



(10) **DE 10 2009 013 839 A1** 2010.09.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 013 839.0**

(22) Anmeldetag: **22.03.2009**

(43) Offenlegungstag: **23.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B29C 47/42** (2006.01)
F16H 1/22 (2006.01)

(61) Zusatz zu:
10 2009 009 775.9

(74) Vertreter:
Kaewert, K., Rechtsanwalt, 40593 Düsseldorf

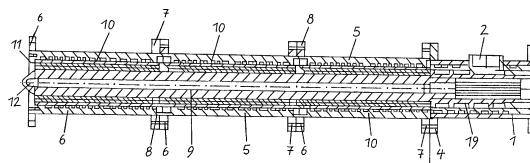
(71) Anmelder:
Entex Rust & Mitschke GmbH, 44805 Bochum, DE

(72) Erfinder:
Rust, Harald, 44805 Bochum, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Planetenspindeln**

(57) Zusammenfassung: Nach der Erfindung besitzen die Planetwalzenextruder gestückelte Planetwalzenspindeln.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Planetenspindeln für Planetwalzenextruder oder Planetwalzenextruderabschnitte, insbesondere für Überlängen.

[0002] Die Planetwalzenextruder/Abschnitte besitzen eine angetriebene Zentralspindel, darum umlaufende Planetwalzenspindeln und ein innen verzahntes, ortsfestes Gehäuse. Die Zentralspindel und die Planetwalzenspindeln besitzen eine Außenverzahnung, das Gehäuse besitzt eine Innenverzahnung. Die Planetenspindeln kämmen mit der Zentralspindel und mit der Innenverzahnung des Gehäuses. Üblicherweise findet dabei eine Evolventenverzahnung Anwendung.

[0003] Planetwalzenextruder kommen in vielen Anwendungsbereichen vor. Der häufigste Anwendungsbereich sind Kunststoffe. Das Einsatzgut wird zwischen den Zähnen der Zentralspindel, Planetwalzenspindeln und des Gehäuses bearbeitet und zum Austragsende des Extruders gefördert.

[0004] Bei verschiedenem Einsatzgut ist die Einhaltung einer bestimmten Bearbeitungstemperatur von Vorteil oder sogar notwendig. Das wird durch eine Temperierung des Gehäuses erreicht. Zum Teil hilft auch eine Temperierung der Zentralspindel. Für die Temperierung ist das Gehäuse üblicherweise mit einem Doppelmantel versehen, der von einem Temperierungsmittel durchströmt wird. Zu dem Doppelmantel gehört bei zeitgemäßen Extrudern eine Hülse, die innen und außen verzahnt ist. Die Außenverzahnung bildet Kanäle zur Führung des Temperierungsmittels. Als Temperierungsmittel sind Wasser und Öl meist gebräuchlich.

[0005] Die Innenverzahnung wirkt in der oben beschriebenen Form mit den Planetwalzenspindeln zusammen.

[0006] Kunststoffe finden vielfältige Anwendung, z. B. für Formteile, Werkstücke, Blöcke, Tafeln, Folien, Bahnen, Beläge, Rohre, Schläuche, Stäbe, Stangen, Profile, Bänder, Schnüre, Drähte, Borsten, Netze, Klebstoffe, Lacke, Leime, Kleister, Kitten, Bindemittel, Farben, Putze, Spachtel, Verguß- und Versiegelungsmassen, Schmelz- und Beschichtungsmittel, Gele, Fäden, Fasern, Garne, Seiden, Stränge, Matten, Vliese, Gewebe

[0007] Die Kunststoffe können aus Monomeren und/oder aus Polymeren bestehen. Häufig handelt es sich um ein Gemisch, wobei auch Mischungen mit anderen Stoffen als Kunststoffen vorkommen. Das gilt besonders für die Herstellung von Kunststoffschäum.

[0008] Zur Aufarbeitung von Kunststoffen finden Extruder bevorzugte Anwendung. Mit einem Extruder lassen sich die eingesetzten Stoffe sehr vorteilhaft aufschmelzen, mischen bzw. homogenisieren und dispergieren und auf Austrittstemperatur abkühlen.

[0009] Die Austrittstemperatur ist in Abhängigkeit von dem jeweiligen Kunststoff und in Abhängigkeit von der jeweiligen Verfahrensanwendung zum Teil in sehr engen Grenzen einzuhalten.

[0010] Außerdem kann das Einsatzgut zugleich erwärmt oder gekühlt werden. Zur Erwärmung bzw. Kühlung finden sich in dem Extrudermantel und ggfs. auch in Spindeln Kühlleitungen bzw. Heizleitungen. Zusätzlich bewirkt die von den Extruderspindeln auf das Einsatzgut ausgeübte Verformung eine erhebliche Erwärmung.

[0011] Im Extruder lassen sich auch sehr schwierige Stoffe miteinander vermischen. Zu den schwierig zu mischenden Stoffen gehören Holz und Kunststoff. Das Holz wird dabei in kleinen Partikeln in den Extruder geführt und dort mit dem Kunststoff umhüllt. Um die Umhüllung zu bewirken, muß der Kunststoff stark plastifiziert werden. Das geschieht unter entsprechender Erwärmung und unter Druck. Die Wärme wird allerdings von dem Holz nur sehr schlecht weitergegeben. Darüber hinaus ist das Holz stark porenhaltig.

[0012] Die Holz-Kunststoffmischung wird auch als Holzsubstitut bezeichnet.

[0013] Als Kunststoffe kommen alle extrudierbaren Kunststoffe in Betracht, insbesondere Polyolefine

[0014] Der Kunststoff wird herkömmlich als Granulat mit Zuschlägen in den Extruder aufgegeben. Wahlweise beinhalten die Granulate bereits eine Mischung von Kunststoff und Zuschlägen.

[0015] Vorteilhafterweise können Extruder aus verschiedenen Elementen bzw. Abschnitten unterschiedlicher Bauart zusammengesetzt werden. Deshalb ist es möglich, für die Plastifizierungszone ein dort günstiges Element in der Bauart eines Doppelschneckenextruders einzusetzen und dieses Element in anderen Extruderzonen mit anderen Bauarten zu kombinieren, die dort Vorteile haben. So kann in der Einfüllzone ein Einschneckenextruderabschnitt verwendet werden, mit dem sich ein Druckaufbau vorteilhaft darstellen läßt. Für das Mischen und Homogenisieren sind andere Abschnitte besser.

[0016] Unter Druck und Temperatur schmilzt der Kunststoff auf. Im weiteren Gang der Einsatzmischung durch den Extruder wird die Mischung homogenisiert. Für die Homogenisierungszone und Dispergierungszone ist es von Vorteil, dort Extruderele-

mente einzusetzen, die eine große Mischleistung besitzen. Das sind z. B. Elemente mit der Bauart eines Planetwalzenextruders. Dieses Element besitzt zugleich eine hohe Kühlwirkung, mit der sich die Verarbeitungstemperatur sehr genau kontrollieren läßt.

[0017] Wenn bei der Extrusion keine Feuchte und keine anderen gasförmigen Bestandteile gewünscht sind, können diese durch Entgasung entfernt werden. Die Entgasung kann unmittelbar nach der Verdampfung stattfinden. Das ist regelmäßig in der Plastifizierungszone der Fall. Dort findet die notwendige Erwärmung statt.

[0018] Diese Erwärmung entsteht aus der Verformungsarbeit beim Plastifizieren und gegebenenfalls durch Zuführung von Wärme. Die Zuführung von Wärme kann z. B. über eine Temperierung im Extrudergehäuse erfolgen.

[0019] Die Entgasung findet, soweit sie gewünscht ist, spätestens unmittelbar vor der Extrusionsdüse statt.

[0020] Die Entgasung setzt voraus, daß der Schmelzdruck reduziert wird.

[0021] Bekannt ist auch die Entgasung unter Verwendung von zwei einander nachgeschalteten Extrudern in Tandemanordnung an der Materialübergabe vom ersten Extruder in den zweiten Extruder.

[0022] Die Entgasung kann auch in einem Extruder erfolgen. Die notwendige Druckreduzierung der Schmelze kann mit verschiedenen Maßnahmen erfolgen, z. B. durch Änderung der Ganghöhe der Schnecke im Extruder.

[0023] Zur Entgasung kann die Schmelze auch aus dem Extruder abgezogen und über eine Entgasungsvorrichtung geführt und wieder in den Extruder zurückgeführt werden. Dabei kann die Drucksteuerung durch Zwischenschaltung einer Schmelzepumpe wesentlich erleichtert werden. Das gilt auch für den Druck unmittelbar vor der Extrusionsdüse (Werkzeug). Hier kann der Druck zusätzlich noch durch die Schmelzepumpe vergleichmäßig werden und so die Qualität des Extrudats verbessert werden.

[0024] In dem Extruder erfährt jedes Einsatzmaterial eine Behandlung, die je nach Bedarf länger oder kürzer dauert. Die zeitliche Länge der Behandlung bildet sich auch in der Länge des Extruders ab. Längere Planetwalzenextruder sind deshalb aus einzelnen Abschnitten zusammengesetzt. Üblicherweise sind alle Planetwalzenextruder-Abschnitte (Module) mit einem Gehäuse und umlaufenden Planeten/Planetspindeln und mit einem Anlaufring versehen, der die Planetenspindeln/Planetwalzenspindeln in axialer Richtung zwischen den Zähnen der Zentralspindel

und der Gehäuseverzahnung hält.

[0025] Die meisten Hersteller sind um einen modulartigen Aufbau der Planetwalzenextruderabschnitte bemüht. Durch die Modulbauweise entsteht eine erhebliche Rationalisierung. Es ist eine Vorratshaltung möglich, weil die Module immer wieder Anwendung finden, indem sie mit anderen Modulen zu einer gewünschten Extruderlänge zusammengebaut werden. Das hat zu der typischen Bauweise geführt, bei der die Gehäuse an jedem Ende mit einem Flansch versehen sind. Ein Modul wird dabei mit seinem Flansch am benachbarten Modul befestigt.

[0026] Die Planetwalzenextrudermodule können mit Modulen anderer Bauart kombiniert werden. Module anderer Bauart können zum Beispiel Einschnckenextruderabschnitte sein. Solche Module besitzen eine einzige Schnecke, die in dem Gehäuse des Moduls umläuft. Während die Planetwalzenextrudermodule ein innen verzahntes Gehäuse besitzen, sind die Module mit Einschnckenextruderbauart üblicherweise ohne Innenverzahnung.

[0027] Zur Verbindung mit anderen Modulen sind solche Module mit gleichen Flanschen wie die Planetwalzenextrudermodule ausgerüstet.

[0028] Beim Aneinandersetzen der Module zu einer gewünschten Extruderlänge entsteht dann eine mehr oder weniger passende Extruderlänge.

[0029] Üblicherweise haben alle Module eines wie oben beschriebenen Extruders eine gemeinsame Zentralspindel. Dies schließt die Einschncke eines Moduls mit Einschnckenbauart ein.

