstück des Rohrkörpers zu drücken, welches sich zwischen dem Ende der Schneckengewindekörper und der Formhöhlung befand. Der Schneckengewindekörper wurde dann um einen Hub von 6,7 cm vorgeschoben, um so das gespeicherte Polymer in die Formhöhlung einzuspritzen. Das Polymer durfte in der Formhöhlung während annähernd 55 Sekunden kristallisieren, bevor der gegossene Artikel aus der Formhöhlung entfernt und der Zyklus wiederholt wurde. Die gesamte Leistung des Schneckengewindekörpers betrug 55 kg/hr in den Beispielen 3, 4 und im Vergleichsbeispiel 5.

**[0043]** In den Beispielen 3, 4 und im Vergleichsbeispiel 5 war die Rohrkörpertemperatur eingestellt auf 200°C in der Eingangszone, 210°C in der Kompressionszone und 215°C in der Dosierzone und Speicherzone. Die Temperatur der Form war auf 90°C eingestellt. In jedem Beispiel war die Temperatur des Polymers, so wie es aus dem Schneckengewindekörper kam, weniger als 4°C höher als die Temperatur des Rohrkörpers, was beweist, dass der Mischvorgang nur ein geringes zusätzliches Aufheizen der Polymerschmelze bewirkte, obwohl sogar ein Mischelement in den Beispielen 3 und 4 benützt wurde.

**[0044]** Zugversuchsstäbe in Form von profilierten Strängen wurden in der doppelten Formnestmatrize mit einer Geschwindigkeit von annähernd einem Pressvorgang pro Minute spritzgegossen. Die Zugstäbe wurden gemäß ISO 294 zubereitet, und hatten eine Gesamtlänge von 16,6 cm mit einem eingeschnürten Teil, der 8 cm lang, 1 cm breit und 4 mm dick war.

**[0045]** Zehn mit einem jeden Schneckengewindekörper gegossene Zugstäbe wurden dem Zufall nach ausgewählt für die Zugversuche gemäß ISO 527-1. Die mechanischen Eigenschaften der getesteten Stäbe waren folgende:

| | Beispiel 3 | Beispiel 4 | Vergl.bsp. 5 |
|---|---|---|---|
| Zugfestigkeit – Durchschnitt | 72 MPa | 72 MPa | 69,9 MPa |
| Modul – Durchschnitt | 3,3 GPa | 3,3 GPa | 3,1 GPa |
| Dehnung bei Bruch – Minimum | 44% | 40% | 18% |
| Dehnung bei Bruch – Maximum | 65% | 71% | 53,5% |
| Dehnung bei Bruch – Durchschnitt | 51% | 58,7% | 43,3% |

**[0046]** Die Übereinstimmung des Resultates für die Dehnung bei Bruch ist ein guter Anzeiger für die Homogenität der Polymerschmelze, welche zur Herstellung des Stabes benützt worden ist. Es ist ersichtlich, dass mit dem Schneckengewindekörper gemäß der vorliegenden Erfindung die minimale Dehnung für die vorgemischte Zusammensetzung (Beispiel 3) nicht wesentlich gemindert worden ist, wenn der Mischvorgang eliminiert wurde und die gleichen Komponenten direkt in den Spritzgieß-Schneckengewindekörper eingeführt wurden (Beispiel 4). Wenn jedoch ein Schneckengewindekörper ohne Mischelement gemäß der Erfindung in dem Vergleichsbeispiel 5 verwendet wurde und wenn dieselben Komponenten unmittelbar in den Spritzgieß-Schneckengewindekörper eingeführt wurden, dann sank die minimale Dehnung bei Bruch um mehr als 20%. Wie ersichtlich wird die erhöhte Konsistenz mit der Schneckengewindekörper gemäß der Erfindung selbst dann erreicht, wenn die Komponenten der Harzformulierung nicht im Voraus vermischt werden.

**[0047]** Ein Vorteil für das Spritzgießen direkt ausgehend von individuellen Komponenten liegt darin, dass ein separater Extrusionsmischvorgang nicht benötigt wird, um sämtliche Komponenten der Harzformulierung zu verbinden. Das Vermischen geschieht in der Spritzgießeinheit. Dieses Verfahren produziert gegossene Artikel mit mechanischen Eigenschaften, welche gleichwertig sind zu denjenigen die unter Einsatz von vorher gemischten Harzen erzielt werden können.

