

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2018 (25.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/192677 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 47/42 (2006.01) B29C 47/60 (2006.01)
B29C 47/08 (2006.01) B29C 47/84 (2006.01)
B29C 47/36 (2006.01) B29C 47/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/000116

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. März 2018 (26.03.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 003 681.0
17. April 2017 (17.04.2017) DE

(71) Anmelder: ENTEX RUST & MITSCHKE GMBH
[DE/DE]; Heinrichstr. 67a, 44805 Bochum (DE).

(72) Erfinder: RUST, Harald; Heinrichstr. 67a, 44805 Bochum (DE).

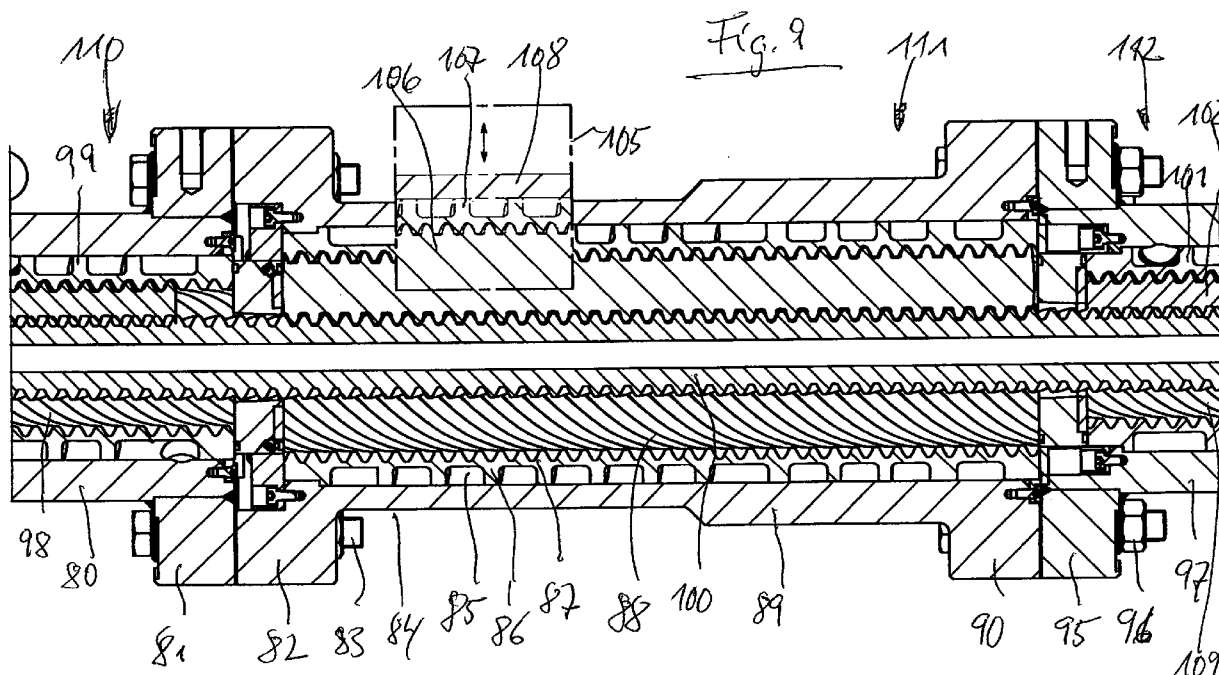
(74) Anwalt: KAEWERT, Klaus; Rechtsanwalt, Gänsestrasse
4, 40593 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: COOLING DURING THE EXTRUSION OF MELTS

(54) Bezeichnung: KÜHLEN BEIM EXTRUDIEREN VON SCHMELZEN



(57) Abstract: The invention relates to various measures for increasing the cooling action in a planetary roller extruder section/module.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Kühlwirkung an einem Planetwalzenextruderabschnitt/Modul.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Kühlen beim Extrudieren von Schmelzen

Extruder werden immer wieder zur Bearbeitung Stoffen, vorzugsweise von Kunststoffen eingesetzt, die mindestens teilweise in einem schmelzflüssigen Zustand sind oder in einen schmelzflüssigen Zustand gebracht werden können. Bei diesen Stoffen handelt es sich häufig um Polymere, Copolymere und Elastomere. Im Extruder können Stoffe unterschiedlichster Art verarbeitet werden, auch Feststoffe mit schmelzflüssigen Stoffen, auch Polymermischungen, auch Copolymermischungen, auch Elastomere, auch in Mischungen mit anderen zusätzlichen Stoffen.