[0030] Allerdings hat die Modulbauweise auch den Nachteil, daß an dem Übergang von einem Modul zum anderen Behandlungsstrecke verloren geht. Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, diesen Nachteil zu minimieren.

[0031] Nach der Erfindung ist dazu zwischen den Gehäusen von zwei hintereinandergeschalteten Extrudermodulen ein Zwischenring vorgesehen.

[0032] Dabei kann der Zwischenring unterschiedliche Formen einnehmen. In einer Form bildet der Zwischenring ein Distanzstück, das zwischen den Gehäuseenden sitzt. In anderen Formen hat der Zwischenring eine Hülseform.

[0033] Dabei kann der Zwischenring die Zentralspindel im Abstand umgeben. Wenn die Gehäuse der zugehörigen Planetwalzenteile herkömmliche Anlaufringe besitzen, dann ergibt sich zwischen der Zentralspindel und dem Zwischenring ein Hohlraum.

[0034] Wahlweise ist der Hohlraum so groß ge-

wählt, daß die Planetenspindeln/Planetwalzenspindeln sich durch den Hohlraum erstrecken und in dem Hohlraum umlaufen können.

[0035] Wahlweise ist der Zwischenring auch innen-seitig mit einer gleichen Verzahnung wie die Gehäuse der Planetwalzenteile versehen. Dann können die sich durch den Hohlraum des Zwischenringes erstreckenden Planetenspindeln/Planetwalzenspindeln zugleich mit dessen Innenverzahnung kämmen.

[0036] Durch Verlängerung der Planetwalzenteile können sich ungewöhnliche Längen ergeben.

[0037] Nach der Erfindung können gleichwohl herkömmlich lange Planetwalzenspindeln in Planetwalzenextrudern Anwendung finden, in denen aufgrund der Baulänge und aufgrund des langen Hohlraumes zwischen Zentralspindel und Gehäuseverzahnung an sich überlange Planetenspindeln Anwendung finden müßten. Das geschieht dadurch, daß die Planetwalzenspindeln in Längsrichtung fluchtend und aneinander anschließend angeordnet werden. Die Planetwalzenspindeln können in der Lage problemlos um die Zentralspindel umlaufen. Sie werden dabei durch den Verzahnungseingriff mit der Zentralspindel und durch Verzahnungseingriff mit dem innen verzahnten Gehäuse in der Lage gehalten. Dann verhalten sich die in Längsrichtung fluchtend und aneinander anschließend angeordneten Planetwalzenspindeln wie eine einzige überlange Planetspindel.

[0038] Sofern die erfindungsgemäß zu einer überlangen Planetwalzenspindel lose zusammen gesetzten Planetwalzenspindeln keine passende Länge bilden, kann eine der vorhandenen kurzen Planetwalzenspindeln auf ein passendes Maß abgelängt werden. Es ist von Vorteil, wenn dies vor der Wärmebehandlung der Planetwalzenspindeln erfolgt, mit der die Planetwalzenspindeln verschleißfest gemacht werden können. Vor Härten oder Vergüten der Planetspindeloberfläche lassen sich die Planetwalzenspindeln mit herkömmlichen Mitteln leichter bearbeiten.

[0039] Erfindungsgemäß können die überlangen Planetenspindeln also nicht nur aus gleichen oder unterschiedlichen kurzen Planetwalzenspindeln zusammen gesetzt werden.

[0040] Erfindungsgemäß kann auch eine der kurzen Planetwalzenspindeln durch Ablängen auf ein Paßmaß gebracht worden sein.

[0041] Erfindungsgemäß können auch längere Planetwalzenspindeln, deren Länge noch im üblichen Rahmen liegt, wie die überlangen Planetwalzenspindeln aus einzelnen kurzen Planetwalzenspindeln zusammen gesetzt werden.

[0042] Erfindungsgemäß können für das Zusammensetzen der Planetwalzenspindeln aus Einzelteile aus unterschiedlichen Materialien Verwendung und/oder mit unterschiedlicher sonstiger Beschaffenheit Anwendung finden.

[0043] Durch erfindungsgemäßes Zusammensetzen der Planetenspindeln werden die Risiken des mit einer Wärmebehandlung üblicherweise entstehenden Verzuges minimiert. Der bei einer Wärmebehandlung entstehende Verzug ist nämlich längenabhängig. Je nach Form und Material der Planetwalzenspindeln bildet sich mehr oder weniger Verzug.

[0044] Die Erfindung erlaubt verschiedene Variationen:

Dies geht davon aus, daß zeitgemäße Planetwalzenextruder sich aus mindestens zwei Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen zusammensetzen. Häufig sind drei Planetwalzenextruderabschnitte/Module vorgesehen, gelegentlich sind auch mehr Abschnitte/Module vorgesehen. Wenn diese Abschnitte/Module in erfindungsgemäßer Weise ohne Anlaufringe an den Enden der Abschnitte zusammen gesetzt werden und abschnittsübergreifend/modulübergreifend von schließend aneinander liegenden und fluchtenden Planetwalzenspindeln (nachfolgend zusammen stückige Planetwalzenspindeln genannt, wobei deren Teile nachfolgen Planetwalzenspindelstücke genannt werden)) durchdrungen werden, so kommt die Erfindung umso mehr zum Tragen als die Zahl der Planetwalzenspindelstücke einer stückigen Planetwalzenspindel mindestens um 1, vorzugsweise mindestens um 2 größer als die Zahl der Planetwalzenextruderabschnitte/Module ist. Die Zahl der Planetwalzenspindelstücke kann auch um mehr als 3 oder mehr als 4 größer als die Zahl der Planetwalzenextruderabschnitte sein.

[0045] Eine Stückelung ist vorzugsweise auch vorgesehen, wenn die Planetwalzenspindeln gegenüber der Zentralspindeln und/oder gegenüber der Gehäuseinnenverzahnung eine andere Materialbeschaffenheit hat und infolgedessen einen anderen Ausdehnungskoeffizienten hat, so daß der eine Ausdehnungskoeffizient mindestens das 1,2fache, vorzugsweise mindestens das 1,35fache und noch weiter bevorzugt mindestens das 1,5fache ist. Dabei kann der Ausdehnungskoeffizient der Planetwalzenspindeln in einer Ausführung größer als der Ausdehnungskoeffizient der Zentralspindel oder der Gehäuseverzahnung sein und in einer anderen Ausführung kleiner als der Ausdehnungskoeffizient der Zentralspindel oder der Gehäuseverzahnung sein. Bei einem Unterschied von mindestens dem 1,2fachen und noch mehr bei einem Unterschied von mindestens dem 1,35fachen und noch mehr bei einem Unterschied von mindestens dem 1,5fachen kann es zu einem Spannungen in der Verzahnung kommen, der mindestens in einem starken Verschleiß, in unnötiger

Reibungswärme und unnötigem Verbrauch von Antriebsleistung zur Überwindung der Reibung führt. Im Extremfall kann auch ein Zahnbruch entstehen, wenn nicht eine erfindungsgemäße Stückelung der Planetenspindeln erfolgt.

[0046] Zur Innenverzahnung des Gehäuses (hier als Gehäuseinnenvaerzahnung genannt) kann ein einteiliges oder ein mehrteiliges Extrudergehäuse oder Extruderabschnittsgehäuse gehören. Das mehrteilige Gehäuse besitzt vorzugsweise innenseitige eine Buchse mit innenseitiger Verzahnung. Außenseitig ist die Buchse üblicherweise mit gewindeartig am Umfang verlaufenden Gängen versehen, die zusammen mit dem umgebenden Gehäuseteil Kanäle zur Führung eines Temperierungsmittels, zumeist Wasser, zur Gehäusetemperierung bilden. Soweit nachfolgend die Gehäuseinnenvverzahnung angesprochen ist, schließt das sowohl ein einteiliges Gehäuse mit Innenverzahnung als auch ein mehrteiliges Gehäuse mit Innenverzahnung ein.

[0047] Durch die Stückelung der Planetwalzenspindeln können die entstehenden Stücke der Planeten dem Zahndruck aus einer Längenänderung, die durch Erwärmung oder durch Abkühlung verursacht wird, durch Bewegung in Umfangsrichtung ausweichen. Das heißt, die Spannung wird bei Stückelung durch Drehung der Stücke gegeneinander abgebaut.

[0048] Eine Stückelung ist vorzugsweise auch vorgesehen, wenn der Zahnmodul. Der Zahnmodul ist von der modulweisen Gestaltung der Extruder zu unterscheiden. Die modulweise Bauweise ist eine abschnittsweise Bauweise der Extruder. Das heißt, der Extruder setzt sich – wie oben ausgeführt – aus verschiedenen Abschnitten zusammen.

[0049] Der Zahnmodul ist insbesondere bei der Evolventenverzahnung die wichtigste Bezugsgröße. Alle Abmessungen des Bezugsprofils werden als Faktoren des Moduls angegeben. Es können in die Berechnung einfließen:

Kopfkreisdurchmesser, Teilkreisdurchmesser,
Grundkreisdurchmesser, Fußkreisdurchmesser,
Kopfhöhe, Fußhöhe, Teilung am Teilkreis, Zahndicke
am Teilkreis, Zahnücke am Teilkreis, Zähnezah

[0050] Üblicherweise bestimmt sich der Zahnmodul aus dem Verhältnis von Teilkreisdurchmesser zur Zähnezahzahl oder aus dem Verhältnis von Teilung zu Φ .

[0051] Es gibt verschiedene Modulreihen, zum Beispiel die Vorzugsreihe I nach DIN 780.

[0052] Nach der Erfindung ist vorzugsweise ab einem Modul von 5, noch weiter bevorzugt ab einem Modul von 5,5 eine Stückelung vorgesehen.

[0053] Wahlweise wird die Stückelung der Planeten auch genutzt, um die einzelne Teile bei Verschleiß auszuwechseln. Das ist wirtschaftlich.

[0054] Wahlweise wird die Stückelung auch genutzt, um unterschiedliche Stücke miteinander zu kombinieren und um je nach Bedarf mit der Beschaffenheit der Stücke Einfluß auf die Bearbeitung des Einsatzgutes zu nehmen.

[0055] Während die üblichen Planetwalzenextruderabschnitte durch Gehäuse mit darin angeordneten Anlauffringen gekennzeichnet sind, ist bei einer erfindungsgemäß gestückelten Planetwalzenextruder-spindel nur eines der Gehäuse mit einem Anlauffring versehen. Dieses eine Gehäuse ist das in Förderrichtung des Extruders und Strömungsrichtung der Schmelze letzte Gehäuse, in dem das in dieser Richtung letzte Ende der gestückelten Planetwalzenspindel in axialer Richtung gehalten wird. Dabei gleitet dieses Spindelende wie bei herkömmlichen Spindeln umlaufend an dem Anlauffring.