**[0048]** Vor dieser Erfindung waren die mechanischen Eigenschaften niedriger, vor allem die Durchschnittsdehnung bei Bruch, dies wegen ungeschmolzenen oder unvermischten Partikel, welche in die Zugstäbe hinein gespritzt wurden. Erstaunlicherweise ist es ersichtlich, dass für die Artikel, die direkt ausgehend von einer groben Mischung von Polyacetal, thermischen Stabilisatoren und Gleitmitteln hergestellt werden, die Bruchdehnung im Wesentlichen die gleiche ist wie jene von gegossenen Artikeln, die aus vorher gemischten Pellets mit

der gleichen Zusammensetzung gewonnen wurden.

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zum Extrudieren einer Polymerschmelze, bestehend aus:
einem Rohrkörper mit einem sich darin befindlichen Hohlraum, der einen im wesentlichen runden Querschnitt und eine Längsachse aufweist, wobei der Hohlraum dieses Rohrkörpers eine Innenoberfläche aufweist,
einem Schneckengewindekörper, der drehbar in dem Hohlraum des Rohrkörpers montiert ist, wobei dieser Schneckengewindekörper koaxial zur Längsachse des Hohlraums des Rohrkörpers montiert ist und wobei dieser Schneckengewindekörper so montiert ist, dass ein Polymermaterial von einem Ende mit einem Einlassende des Hohlraumes des Rohrkörpers aus durch den Hohlraum des Rohrkörpers hindurch bis zu einem Auslassende des Hohlraums des Rohrkörpers gefördert wird, während sich der Schneckengewindekörper in einer Rotationsbewegung befindet, wobei dieser Schneckengewindekörper eine Schneckenwelle mit einem sich spiralförmig um die Schneckenwelle herum erstreckenden Gewinde besitzt, so dass eine Vielzahl von Gewindegängen gebildet wird, und wobei dieser Schneckengewindekörper eine Zone aufweist, durch welche das geschmolzene Polymer hindurch gefördert wird,
wobei der Schneckengewindekörper eine Durchfluss-Querschnittszone zwischen den unmittelbar benachbart gelegenen Gewindegängen des Schneckengewindekörpers besitzt, welche gleich groß ist mit der radialen Höhe des Schneckengewindes der unmittelbar benachbarten Gewindegänge, und welche sich über die Schneckenwelle hinaus erstreckt, multipliziert mit der Breite zwischen den unmittelbar benachbarten Gewindegängen,
wobei dieser Schneckengewindekörper einen Teil innerhalb der Zone aufweist, durch welche geschmolzenes Polymer hindurch gefördert wird, wobei dieser Teil des Schneckengewindekörpers kein Schneckengewinde besitzt und wobei die Schneckenwelle ein Mischelement bildet, das ein Einlassende aufweist, das auf das Einlassende des Hohlraums des Rohrkörpers hin gerichtet ist und ein Auslassende aufweist, das auf das Auslassende des Hohlraums des Rohrkörpers hin gerichtet ist, wobei dieses Mischelement umfasst:
eine trommelförmige Oberfläche, die sich über der Schneckenwelle erstreckt und koaxial zur Schneckenwelle angeordnet ist,
die trommelförmige Oberfläche mit einer Vielzahl von Eingangs-Rillen auf der trommelförmigen Oberfläche, die sich in einer allgemein axial ausgebildeten Richtung erstreckt, wobei sich Rillenöffnungen an dem Einlassende des Mischelements befinden, und wobei diese Eingangs-Rillen enden, bevor sie das Auslassende des Mischelements erreichen,
die trommelförmige Oberfläche mit einer Vielzahl von Ausgangs-Rillen auf der trommelförmigen Oberfläche, die sich in einer im allgemeinen axial ausgebildeten Richtung erstreckt, wobei sich Rillenöffnungen an dem Auslassende des Mischelements befinden, und wobei diese Ausgangs-Rillen enden, bevor sie das Einlassende des Mischelements erreichen, wobei diese Vielzahl von Ausgangs-Rillen sich mit dieser Vielzahl von Eingangs-Rillen abwechseln, so dass diese Eingangs- und Ausgangs-Rillen über einen Teilbereich der Oberfläche des Mischelements aneinander angrenzen,
Stege, die sich zwischen diesen Eingangs- und diesen Ausgangs-Rillen erstrecken, welche diese Eingangs-Rillen von diesen Ausgangs-Rillen trennen, wobei die Länge eines jeden Steges im wesentlichen eine gleich große Länge mit dem angrenzenden Teil der benachbarten Eingangs- und Ausgangs-Rillen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein jeder dieser Stege eine oben liegende Oberfläche **36** aufweist, die sich über die Steglänge hinweg erstreckt, wobei der Steg eine Breite zwischen den Eingangs- und Ausgangs-Rillen aufweist, die unter 2 mm liegt, wobei eine jede einzelne, oben liegende Stegoberfläche sich in Richtung auf die innen liegende Oberfläche hin erstreckt, die innen liegende Oberfläche des hohlen Rohrkörpers **19** aber nicht erreicht, wobei der freie Raum zwischen einer jeden einzelnen, oben liegenden Stegoberfläche und der innen liegenden Oberfläche des Hohlraums des Rohrkörpers weniger als 0,5 mm beträgt,
wobei sich in dem Stegquerschnitt eine jedem einzelnen Steg entsprechende Scherfläche befindet, die gleich der Steglänge ist multipliziert mit dem freien Abstand zwischen der oben liegenden Stegoberfläche und der innen liegenden Oberfläche des Hohlraums des Rohrkörpers, und wobei die Addition der Scherflächen des Stegquerschnitts von allen Stegen des Mischelementes größer oder gleich 95% des Durchflussquerschnitts zwischen den benachbarten Gewindegängen des Schneckengewindekörpers ist, durch den das Polymermaterial unmittelbar vor dem Eintritt in das Mischelement hindurch fließt.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Addition der Scherflächen der Stegquerschnitte aller Stege des Mischelementes größer oder gleich 100% der Durchströmungs-Querschnittsfläche zwischen den unmittelbar benachbarten Gewindegängen des Schneckenkörpers ist, durch die das Polymermaterial unmittelbar vor dem Eintritt in das Mischelement hindurch fließt.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Addition der Scherflächen der Stegquerschnitte aller Stege