Die Stoffe können zum Beispiel sein:

Acrylnitril (ABAK), Acrylnitril/Budadien/Styrol (ABS), ABS mit Polycarbonat (ABS+PC), Acrylat-Kautschuk (ACM), Ethylen-Acrylnitril-Kautschuk (AEPCMS), Acrylnitril/Ethylen-Propylen-Dien/Styrol (AES), Nitroso-Kautschuk (AFMU), Acrylnitrilmethacrylat (AMAK), Acrylnitril/Methylmethacrylat (AMMA), Acrylnitril/Butadien/Acrylat (ANBA), Acrylnitril/Methacrylat (ANMA), Aromatische Polyester (APE), Acrylnitril/chloriertes Polyethylen/Styrol (APE-CS), Acrylnitril/Styrol/Acrylester (ASA), TPE, Basis Aliphatisches Polyurethan (ATPU) Urethan-Kautschuk, Polyester (AU), Benzylcellulose (BC) Butadien-Kautschuk (BR), Celluloseacetat

(CA), Celluloseacetobutyrat (CAB), Celluloseacetopropionat (CAP), Kresol-Formaldehyd (CF), Hydratisierte Cellulose, Zellglas (CSH), Chlorierter PE-Kautschuk (CM), Carboxymethylcellulose (CMC), Cellulosenitrat, Celluloid /CN), Epichlorhydrin-Kautschuk (CO), Cyclopolyolefinpolymere, Topas (COC), Cellulosepropionat (CPL), Chloropren-Kautschuk (CR), Casein-Kunststoffe (CS), Casein-Formaldehyd, Kunsthorn (CSF), Chlorsulfonierter PE(-Kautschuk) (CSM), Celluloseetriacetat (ICTA), Dicyclopentadien(DCP), Ethylen/Methacrylsäure (EAA), Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk (EAM), Ethylen/Butylacrylat (EBA), Ethylcellulose (EC), Ethylencopolymer-Bitumen-Blend(ECB), Epichlorhydrin-Kautschuk(ECD), Ethylen/Chortrifluorethylen (ECTFE), Ethylen/Ethylacrylat (EEA), Polyethylen Ionomere (EIM), Ethylen/Methacrylsäure(EMAK), exo-Metehylenlaton (EML), Ethylidennorbornen (EN), Ethylen-Acrylnitril-Kautschuk (ENM), Epoxidierter Naturkautschuk (ENR), Ethylen/Propylen (EP), Epoxid-Harze, Polyadditions-Harze (EP), Ethylen/Propylen/(Dien)/-Kautschuke (EP(D)M, Epichlorhydrin-Kautschuk(ETER), Ethylen/Tetrafluorethylen (ETFE), Urethan-Kautschuk, Polyether (EU), Ethylen/Vinylacetat (EVA), Ethylen/Vinylalkohol, EVOH (EVAL), TPE, Basis Ethylen/Vinylacetat+Polyvinylidenchlorid (EVAPVDC), Ethylen/Vinylalkohol, EVAL(EVOH), Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen (FEP), Furan/Formaldehyd (FF), Perfluor-Kautschuk (FFKM), Fluor-Kautschuk(FKM), Propylen/Tetrafluorethylen-Kautschuk (FPM) Phospazen-Kautschuk mit Fluoralkyl- oder Fluorozyalkyl-gruppen(FZ), Propylenoxid-Kautschuk (GPO), Halogenerter Butyl-Kautschuk (HIIR), Hydrierter NBR-Kautschuk HNBR), höhere alpha-Olefine (HOA), Pyrrone, Polycyclone, Leiterpolymere (HAT-P), Polycyclone, Leiterpolymere(HT-PP),