[0056] Vorteilhafterweise können für eine gestückelte Planetwalzenspindel im Übrigen gleiche Gehäuse oder auch unterschiedliche Gehäuse mit gleicher Innenverzahnung Anwendung finden. Es können auch gleiche Gehäuse und/oder unterschiedliche Gehäuse gleicher Innenverzahnung mit einem oder mehreren, oben beschriebenen Zwischenringen Anwendung finden. Dies gibt dem Anwender sehr viele Freiheiten. Zu den Freiheiten gehört die Möglichkeit, im Reparaturfalle auf vorhandene bzw. sofort lieferbare Gehäuse anderer Länge Rückgriff nehmen zu können. Soweit dabei kürzere Gehäuse Anwendung gefunden haben und ein Längenausgleich angestrebt wird, kann der Längenausgleich mit einem oben beschriebenen Zwischenring erfolgen.

[0057] Vorteilhafterweise können nach der Erfindung gestückelte Planetwalzenspindeln einzeln oder auch zu mehreren oder auch in Kombination mit herkömmlichen Planetwalzenspindeln in einem herkömmlichen Planetwalzenextruderabschnitt/Modul Anwendung finden. Nach der Erfindung besitzen die Planetwalzenstücke in axialer Richtung mindestens eine Länge von $4D$, wobei D der Teilkreisdurchmesser der Verzahnung der Planetwalzenspindeln bzw. Planetwalzenstücke ist. Vorzugsweise ist die Länge mindestens $5D$.

[0058] Aus der DE 2702390 A1 ist zwar die Stückelung von Planetenspindeln eines Planetwalzenmoduls vorgesehen. Dem liegt die Aufgabe zugrunde, die Planetenspindeln so auszubilden, daß sie mit der ganzen Verzahnungslänge eine gleichmäßige Flächenpressung ausüben. Auf dem Wege soll der Verschleiß reduziert werden.

[0059] Zugleich soll verhindert werden, daß Ein-

satzgut zwischen die Planetenspindelstücke dringt, so daß eine axiale Verschiebung der Spindeln entsteht. Diese Überlegung ist berechtigt, weil eine einstückige Planetwalzenspindel an dem Anlaufring selbstreinigend umläuft. Zwischen den Planetenspindelstücken findet jedoch keine nennenswerte Gleitbewegung statt, die zu einer Selbstreinigung führen könnte.

[0060] Vor dem Hintergrund ist verständlich, wenn in der DE 2702390 A1 eine Verspannung der Planetenspindelstücke vorgesehen ist. Die Verspannung soll verhindern, daß sich zwischen den Stücken Einsatzmaterial anlagert. Die Erfindung setzt sich darüber hinweg läßt die Planetenspindelstücke lose aneinanderstehen.

[0061] Während bei der bekannten Stückelung vorgesehen ist, daß die Planetenspindelstücke an den Enden genau rechtwinklig abgelängt worden, ist vorzugsweise bei den erfindungsgemäßen Planetenspindelstücke eine Phase vorgesehen. Noch weiter bevorzugt ist die Phase mindestens so groß, daß die mit der Phase verbundene Abschrägung an dem Planetenspindelstück-Ende einen Durchmesser an der Stirnfläche verursacht, der kleiner oder gleich dem Durchmesser ist, auf dem das Tiefste der Lücke zwischen zwei benachbarten Zähnen liegt.

[0062] Dadurch ergeben sich in der Verzahnung der aus Stücken zusammen gesetzten Planetwalzenspindeln richtige Lücken, in die Schmelze ausweichen kann. Gleichwohl zeigen die erfindungsgemäßen Extruder keine Störungen durch Aufbau von Schichten aus Einsatzmaterial zwischen den Planetenspindelstücken.

[0063] Vorteilhafterweise wird der Flächendruck durch die erfindungsgemäße Reduzierung der Größe der Berührungsfläche wesentlich erhöht. Dadurch verringert sich die Gefahr, daß Einsatzmaterial zwischen die Stücke der Planetwalzenspindeln gelangt.

[0064] Vorzugsweise ist der Durchmesser, auf dem das Tiefste der Zahnücken zwischen zwei benachbarten liegt, kleiner oder gleich zwei Drittel des zugehörigen Außendurchmessers der Planetwalzenspindelstücke.

[0065] Im Ergebnis setzt sich die Erfindung über ein erklärtes Vorurteil der DE 2702390 A1 hinweg.

[0066] Wie oben beschrieben, kann die Stückelung durch Zusammenstellung aus vorhandenen Planetwalzenspindeln kurzer Länge erfolgen. Dabei können Planetwalzenspindelstücke gleicher und/oder unterschiedlicher Stücke verwendet werden. Soweit dabei ein Planetwalzenspindelstück eine zu große Länge aufweist, kann es auf die richtige Länge gekürzt werden. Das Kürzen eines Planetwalzenspindelstückes ist einfach, solange das Material nicht oberflächenge-

härter ist. Aber auch für oberflächengehärtete Materialien gibt es geeignete Schneidverfahren. Vorzugsweise werden oberflächengehärtete und gekürzte Planetwalzenspindelstücke entweder im Abstand von einem Anlaufring für eine erfindungsgemäße Planetwalzenspindel verbaut oder bei vorgesehener Berührung mit dem Anlaufring an dem Ende gekürzt, das dem am Anlaufring gleitenden Ende gegenüberliegt.

[0067] Wahlweise können die Planetwalzenstücke an den Stirnflächen, an denen sie einander berühren, zu mehreren miteinander verbunden werden.

[0068] Wahlweise kann der Zwischenring auch zusätzliche Funktionen übernehmen, zum Beispiel kann er einen Anschluß zum Eintragen der flüssigen Kunststoffschmelze bilden und/oder einen Anschluß für eine Entgasung bilden und/oder einen Anschluß für eine Temperaturmeßstelle bilden.

[0069] Der Zwischenring kann unterschiedliche Formen aufweisen.

[0070] Es kann sich um ein Rohrstück handeln, das bis auf die geringe axiale Länge mit dem Gehäuse des Einschneckenmoduls bzw. Abschnitts vergleichbar ist. Dann besitzt es gleichfalls Kragen an den Enden, mit denen die Befestigung des Zwischenringes an den Gehäusen der benachbarten Extrudermodule bzw. Abschnitten erfolgt. Der Zwischenring wird von der Extruderschnecke/Spindel durchdrungen. Die Extruderschnecke/Spindel ist im Bereich des Einschneckenmoduls bzw. des Einschneckenabschnitts eine Einschncke, im Bereich der Planetwalzenmodule eine Zentralspindel.

[0071] Die Extruderschnecke/Spindel ist wahlweise ein- oder mehrteilig ausgebildet.

[0072] Desgleichen kann die Zentralspindel ein- oder mehrteilig ausgebildet sein.

[0073] Bei mehrteiliger Ausbildung ist eine Hülse mit der jeweiligen Verzahnung an der Außenseite vorgesehen. Die Hülse besitzt eine zentrische Öffnung. In der zentrischen Öffnung sitzt ein Anker, der die Hülse mit dem Getriebe des Extruders verspannt. Vorzugsweise ist dabei zugleich eine Verzahnung der miteinander verspannten Teile vorgesehen. Auf dem Wege wird das Drehmoment der Abtriebswelle des Getriebes auf die Hülse übertragen wird.

[0074] Bei modular aufgebautem Extruder ist die Schnecke des Einschneckenmoduls mit der Zentralspindel der Planetwalzenextrudermodule gekoppelt. Bei einteiliger Beschaffenheit der Zentralspindel und Schnecke kann die Kupplung im Wege einer Verzahnung erfolgen.

[0075] Bei den Schnecken ist es leicht, anstelle einer einteiligen Hülse eine aus verschiedenen Ringen zusammengesetzte Hülse zu verwenden. Die Ringe werden durch den Anker miteinander zu der zusammengesetzten Hülse verspannt. Dieser Aufbau erlaubt in Grenzen eine Veränderung der Schnecke durch Auswechselung von Ringen.

[0076] Bei den Zentralspindeln steht einer Übernahme der an Einschnecken bekannten Zusammensetzung einer Hülse aus Ringen entgegen, daß die Zentralspindel keine vergleichbare Führung im Gehäuse hat.

[0077] Nach der Erfindung kann das durch eine erhöhte Festigkeit, zum Teil auch durch eine erhöhte Zahl von Planetwalzenspindeln ausgeglichen werden.

[0078] Gleichwohl ist üblicherweise bei Planetwalzenextrudern eine einteilige Hülse vorgesehen. Die einteilige Hülse wird von dem oben beschriebenen Anker durchdrungen.

[0079] Wahlweise sind in dem Extruder nicht nur Anlauffringe für Planetwalzenspindeln, sondern auch Zwischenringe vorgesehen. Die Zwischenringe können auf der Zentralspindel oder dem auf der Einschnecke sitzen. Die Zwischenringe können auch in dem Gehäuse und bei modularem Extruderaufbau zwischen den Modulgehäusen angeordnet sein.

[0080] Die Zwischenringe können unterschiedliche Funktionen haben. Häufig dienen die Zwischenringe als Stauringe oder zum Eintragen von Medien oder zum Entgasen. Zum Eintragen von Medien sind die Zwischenringe in der oben beschriebenen Weise mit Eintragsdüsen werden. Davon leitet sich die Bezeichnung „Bedüsungsring“ ab.

[0081] Als Entgasungsring besitzt ein Zwischenring vorzugsweise eine Vielzahl gleichmäßig verteilter Entgasungsöffnungen.

[0082] Soweit der Zwischenring auf der Zentralspindel oder auf der Schnecke angeordnet ist und die Zentralspindel bzw. die Schnecke eine mehrteilige Ausführung mit der beschriebenen Hülse besitzt, dann erstreckt sich der Anker durch den oben beschriebenen Zwischenring.

[0083] Wahlweise ist der Zwischenring in gleicher Weise wie die Extrudermodule/Abschnitte mit einer Temperierung versehen, die nach Bedarf eine Kühlung oder eine Beheizung erlaubt.

[0084] Der Zwischenring kann zwischen den Modulgehäusen, insbesondere zwischen Flanschen/Kragen an Modulgehäusen verspannt werden. Der Zwischenring kann auch ohne die Flansche/Kragen montiert

werden.

[0085] Günstig ist, wenn ein Zwischenring in eine Zentrieröffnung der benachbarten Gehäuse bzw. Kragen greift oder umgekehrt die benachbarten Gehäuse in eine Zentrieröffnung des Zwischenringes greifen. Die Zentrieröffnung kann durch eine Ausdrehung an der Stirnfläche der Flansche/Kragen bzw. an der Stirnfläche des Zwischenringes bzw. des benachbarten Gehäuses gebildet werden. Dabei kann eine kleine Ausdrehung ausreichen. Mit der Ausdrehung korrespondiert ein entsprechender Vorsprung an der jeweils gegenüberliegenden Berührungsfläche.