des Mischelementes zwischen 100% und 120% der Durchströmungs-Querschnittsfläche zwischen den unmittelbar benachbarten Gewindegängen des Schneckenkörpers beträgt, durch die das Polymermaterial unmittelbar vor dem Eintritt in das Mischelement hindurch fließt.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die Addition der Scherflächen der Stegquerschnitte aller Stege des Mischelementes größer oder gleich 102% der Durchströmungs-Querschnittsfläche zwischen den unmittelbar benachbarten Gewindegängen des Schneckenkörpers ist, durch die das Polymermaterial unmittelbar vor dem Eintritt in das Mischelement hindurch fließt.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei eine jede einzelne, oben liegende Stegoberfläche, welche sich über der Länge der Stege erstreckt eine Breite zwischen den Eingangs- und den Ausgangs-Rillen von 0,2 mm bis 1,4 mm aufweist, und wobei dieser Stegzwischenraum zwischen der oben liegenden Oberfläche dieser Stege und der innen liegenden Oberfläche des Hohlraums des Rohrkörpers in dem Bereich von 0,1 mm bis 0,3 mm liegt.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Schneckengewindezone, durch die das geschmolzene Polymermaterial gefördert wird eine Dosierzone enthält, die sich in nächster Nähe zum Auslassende des Rohrkörpers befindet, und wobei sich das Mischelement innerhalb dieser Dosierzone befindet.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Dosierzone gegenüberliegende Enden aufweist und wobei ein Mittelpunkt zwischen den gegenüberliegenden Enden der Dosierzone liegt, und wobei das Mischelement zwischen diesem Mittelpunkt und dem Ende der Dosierzone angeordnet ist, die auf das Einlassende des Hohlraums des Rohrkörpers gerichtet ist.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, wobei das Mischelement in nächster Nähe zu dem Ende der Dosierzone liegt, die auf das Einlassende des Hohlraums des Rohrkörpers gerichtet ist.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei der Schneckengewindekörper eine Zuführzone und eine Verdichterzone besitzt, wobei das Verhältnis des Volumens eines Gewindeganges in der Zuführzone zum Volumen eines Gewindeganges in der Dosierzone kleiner als 1,8 ist.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das Mischelement mindestens drei Eingangs-Rillen und mindestens drei Ausgangs-Rillen aufweist.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, wobei das Mischelement mindestens fünf Eingangs-Rillen und mindestens fünf Ausgangs-Rillen aufweist.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei der Hohlraum des Rohrkörpers zylindrisch geformt ist.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Vorrichtung einen Teil eines Polymer-Extruders darstellt.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Vorrichtung den Polymer-Extruder in einer Spritzgießmaschine darstellt.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Dosierzone nicht mehr als einen Gewindegang aufweist und das Mischelement an dem Auslassende der Dosierzone angeordnet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