[0086] Für die Zuführung der flüssigen Schmelze sind in dem Zwischenring vorzugsweise mehrere gleichmäßig am Umfang verteilte Eintrittsbohrungen vorgesehen. Zu den verschiedenen Eintrittsbohrungen können einzelne Leitungen führen. Es kann aber auch eine Verbindung der Eintrittsbohrungen durch eine Ringnut im Zwischenring gegeben sein, die mittels eines Deckels geschlossen ist und über eine gemeinsame Zuführungsleitung mit flüssiger Schmelze oder andere Prozeßmittel gespeist wird.

[0087] Die Zuführungsleitungen verbinden im Falle der Eindüsung flüssiger Schmelze einen zur Herstellung der flüssigen Schmelze vorgesehenen Seitenarmextruder mit dem Zwischenring. Es ist von Vorteil, die Zuführungsleitungen zu isolieren und zu beheizen, damit kein unerwünschter Temperaturabfall in der Schmelze eintritt oder die Schmelze sogar einfriert.

[0088] Wahlweise sind in den verschiedenen Zuführungsleitungen zum Zwischenring Ventile oder Blenden zur Einstellung des Schmelzestromes vorgesehen. Die Ventile erlauben wahlweise ein Nachstellen und Einflussnahme auf den Schmelzestrom während des Betriebes. Das kann zur Vergleichmäßigung oder zur Erzeugung von Unterschieden genutzt werden. Zusätzlich oder anstelle der Ventile kann auch eine Veränderung des Schmelzestromes durch Einsätze erreicht werden, die in den Zuführungsleitungen positioniert werden. Die Einsätze können auch in dem Zwischenring vorgesehen sein.

[0089] Im Falle der Zuführung flüssiger Schmelze kann die Zuführung durch die Drehzahl des zur Plastifizierung des Kunststoffes vorgesehenen Extruders bestimmt werden.

[0090] Von Vorteil ist, wenn der Zwischenring wie die Gehäuse der Extrudermodule eine Temperierung besitzt.

[0091] Wahlweise ist auch unmittelbar an den Zwischenring eine Prozeßmittelpumpe als Druckpumpe oder auch eine Saugpumpe zum Entgasen ange-

flanscht.

[0092] Der unmittelbar angeflanschte Extruder kann als Seitenarmextruder bezeichnet werden. Dieser Extruder kann ein Einschnuckenextruder sein. Es kann aber auch ein Extruder anderer Bauart zum Einsatz kommen.

[0093] Für das Eintragen der Prozeßmittel in den Zwischenring muß dieser durchbohrt werden. Dabei wird ein zur Temperierung doppelwandig ausgeführte Mantel durchbohrt. Damit einerseits das Prozeßmittel nicht in den Hohlmantel strömt und andererseits das Temperierungsmittel nicht das Prozeßmittel verunreinigt, kann ein Flansch angebracht werden, der mit einem Kragen in die Bohrung ragt und den Hohlmantel wieder verschließt. Entsprechendes gilt für den Fall der Entgasung.

[0094] Nach der DE 10356423 wird das mit einer Buchse dadurch erreicht, daß

die Bohrung durch das Gehäuse hindurchgeführt ist und in die im Gehäuse sitzende Buchse ragt, wobei die Materialzuführung mit einem Zuführungsgehäuse in die Bohrung ragt und

aa) wobei die Bohrung im Bereich der zum Temperieren dienenden Kanäle eine ringförmige Erweiterung aufweist, so daß um das Zuführungsgehäuse herum ein ringförmiger Verbindungskanal für die zum Temperieren dienenden Kanäle entsteht oder

bb) wobei die Bohrung bis in eine Nut reicht, die sich über den gesamten Umfang oder über einen Teil des Umfangs der im Gehäuse sitzenden Buchse erstreckt und deren Breite größer als der Durchmesser des Zuführungsgehäuses ist, so daß um das Zuführungsgehäuse herum ein Verbindungskanal für die dem Temperieren dienenden Kanäle entsteht oder

cc) wobei ein Zuführungsgehäuse verwendet wird, das in die Buchse ragt, wobei das Zuführungsgehäuse im Bereich der dem Temperieren dienenden Kanäle mit mindestens einem Verbindungskanal für diese Kanäle versehen ist
Vorteilhafterweise kann der Verbindungskanal nach cc) spanabhebend durch Fräsen oder Drehen außen in die das Zuführungsgehäuse eingearbeitet werden. Vorzugsweise ist ein Zuführungsgehäuse mit mehreren Verbindungskanälen vorgesehen, so daß jede durch die Bohrung entstandene Unterbrechung eines Kanals durch einen Verbindungskanal aufgehoben bzw. überbrückt worden ist.

Noch weiter bevorzugt ist ein Zuführungsgehäuse mit mehreren Verbindungskanälen versehen, die übereinander liegen. Die einzelnen Verbindungskanäle können als neben einander liegende Nuten in das Zuführungsgehäuse gearbeitet werden. Die Kanäle können außen an dem Zuführungsge-

häuse liegen.

Günstig ist dabei, wenn die übereinander liegenden Verbindungskanäle eine Höhe besitzen, die geringer als die Breite ist. Zugleich ist die Breite so groß gewählt, daß die Verbindungskanäle gleichwohl einen ausreichenden Querschnitt zur störungsfreien Weiterleitung des Temperierungsmittels besitzt, vorzugsweise ist der Querschnitt gleich.

Günstig ist, wenn die Höhe der Verbindungskanäle so gewählt ist, daß die Gesamthöhe der übereinander liegenden und durch einen Steg voneinander getrennten Verbindungskanäle nicht höher als die Höhe bzw. Tiefe der zum Temperieren dienenden Kanäle in der Buchse ist.

Vorteilhafterweise können die übereinander liegenden Kanäle mit das Zuführungsgehäuse in diesem Bereich außen umschließenden Rohrmantel geschlossen werden. Der außen liegende Rohrmantel ist dann mit Einlaßöffnungen und Auslaßöffnungen versehen. Jede Einlaßöffnung ist so angeordnet, daß sie an dem zugehörigen, durch die beschriebene Unterbrechung entstandenen Kanalende liegt

Wahlweise sind die Verbindungskanäle auch an einer Innenseite des Zuführungsgehäuses eingearbeitet worden und sind die Verbindungskanäle durch einen innen liegenden Rohrmantel verschlossen. Durch außen in das Zuführungsgehäuse eingearbeitete Einlaßöffnungen und Auslaßöffnungen entstehen gleichwohl Verbindungskanäle. oder

dd) wobei die Bohrung gegenüber dem Zuführungsgehäuse vergrößert ist und wobei in dem Gehäuse ein Einsatz mit einer Öffnung oder einem Anschluß zur Aufnahme des Zuführungsgehäuses vorgesehen ist. Der Einsatz besitzt außen liegend oder innen liegend einen oder mehrere Verbindungskanäle, die wie die Verbindungskanäle unter cc) ausgebildet sind bzw. hergestellt werden.

ee) wobei in der Bohrung ein Einsatz sitzt, an dem das Zuführungsgehäuse befestigt ist und der Einsatz außen liegend oder innen liegend oder innen liegend einen oder mehrere Verbindungskanäle besitzt, die wie die Verbindungskanäle unter cc) ausgebildet sind bzw. hergestellt werden.

[0095] Das oben beschriebene Zuführungsgehäuse kann eine im Zwischenring sitzende Buchse, die mit dem Zwischenring einen Doppelmantel bildet, so weit durchdringen, daß sie mit der Innenfläche der Buchse ganz oder teilweise abschließt. Ist das Zuführungsgehäuse der Innenfläche der Buchse angepaßt und kann ganz mit der Innenfläche der Buchse abschließen. Das kann auch auf innen verzahnte Buchsen eines Extrudergehäuses Anwendung finden. Die Anpassung wird durch Drehen oder Fräsen oder Schleifen bzw. bei der Anpassung an innen verzahnte Gehäusebuchsen dadurch erreicht, daß in die Ge-

häusewandung eine Verzahnung in gleicher Weise eingearbeitet wird wie beim Innenverzahnungen der im Extrudergehäuse sitzenden Buchse. Günstig ist dabei die Anwendung des Funkenerodierens zum Verzahnung.

[0096] Der Seitenarmextruder kann verschiedene Bauweisen haben.

[0097] Es gibt Einschneckenextruder, Doppelschneckenextruder und Planetwalzenextruder.

[0098] Der Einschneckenextruder ist die billigste Bauart eines Extruders, aber auch der Extruder mit der kleinsten Bauweise.

[0099] Bei der Verwendung eines Einschneckenextruders soll die Steigung der Schnecke die gewünschte Förderwirkung verursachen.

[0100] Der Doppelschneckenextruder besitzt zwei parallel nebeneinander angeordnete und miteinander kämmende Schnecken. Der Doppelschneckenextruder ist zwar aufwendiger als ein Einschneckenextruder. Der Doppelschneckenextruder hat jedoch eine wesentlich größere Förderwirkung als ein Einschneckenextruder. Gleichwohl ist der Doppelschneckenextruder noch verhältnismäßig günstig. Außerdem baut der Doppelschneckenextruder noch sehr klein. Aufgrund der hohen Förderwirkung läßt sich mit dem Doppelschneckenextruder leicht sicherstellen, daß Kunststoff verflüssigt und die flüssige Schmelze mit dem richtigen Druck in den Zwischenring eingespritzt wird.

[0101] Wahlweise wird für diesen Seitenarmextruder auch ein Planetwalzenteil/Extruder verwendet. In der Anwendung kann auch dieser Planetwalzenteil so gefahren werden, daß der notwendige Druck zum Plastifizieren von Kunststoff und Einspritzen der flüssigen Schmelze entsteht.

[0102] Vorteilhafterweise lassen sich die unterschiedlichen Planetenspindelstücke miteinander kombinieren. Dazu gehört zum Beispiel eine Transportspindel, wie sie in der EP 060145166 beschrieben ist. Desgleichen gehört dazu eine Noppenspindel wie sie in der EP 04023632 beschrieben ist.

[0103] Bei den Transportspindeln sind einzelne oder mehrere Zähne aus dem Zahnbesatz herausgearbeitet worden.

[0104] Bei den Noppenspindeln entstehen die Noppen dadurch, daß nach einer herkömmlichen Verzahnung (Normalverzahnung) eine gegenläufige Verzahnung in die Planetwalzenspindel eingeschnitten wird.

[0105] Die unterschiedlichen Planetwalzenstücke können mit gleicher oder unterschiedlicher Verzahnung

auf der Zentralspindel und/oder unterschiedlicher Innenverzahnung des Modulgehäuses bzw. der Buchse in dem Modulgehäuse kombiniert werden. Statt einer Normalverzahnung kann die korrespondierende Verzahnung an der Zentralspindel und/oder die korrespondierende Innenverzahnung des Gehäuses bzw. der Gehäusebuchse eine gleiche Noppenverzahnung oder eine andere Noppenverzahnung oder eine gleiche oder andere Transportspindelverzahnung sein. Umgekehrt gilt auch, die Zentralspindel und/oder die Gehäusebuchse bzw. das Modulgehäuse kann mit gleicher Verzahnung auf dem korrespondierenden Planetwalzenmodulteil kombiniert werden. Mit der Zentralspindel korrespondieren die Planetenspindeln. Mit der Gehäusebuchse bzw. dem Modulgehäuse korrespondieren die Planetenspindeln. Mit den Planetenspindeln korrespondieren die Zentralspindel und die Gehäusebuchse bzw. das Gehäuse.