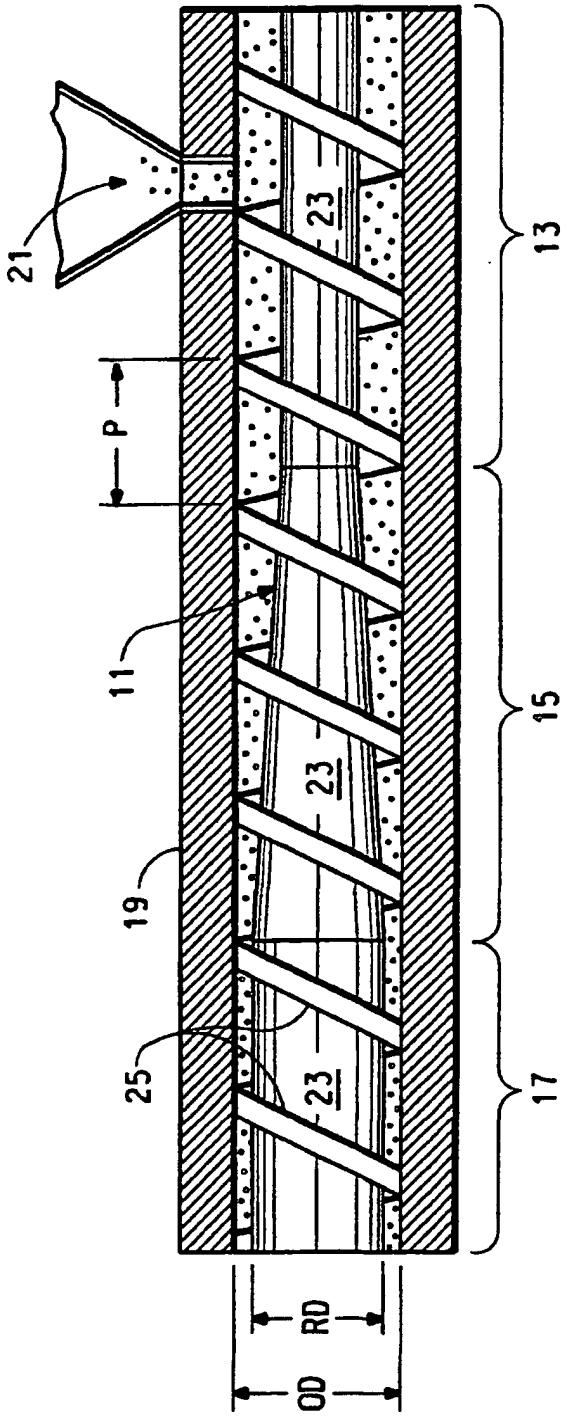


FIG. 1
STAND DER TECHNIK

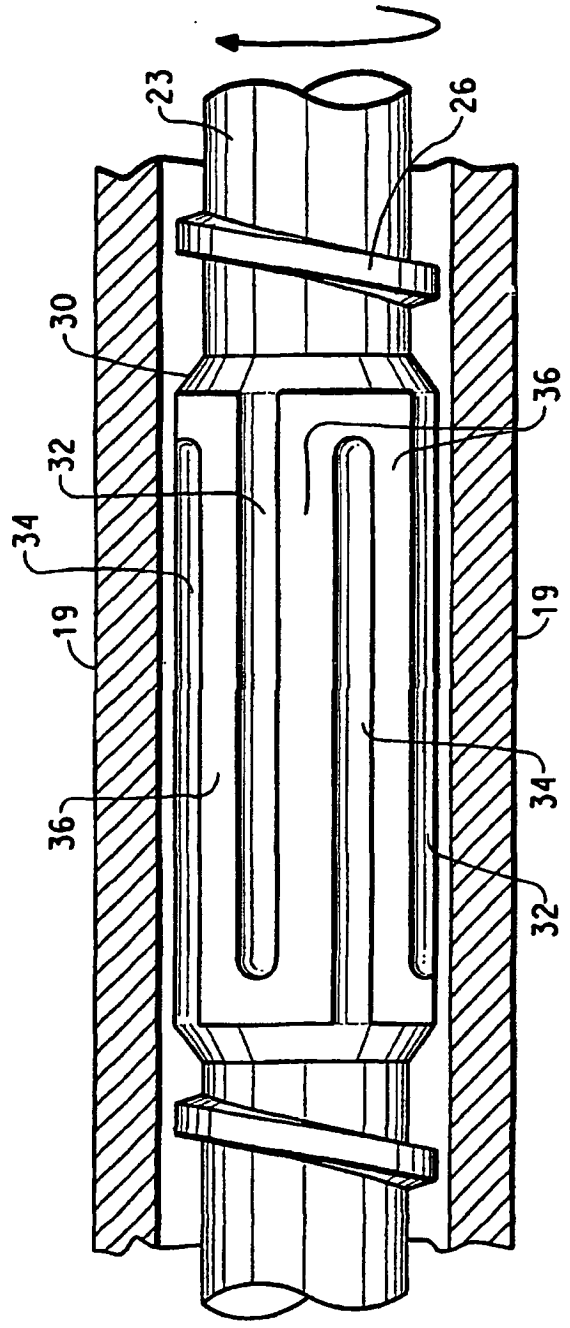


FIG. 2