[0106] Gesicherte Verhältnisse, sowohl bei ungestückelten wie auch bei gestückelten Planetenspindeln, ergeben sich, wenn

- a) die Planetenspindeln mit Noppenverzahnung und/oder Transportspindelverzahnung mit normalverzahnnten Zentralspindeln und normalverzahnnter Gehäusebuchse bzw. normalverzahnnter Gehäusebuchse korrespondieren
- b) die Zentralspindel mit Noppenverzahnung und/oder Transportspindelverzahnung mit normalverzahnnten Planetenspindeln korrespondieren
- d) die Gehäusebuchse bzw. Gehäuse mit Noppenverzahnung und/oder Transportspindelverzahnung mit normalverzahnnten Planetenspindeln korrespondieren.
- e) die über eine Verzahnung korrespondierenden Planetwalzenmodulteile alle eine gleiche Noppenverzahnung oder Transportspindelverzahnung aufweisen und wenn jeweils auf einem Planetenspindelstück beiderseits einer Noppenverzahnung oder Transportspindelverzahnung eine Normalverzahnung vorgesehen ist. Dabei hat die beiderseits der Noppenverzahnung oder Transportspindelverzahnung vorgesehene Länge der Normalverzahnung mindestens eine Länge von mindestens 0,8D, noch weiter bevorzugt von mindestens 1D und höchst bevorzugt von mindestens 1,2D, wobei D der Teilkreisdurchmesser der Verzahnung ist.

[0107] In der Varianten a) bis e) schließt die Bezeichnung Planetenspindelstück sowohl kurze als auch lange Planetenspindelstücke ein.

[0108] Ferner können auch einstückige Planetwalzenspindeln nach einer der Varianten a) bis e) gestaltet und kombiniert werden.

[0109] Soweit vorstehend gleiche Verzahnungen angesprochen sind, betrifft das die Zähne, nicht die

Teilkreisdurchmesser von Zentralspindel, Planetenspindel und Gehäuseverzahnung.

[0110] Die Planetenspindeln besitzen jedoch regelmäßig gemeinsam einen gleichen Teilkreisdurchmesser.

[0111] In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

[0112] [Fig. 1](#) zeigt einen Extruder für die Herstellung von Mischungen aus Kunststoff und Holzpartikeln. Der Extruder besitzt vier Abschnitte. Drei Extruderabschnitte sind als Planetwalzenextruderabschnitte ausgebildet, der vierte Extruderabschnitt ist als Einschneckenextruder ausgebildet und dient dem Materialeinzug.

[0113] Dabei sind mit **5** die Gehäuse der Planetwalzenextruderabschnitte und das Gehäuse des Einschneckenextruderabschnittes mit **1** bezeichnet. Jedes Gehäuse **5** besitzt angeschweißte Flansche **6** und **7**, die in nicht dargestellter Form miteinander verschraubt sind. Das Gehäuse **1** ist mit Flanschen **3** und **4** versehen, die wie die Flansche **6** und **7** der Befestigung dienen. Jedes Gehäuse **1** und **5** ist innen mit Buchsen ausgekleidet.

[0114] Ferner sind an der Gehäuseinnenseite Kanäle dargestellt, die je nach Bedarf mit Heizmittel oder Kühlmittel beaufschlagt werden.

[0115] Die dargestellten Enden der Gehäuse **5** sind hinten ausgedreht und jeweils mit einem Zentrierring **11** und Anlaufring und Verschleißring **8** versehen.

[0116] Der Anlaufring und Verschleißring **8** bildet die Gleitfläche für Planetenspindeln/Planetwalzenspindeln **10**. Der Anlaufring und Verschleißring **8** besitzt einen Innendurchmesser der kleiner als der bezeichnete Rollradius der Planetwalzenspindeln **10** ist.

[0117] Alle Extruderabschnitte besitzen eine gemeinsame Spindel. Diese gemeinsame Spindel ist im Bereich der Planetwalzenextruderabschnitte mit **9** und im Bereich des als Einzug dienenden Einschneckenextruderabschnittes mit **19** bezeichnet.

[0118] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist zwischen dem Füllteil und dem Planetwalzenteil ein Zwischenring vorgesehen. In anderen Ausführungsbeispielen ist der Zwischenring zwischen zwei Planetwalzenteilen bzw. Planetwalzenmodulen angeordnet.

[0119] Der Zwischenring ist in [Fig. 3](#) dargestellt. In [Fig. 3](#) sind die Gehäuse des Einfüllteiles mit **211** und das Gehäuse des Planetwalzenteiles mit **210** bezeichnet. Die beiden gegenüberliegenden Gehäuseenden sind mit einem Kragen **214** und **213** verse-

hen. Zwischen beiden Kragen ist ein Zwischenring **212** eingelassen. Der Zwischenring **212** ist in Zentrieröffnungen an den Stirnflächen der Kragen eingelassen. Der Zwischenring **212** besitzt mehrere gleichmäßig am Umfang verteilte Öffnungen, zu denen Schmelzeleitungen **216** von dem Extruder führen. Der Zwischenring **212** ist zwischen den Kragen **211** und **213** gespannt. Die Verspannung wird durch Spannschrauben bewirkt, von denen nur eine Mittellinie **215** dargestellt ist. Die Spannschrauben durchdringen beide Kragen und wirken mit Schraubenmuttern zusammen.

[0120] [Fig. 2](#) zeigt einen weiteren Zwischenring **125** zwischen zwei Gehäusen **101** und **102**. Die Gehäuse **101** und **102** gehören im Ausführungsbeispiel zu Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen.

[0121] Die Gehäuse **101** und **102** besitzen Flansche **103** und **104** und sind an den Flanschen miteinander gespannt. Die Verspannung erfolgt durch Schrauben und Mutter, von denen eine Mittellinie dargestellt ist. Der Zwischenring **125** hat im Ausführungsbeispiel zugleich die Funktion, beide Gehäuse **101** und **102** zu zentrieren. Dazu sind beide korrespondierenden Gehäuseenden mit entsprechenden, zentrischen Paßflächen für den Zwischenring **125** versehen.

[0122] Zu den Gehäusen der Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen gehören innen verzahnte Buchsen **106** und **107**. Durch die miteinander verbundenen Gehäuse **101** und **102** erstreckt sich eine Zentralspindel **108**.

[0123] Zwischen der Zentralspindel **108** und den innen verzahnten Gehäusen **101** und **102** sind Planetwalzenspindeln **110** und **111** vorgesehen. Die Planetwalzenspindeln **110** und **111** stehen zugleich mit der Zentralspindel **108** und mit der Innenverzahnung der Gehäuse **101** und **102** im Eingriff.

[0124] Im Unterschied zu den herkömmlichen Planetwalzenextrudern werden die Planetwalzenspindeln **110** nicht durch Anlaufringe in axialer Richtung gehalten, an denen die Planetwalzenspindeln umlaufend entlang gleiten. Vielmehr liegen die Planetwalzenspindeln **111** bei **115** mit dem in Strömungsrichtung vorderen Ende an dem hinteren Ende der Planetwalzenspindeln **110** an. Zugleich fluchten die aneinander liegenden Planetwalzenspindeln miteinander. Das Fluchten bleibt während des Umlaufens der Planetwalzenspindeln erhalten.

[0125] Im Ausführungsbeispiel nach [Fig. 2](#) ist der Zwischenring innen mit einer Verzahnung versehen, so daß die in Planetwalzenspindeln **110**, welche aus dem Gehäuse **101** heraus in den Zwischenring ragen, auch mit der Verzahnung des Zwischenringes kämmen. Die Planetwalzenspindeln sind infolgedessen auch in den Bereichen **115** geführt. Die Führung

wird durch den Eingriff in die Verzahnung der Zentralspindel und durch den Eingriff in die Verzahnung des Zwischenringes gebildet.

[0126] In anderen Ausführungsbeispielen umgibt der Zwischenring die Planetwalzenspindeln in einem Abstand.

[0127] In weiteren Ausführungsbeispielen ragen die Planetwalzenspindeln aus dem einen Modul über den Zwischenring hinaus in den anderen Modul.

[0128] Die Planetwalzenspindeln **110** und **111** bilden zusammen überlange, mehrteilige Planetwalzenspindeln, die sich durch mehrere hintereinander angeordnete Planetwalzenextruderabschnitte erstrecken. Dabei liegen die Planetspindelstücke lose aneinander. Ein nicht dargestellter Anlauftring befindet sich an dem in Förderrichtung der zusammen gesetzten Planetwalzenspindel hinteren Ende.

[0129] Die Planetspindelstücke liegen aneinander, weil der Axialdruck der Planetspindelstücke dies bewirkt. Das Einsatzmaterial gelangt nicht zwischen die Berührungsflächen/Anlageflächen der Planetspindelstücke. Dazu trägt bei, daß die Planetspindelstücke an den Stirnflächen stark angephast sind. Das Anphasen ist an sich bekannt, insbesondere zur Verringerung der Verletzungsgefahr für Betriebsleute, die sich sonst an scharfen Kanten schneiden können. Im Ausführungsbeispiel entsteht durch das Anphasen unter 45 Grad ein Durchmesser an den Planetspindelstück-Enden, der kleiner als 2/3 des Außendurchmessers der Planetspindelstücke ist. In anderen Ausführungsbeispielen ist dieser Durchmesser anders, zum Beispiel kleiner oder gleich dem Durchmesser auf dem das Tiefste zwischen benachbarten Zähnen liegt. Der Winkel beim Anphasen kann auch größer oder kleiner als 45 Grad sein.

[0130] Durch das Anphasen wird die Berührungsfläche der Planetspindelstücke kleiner, vorzugsweise mindestens 5%, noch weiter bevorzugt mindestens 10% und höchst bevorzugt mindestens 15% kleiner als die ohne Anphasen maximal sich ergebende Berührungsfläche.

[0131] Die Planetwalzenspindeln besitzen üblicherweise mehrere Zähne, die als Evolventenverzahnung ähnlich wie ein mehrgängiges Gewinde am Umfang der Planetwalzenspindeln verlaufen. Dabei ist jeder Zahn mit einem Gewindegang vergleichbar. Zwischen zwei benachbarten Zähnen befindet sich eine Zahnücke. Die Zahnücke hat ein Tiefstes.

[0132] Gegenüber einteiligen langen Planetwalzenspindeln hat die erfindungsgemäße Stückelung erhebliche Vorteile.