STAND DER TECHNIK

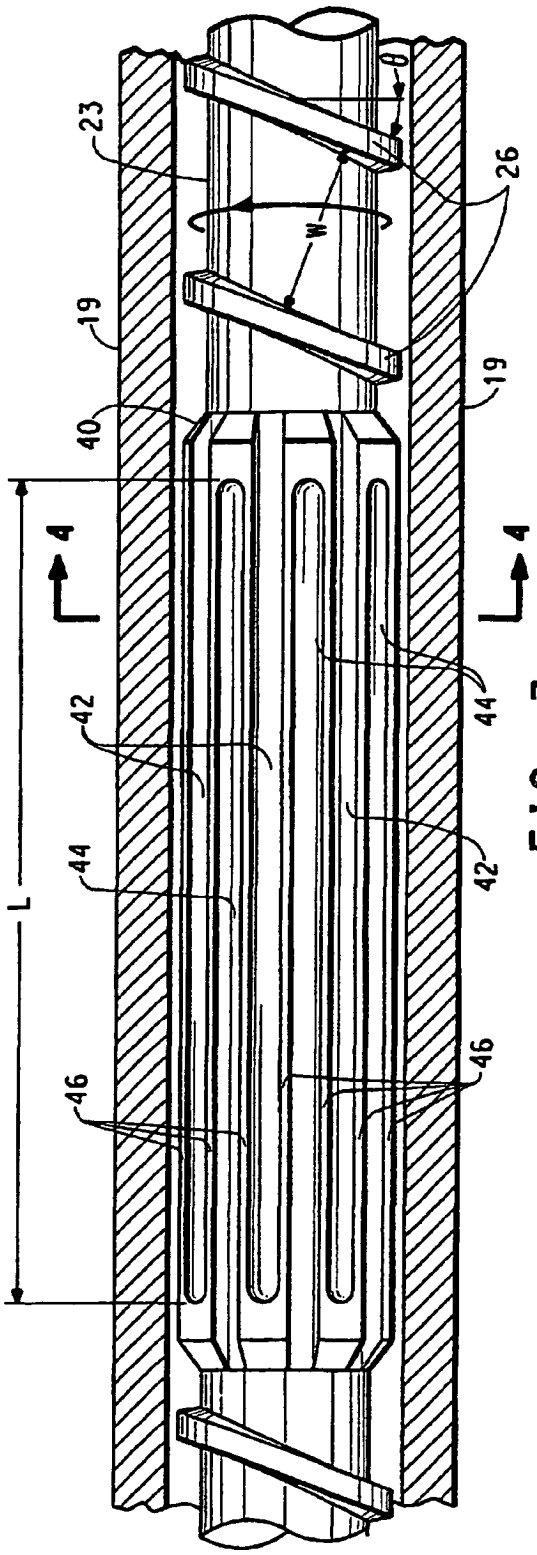


FIG. 3

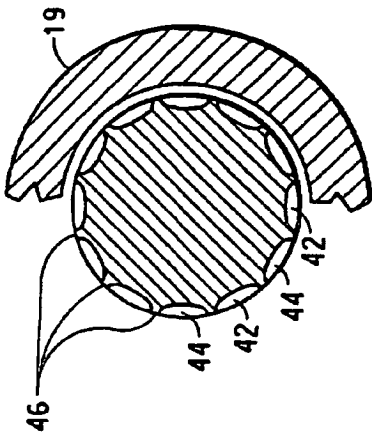


FIG. 4