[0133] Zu den Vorteilen gehört geringerer Ausschuß

durch Verzug nach der Wärmebehandlung der Planetwalzenspindeln. Die Wärmebehandlung dient dazu, die Planetwalzenspindeln an der Oberfläche verschleißfest zu machen. Die Wärmebehandlung hat jedoch auch einen Verzug der Planetwalzenspindeln zur Folge, der im Mittel umso größer ist, je länger die Planetwalzenspindeln sind.

[0134] Durch das erfindungsgemäße Zusammen setzen der überlangen Planetwalzenspindeln aus kürzeren Spindeln wird das Verzugsrisiko erheblich minimiert.

[0135] [Fig. 4](#) zeigt eine Zentralspindel **300** für eine Planetwalzenextruder.

[0136] Zu diesem Planetwalzenextruder gehören weitere nicht dargestellte Teile, ein innen verzahntes Gehäuse, in dem die Zentralspindel angeordnet ist. Das Gehäuse umgibt die Zentralspindel im Abstand. Dabei ist an beiden Enden der Zentralspindel **300** eine Lagerung der Zentralspindel **300** im Gehäuse vorgesehen.

[0137] Mit dem Extruder wird im Ausführungsbeispiel Kunststoff aufbereitet. Dazu wird der Kunststoff in schmelzflüssiger Form an einem Endes Extruders mit Zuschlägen aufgegeben, auf dem Wege durch den Extruder mit den Zuschlägen vermischt und am anderen Ende des Extruders wieder ausgetragen.

[0138] Das in Strömungsrichtung der Schmelze vordere Ende **303** der Zentralspindel ist mit einer Keilwellenverzahnung versehen. Mit diesem Ende **303** sitzt die Zentralspindel in der Abtriebswelle eines an das Gehäuse angeflanschten Getriebes.

[0139] Das in Strömungsrichtung der Schmelze hintere Ende **305** ist mit einer Aufnahmebohrung für einen Dorn vorgesehen. Der Dorn ist Bestandteil einer nicht dargestellten und am Gehäuse befestigten Zentralspindelspitzenhalterung.

[0140] In dem Hohlraum zwischen der Zentralspindel und der Gehäuseinnenverzahnung laufen Planetspindeln um die Zentralspindel **300** um. Die Planetspindeln sind mit einer Außenverzahnung versehen und kämmen mit der Innenverzahnung des Gehäuses und mit der Außenverzahnung der Zentralspindel. Die Außenverzahnung ist eingangsseitig des Extruders Normalverzahnung **302** und im weiteren als Noppenverzahnung **304** ausgebildet. Die Noppenverzahnung entspricht in der EP 04023632 beschriebenen Verzahnung der Anmelderin. In anderen Ausführungsbeispielen ist anstelle der Noppenverzahnung eine Transportspindelverzahnung vorgesehen, wie sie in der EP06014516 beschrieben ist.

[0141] Die [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) zeigen verschiedene Verzahnungskombinationen an einem Planetwalzen-

extruder

[0142] [Fig. 7](#) zeigt schematisch eine Kombination mit überall gleicher Normalverzahnung der Zentralspindel **501**, Planetenspindeln **503** und Gehäuseinnenverzahnung **502**

[0143] [Fig. 6](#) zeigt schematisch eine Kombination mit gleicher Normalverzahnung an der Zentralspindel **401** und der Gehäuseinnenverzahnung **402** sowie eine Noppenverzahnung an den Planetenspindeln **403**.

[0144] [Fig. 8](#) zeigt schematisch eine Kombination mit gleicher Normalverzahnung der Zentralspindel **601** und der Planetenspindeln **603** sowie eine Noppenverzahnung an der Gehäuseinnenverzahnung.

[0145] [Fig. 5](#) zeigt schematisch eine Zentralspindel **701**, Planetenspindeln **703** und eine Gehäuseinnenverzahnung **702**. In den Abschnitten **707** und **706** ist an allen Teilen eine gleiche Normalverzahnung und in den Abschnitten **705** überall eine gleiche Noppenverzahnung vorgesehen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 2702390 A1 [[0058](#), [0060](#), [0065](#)]
- DE 10356423 [[0094](#)]
- EP 060145166 [[0102](#)]
- EP 04023632 [[0102](#), [0140](#)]
- EP 06014516 [[0140](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 780 [[0051](#)]

Patentansprüche

1. Planetwalzenextruder oder Planetwalzenextruderabschnitt mit einer angetriebenen Zentralspindel, Planetwalzenspindeln und einem umgebenden ortsfesten Gehäuse zur Behandlung eines Einsatzgutes, wobei die Zentralspindel außen verzahnt ist, die Planetwalzenspindeln außen verzahnt sind und das Gehäuse eine Innenverzahnung besitzt, wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Verzahnung der Zentralspindel miteinander kämmen und wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Innenverzahnung des Gehäuses miteinander kämmen, so daß die Planetspindeln in dem Gehäuse um die sich drehende Zentralspindel umlaufen und das Einsatzgut zwischen den Zähnen bearbeitet und in Längsrichtung durch den Extruder gefördert wird, wobei die Planetwalzenspindeln an dem in Förderrichtung des Einsatzgutes im Extruder hinteren Ende an einem Anlauffring gleiten gekennzeichnet durch gestückelte Planetwalzenspindeln, wobei die Planetwalzenstücke einer Planetwalzenspindel fluchtend und einander berührend hinter einander liegen, wobei die Planetwalzenstücke zumindest in Längsrichtung lose aneinanderliegen wobei sich eine gestückelte Planetwalzenspindel über mehr als einen der hinter einander geschalteten Planetwalzenextrudermodulgehäuse erstreckt, wobei die Länge der Planetwalzenspindelstücke mindestens 4D, vorzugsweise mindestens 5D beträgt, wobei D der Teilkreisdurchmesser der Verzahnung der Planetwalzenspindelstücke ist.

2. Planetwalzenextruder oder Planetwalzenextruderabschnitt mit einer angetriebenen Zentralspindel, Planetwalzenspindeln und einem umgebenden ortsfesten Gehäuse zur Behandlung eines Einsatzgutes, wobei die Zentralspindel außen verzahnt ist, die Planetwalzenspindeln außen verzahnt sind und das Gehäuse eine Innenverzahnung besitzt, wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Verzahnung der Zentralspindel miteinander kämmen und wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Innenverzahnung des Gehäuses miteinander kämmen, so daß die Planetspindeln in dem Gehäuse um die sich drehende Zentralspindel umlaufen und das Einsatzgut zwischen den Zähnen bearbeitet und in Längsrichtung durch den Extruder gefördert wird, wobei die Planetwalzenspindeln an dem in Förderrichtung des Einsatzgutes im Extruder hinteren Ende an einem Anlauffring gleiten, der in dem Gehäuse des Extruders oder Extruderabschnitts gehalten ist, gekennzeichnet durch gestückelte Planetwalzen-

spindeln, wobei die Planetwalzenstücke einer Planetwalzenspindel fluchtend und einander berührend hinter einander liegen, wobei die Planetwalzenstücke zumindest in Längsrichtung lose aneinanderliegen wobei das dem hinteren Planetwalzenspindel-Ende abgewandte andere Ende innerhalb des Extrudergehäuses oder Extruderabschnitt-Gehäuse liegt wobei die Länge der Planetwalzenspindelstücke mindestens 4D, vorzugsweise mindestens 5D beträgt, wobei D der Teilkreisdurchmesser der Verzahnung der Planetwalzenspindelstücke ist.

3. Planetwalzenextruder oder Planetwalzenextruderabschnitt mit einer angetriebenen Zentralspindel, Planetwalzenspindeln und einem umgebenden ortsfesten Gehäuse zur Behandlung eines Einsatzgutes, wobei die Zentralspindel außen verzahnt ist, die Planetwalzenspindeln außen verzahnt sind und das Gehäuse eine Innenverzahnung besitzt, wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Verzahnung der Zentralspindel miteinander kämmen und wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Innenverzahnung des Gehäuses miteinander kämmen, so daß die Planetwalzenspindeln in dem Gehäuse um die sich drehende Zentralspindel umlaufen und das Einsatzgut zwischen den Zähnen bearbeitet und in Längsrichtung durch den Extruder gefördert wird, wobei die Planetwalzenspindeln an dem in Förderrichtung des Einsatzgutes im Extruder hinteren Ende an einem Anlauffring gleiten gekennzeichnet durch gestückelte Planetwalzenspindeln, wobei die Planetwalzenstücke einer Planetwalzenspindel fluchtend und einander berührend hinter einander liegen, wobei die Planetwalzenstücke zumindest in Längsrichtung lose aneinanderliegen, wobei die gestückelten Planetwalzenspindeln gegenüber der Zentralspindel und/oder dem innen verzahnten Gehäuse einen Ausdehnungskoeffizienten als die Zentralspindel und/oder die Gehäuseinnenverzahnung besitzen, wobei der eine Ausdehnungskoeffizient mindestens das 1,2fache, vorzugsweise mindestens das 1,35fache und noch weiter bevorzugt mindestens das 1,5fache des anderen Ausdehnungskoeffizienten ist, wobei die Länge der Planetwalzenspindelstücke mindestens 4D, vorzugsweise mindestens 5D beträgt, wobei D der Teilkreisdurchmesser der Verzahnung der Planetwalzenspindelstücke ist.

4. Planetwalzenextruder oder Planetwalzenextruderabschnitt mit einer angetriebenen Zentralspindel, Planetwalzenspindeln und einem umgebenden ortsfesten Gehäuse zur Behandlung eines Einsatzgutes, wobei die Zentralspindel außen verzahnt ist, die Pla-

netwalzenspindeln außen verzahnt sind und das Gehäuse eine Innenverzahnung besitzt, wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Verzahnung der Zentralspindel miteinander kämmen und

wobei die Verzahnung der Planetwalzenspindeln und die Innenverzahnung des Gehäuses miteinander kämmen,

so daß die Planetwalzenspindeln in dem Gehäuse um die sich drehende Zentralspindel umlaufen und das Einsatzgut zwischen den Zähnen bearbeitet und in Längsrichtung durch den Extruder gefördert wird, wobei die Planetwalzenspindeln an dem in Förderichtung des Einsatzgutes im Extruder hinteren Ende an einem Anlauffring gleiten

dadurch gekennzeichnet, daß die in der Verzahnung miteinander in Eingriff stehenden Planetwalzenmodule eine gleiche oder unterschiedliche Verzahnung besitzen, wobei

a) die Planetenspindeln mit Noppenverzahnung und/oder Transportspindelverzahnung mit normalverzahnten Zentralspindeln und normalverzahnter Gehäusebuchse bzw. normalverzahnter Gehäusebuchse korrespondieren oder

b) die Zentralspindel mit Noppenverzahnung und/oder Transportspindelverzahnung mit normalverzahnten Planetenspindeln korrespondieren oder

d) die Gehäusebuchse bzw. Gehäuse mit Noppenverzahnung und/oder Transportspindelverzahnung mit normalverzahnten Planetenspindeln korrespondieren oder

e) die über eine Verzahnung korrespondierenden Planetwalzenmodule alle eine gleiche Noppenverzahnung oder Transportspindelverzahnung aufweisen und wenn jeweils auf einem Planetenspindelstück beiderseits einer Noppenverzahnung oder Transportspindelverzahnung eine Normalverzahnung vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Dadurch gekennzeichnet, daß die Planetwalzenspindelstücke sich über 2 oder mehr Planetwalzenmodulgehäuse erstrecken.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch einzeln auswechselbare Planetwalzenspindelstücke und/oder gestückelten Planetwalzenspindeln, die sich zumindest teilweise aus Planetwalzenspindelstücken zusammensetzen, die in anderen Planetwalzenextrudern oder Planetwalzenextruderabschnitten als einteilige Planetwalzenspindeln einsetzbar sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetwalzenspindelstücke an den Stirnflächen eine Phase besitzen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Planetenspindelstückes kleiner oder gleich dem Durchmesser ist,

auf dem das Tiefste zwischen zwei benachbarten Zähnen liegt, vorzugsweise kleiner oder gleich $\frac{2}{3}$ des Durchmessers ist, auf dem das Tiefste zwischen zwei benachbarten Zähnen liegt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetwalzenstücke an den sich berührenden Enden ineinander greifen.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Planetwalzenstücke größer als die Zahl der Planetwalzenextruderabschnitte ist, vorzugsweise mindestens um 1, noch weiter bevorzugt mindestens um 2 größer ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch gleiche und/oder verschiedene Planetwalzenspindelstücke.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch gleiche oder verschiedene Planetwalzenspindelstücke und ein als Paßstück abgelängtes Planetwalzenspindelstück

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Zwischenringes (**212**) zwischen dem Füllteil (**201**) und dem Planetwalzenteil (**202**) und/oder zwischen Planetwalzenteilen (**202**), wobei

a) der Zwischenring eine Verlängerung der Planetwalzenteile bildet und/oder

b) der Zwischenring eine Zentrierung zwischen den Extruderteilen bildet und/oder

c) der Zwischenring einen Prozeßmitteleintrag bildet und/oder

d) der Zwischenring eine Mess-Stelle für Prozeßdaten bildet und/oder

e) der Zwischenring die Zentralspindel im Abstand umgibt

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Zwischenringes (**212**)

a) der den Gehäusen des Füllteiles (**201**) und/oder des Planetenteiles (**202**) nachgebildet ist und Kragen besitzt, mit denen der Zwischenring (**212**) an dem benachbarten Kragen des Füllteiles (**201**) und an dem benachbarten Kragen des Planetenteiles (**202**) befestigt ist

oder

b) der allein dadurch zwischen dem Planetenteil (**202**) und dem Füllteil (**201**) gehalten ist, daß der benachbarte Kragen des Planetenteils (**202**) mit dem benachbarten Kragen des Füllteiles (**201**) verspannt ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Zwi-

schenringes (**212**), der in eine Zentrieröffnung in der benachbarten Stirnfläche des Füllteiles (**201**) greift oder umgekehrt das Planetwalzenteil (**202**) und das Füllteil (**201**) in eine Zentrieröffnung an der Stirnfläche des Zwischenringes (**212**) greifen.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenring die Zentralspindel im Abstand umgibt, wobei die Planetwalzenspindeln sich in den entstehenden Hohlraum erstrecken und dort umlaufen, wobei der Zwischenring auch die Planetwalzenspindeln im Abstand umgibt oder mit einer Innenverzahnung versehen ist, so daß die Planetwalzenspindeln mit der Innenverzahnung kämmen.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch

- a) Verwendung eines Nebenextruders/Seitenarmextruders für die Aufschmelzung von Kunststoff, der am Zwischenring (**212**) angeflanscht ist oder
- b) Verwendung eines Nebenextruders/Seitenarmextruders für die Aufschmelzung von Kunststoff, der über eine Schmelzeleitung mit dem Ende des Füllteiles (**201**) oder über die Schmelzeleitung mit dem Planetenteil (**202**) oder über die Schmelzeleitung mit dem Zwischenring (**212**) verbunden ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17 gekennzeichnet durch die Verwendung eines Doppelschneckenextruders oder Doppelschneckenextruderteils oder Einschnckenextruders oder Einschnckenteils als Nebenextruders/Seitenarmextruder (**204**) für die Aufschmelzung von Einsatzmaterial.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, gekennzeichnet durch einen angeflanschten Seitenarmextruder, wobei für den Seitenarmextruder (**204**) eine Bohrung durch das Extrudergehäuse (**101**) und in die darin sitzende Buchse des Planetwalzenteiles ragt, wobei in die Bohrung ein Zuführungsgehäuse oder Rohr oder Einsatz ragt und wobei die Bohrung im Bereich der für das Temperierungsmittel vorgesehenen Kanäle eine Erweiterung besitzt, so daß zwischen dem in die Bohrung ragende Zuführungsgehäuse oder Rohr oder Einsatz und der Innenwand der Bohrung ein Abstand besteht, der einen Hohlraum bildet und daß der Hohlraum die vorher durch die Bohrung bzw. das Zuführungsgehäuse oder Rohr oder Einsatz unterbrochenen Kühlmittelkanäle oder Heizmittelkanäle verbindet.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Extrudergehäuses (**101**), das an der im Extrudergehäuse (**101**) sitzenden innen verzahnten Buchse im Bereich der Kanäle für das Temperierungsmittel eine Nut besitzt, die sich um Umfang der Buchse über den

gesamten Umfang oder über einen Teil es des Umfanges erstreckt und deren Breite größer ist als der Durchmesser des Zuführungsgehäuses oder der Durchmesser des der Materialzuführung dienenden Rohres oder Einsatzes

21. Verfahren nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Extrudergehäuses (**101**) mit einer innen liegenden Buchse, die außen mit Kanälen für eine Temperierungsmittel versehen ist, und mit einer das Gehäuse für die Zuführung von Schmelze durchdringenden Bohrung, im Durchringungsbereich ein Einsatz vorgesehen ist, der mindestens einen Verbindungskanal für die zur Durchleitung von Temperierungsmittel bestimmten Kanäle besitzt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 21, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Extrudergehäuses (**101**) mit einer innen liegenden Buchse, die außen mit Kanälen für ein Temperierungsmittel versehen ist, und eine Anschlußbohrung für einen Seitenarmextruder aufweist, wobei die Kanäle für das Temperierungsmittel um die Anschlußbohrung herum geführt ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Planetspindelstücke gegenüber den anderen Planetspindelstücke mit einer reduzierten Zahl von Zähnen versehen ist oder als Noppenspindel ausgebildet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Anpreßdruck der Planetspindelstücke, der zwischen den einander berührenden Enden der Planetwalzenspindelstücke besteht, größer als der auf die Berührungsstellen wirkende Schmelzedruck ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetspindelstückenden an den einander berührenden Enden so angephast sind, daß die wirksame Berührungsfläche um mindestens 5%, bezogen auf die maximale Berührungsfläche bei ungephasteten Enden, reduziert ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetspindelstückenden an den einander berührenden Enden so angephast sind, daß die wirksame Berührungsfläche um mindestens 10%, vorzugsweise um 15% reduziert ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

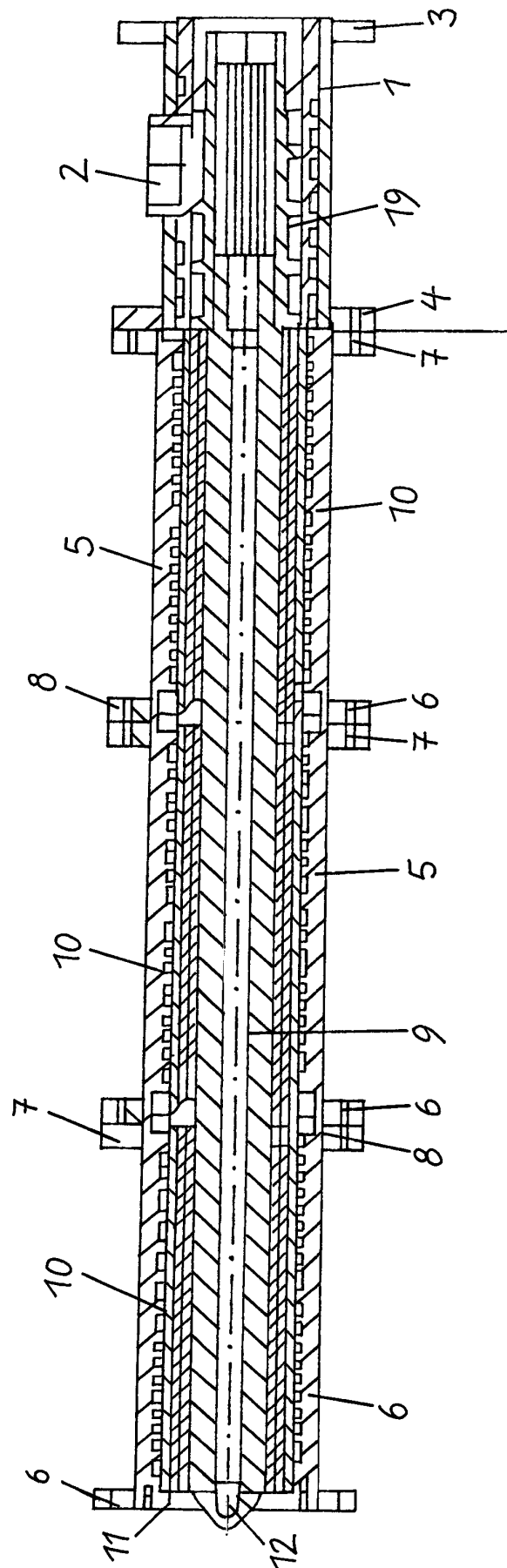


Fig. 1

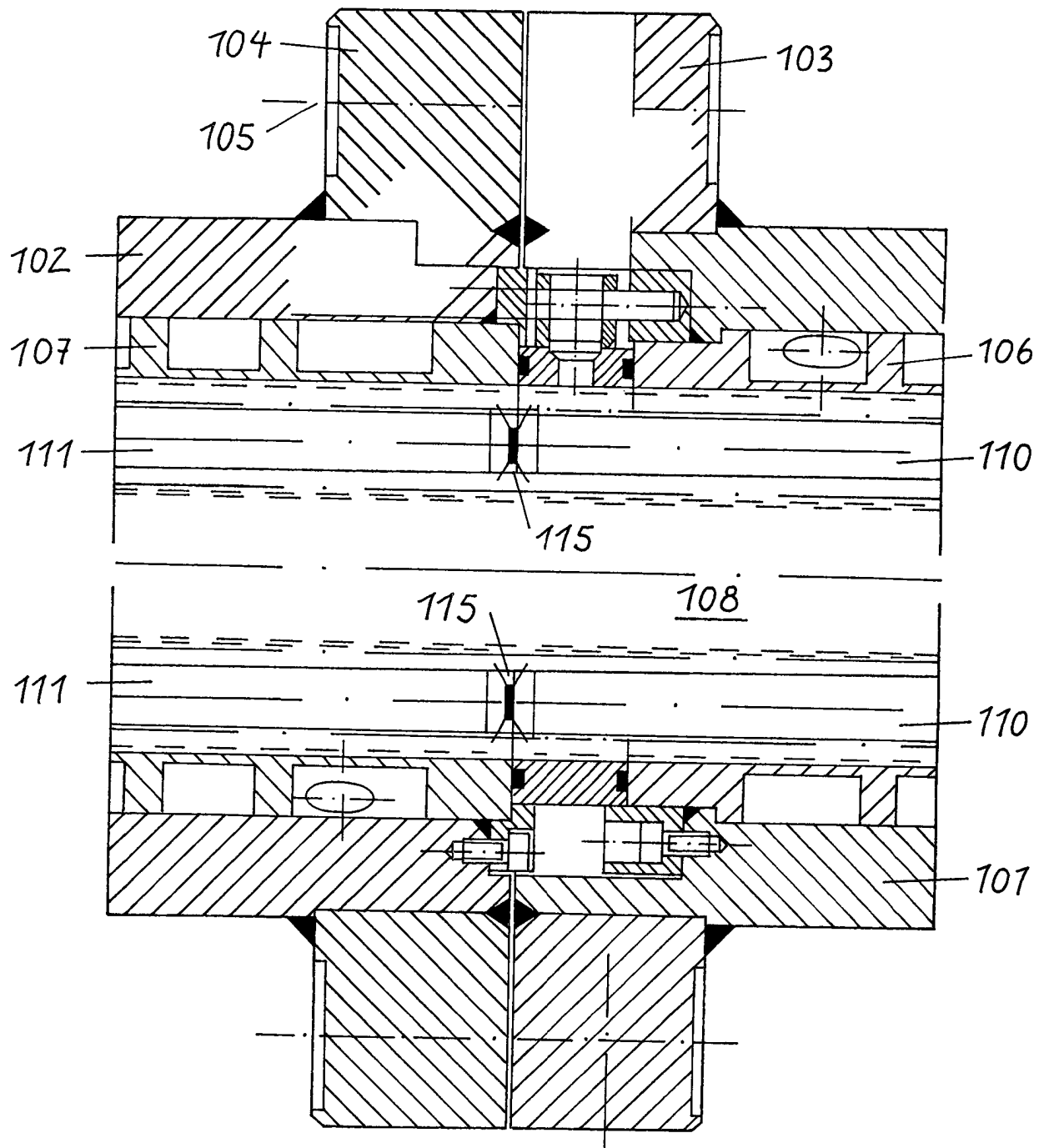


Fig.2

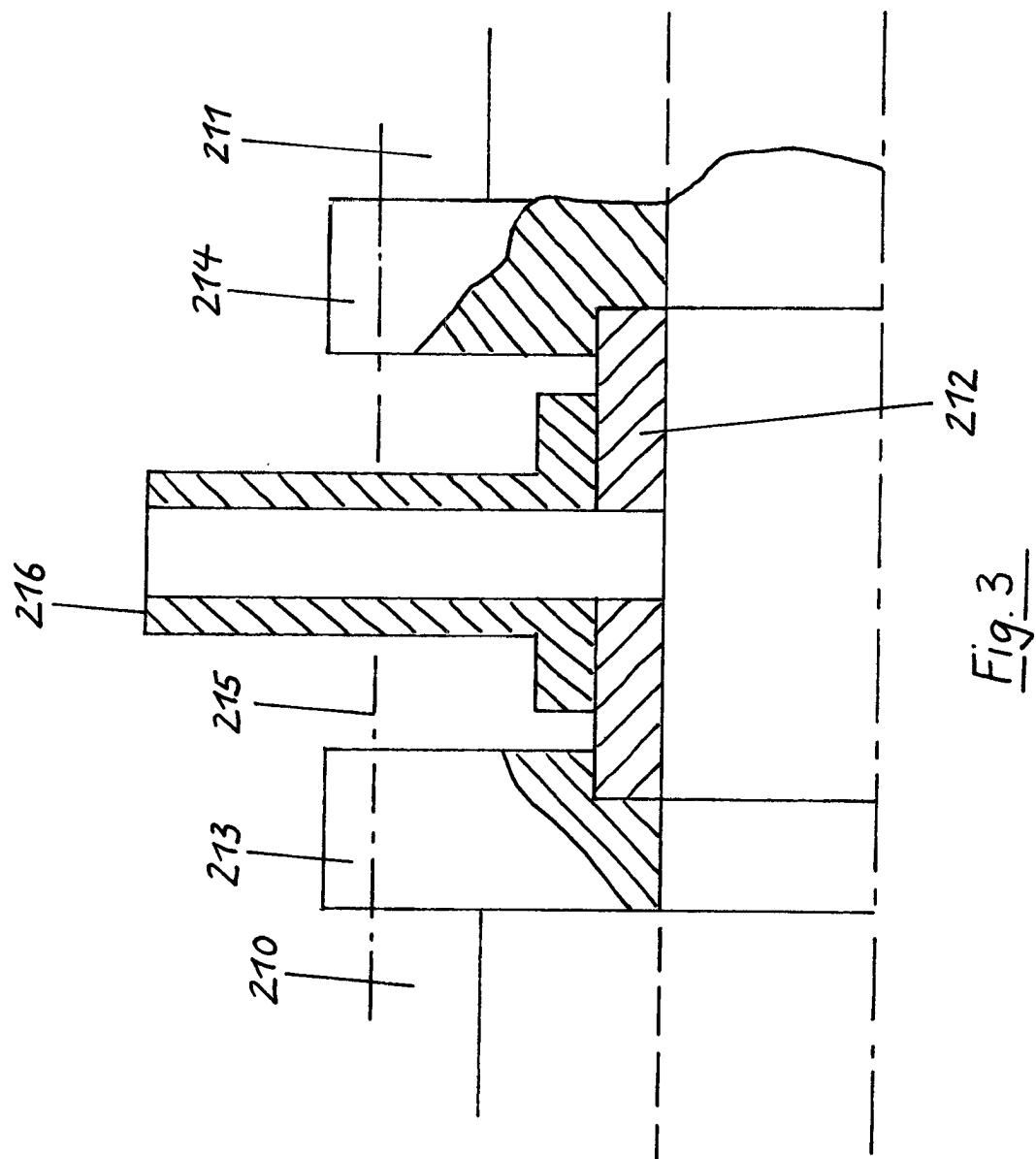


Fig. 3

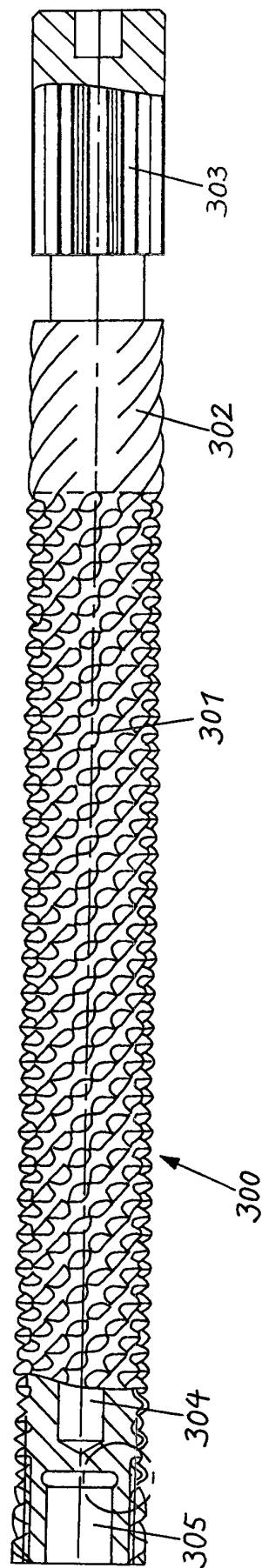


Fig. 4

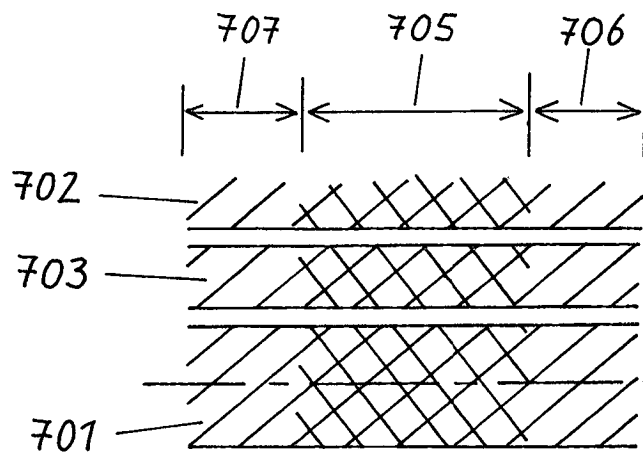


Fig. 5

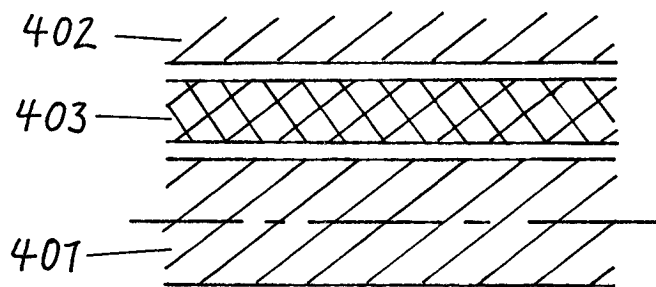


Fig. 6

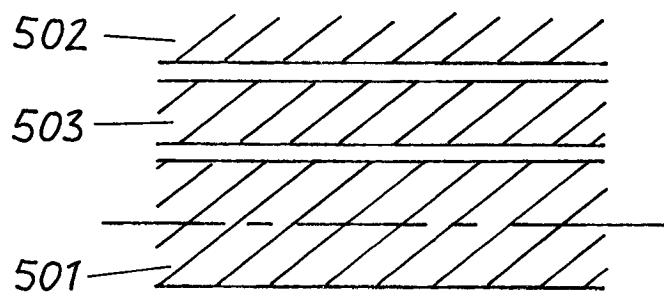


Fig. 7

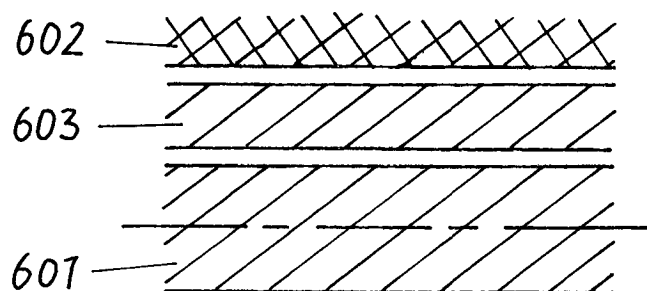


Fig. 8