Polytriazine, Leiterpolymere (HAT-PT), Butryl-Kajutrschuk (CIIR, BIIR) (IIR), Isopren-Kautschuk (IR), Kohlenwasserstoffharz (KWH), Liquid Christal Polymere (LCP),
 Methylmethacrylat/Acrylnitril/Butadien/Styrol (MABS),
 Methacrylat/Butadien/Styrol (MBS), Methylcellulose (MC),
 Melamin/Formaldehyd (MF), Melamin/UFormaldehyd+ungesättigter Polyester (MF+UP), Melamin/Phenol-Formaldehyd(MPF),
 Methyl/Phenyl/Silicon-Kautschuk(MPQ), Methylmethacrylat/exo-Methylenlacton (MMAEML), Melamin/Phenol-Formaldehyd(MPF),
 Methyl/Silicon-Kautschuk (MQ), alpha-Methylstyrol (MS),
 Melamin/Harnstoff/-Formaldehyd (MUF)
 Melamin/HarnstoffZPhenol/Formaldehyd(MVFQ), Polyacrylnitril (PAN),
 Polybuten-I (PB), Polybutylacrylat (PBA), Polybenzimidazol,
 Triazinpoloymer (PBI), Polybismaleinimid (PBMI),
 Polybutylennaphthalat (PBN), Polyoxadiabenzimidazol (PBO),
 Polybutylenterephthalat (PBT), Polycarbonat (PC) mit ABS oder AES, ASA, oder PBT oder PE-HD oder PEET oder PMMA oder PS oder PPE oder SB oder HI oder SMA oder TPU oder BPA, oder TMBPA oder TMC, Poly-3,3-bis-chlormethylpropylenoxid (PCPO),
 Polycyclohexandimethylterephthalat (PCT), Polychlortrifluorethylen (PCTFE), Polydiallylphthalat(PDAP), Polydicyclopentadien (PDCPD),
 Polyethylen (PE), Polyesteramid (PEA), Polyestercarbonat (PEC),
 Polyetherketon (PEK), Polyethylennaphthalat (PEN), Polyenthylenoxid (PEOX), Polyethersulfone (PES), Polyesterimid (PESI),
 Polyethlenterephthalat (PET) mit Elastomer oder mitr MBS oder PBT oder PMMA oder Pmma oder PSU, Phenol/Formaldehyd (PF),
 Phenol/Formaldehyd +Epoxid (PF+EP), PTFE/Perfluoralcylvinylether, Perfluoralkoxy (PFA), Phenol/Formaldehyd/Melamin (PFMF),
 Polyperfluortrimethyltriazin-Kautschuk PFMT), PTFE-Copolymerisat

(PFTEAF), Polyhydroxylalkalin (PHA), Polyhydroxybenzoat (PHBA), Polyimidimid (PI), Polyisobutylen (PIB), Polyimidsulfon (PISO), Aliphatisches Polyketon (PK), Polylactid (PLA), Polymethylacrylat (PMA), Polymethacrylimid (PMI), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyacrylesterimid (PMMI), Poly-4-methylpenten-1 (PMP), Poly-Alpha-methylstyrol (PMS), Fluor/Phosphazen-Kautschuk (PNF), Polynorbornen-Kautschuk (PNR), Polyolefine, Polyolefin-Derivate und Polyolefin-Copolymerisate (PO), Poly-p-hydroxy-benzoat (POB), Polyoxymethylen (Polyacetalharz, Polyformaldehyd) (POM), POM mit PUR-Elastomer oder Homopolymerisat oder Copolymerisat, Polyphthalat (PP), PP-Carbonat, PP mit Block-Copolymere oder chloriert oder mit Homopolymerisat oder mit Metallocen hergestellt, Polyamid (PPA), Polyphenylenether (PPE), PPE mit PA oder mit PBT oder mit PS, Polydphenyloxidpyrronellithimid U(PPI), Polyparamethylstyrol (PPMS), Polyphenylenoxid (PPO), Polypropylenoxid (PPOX), Poly-p-Phenylen (PPP), Polyphenylensulfid (PPS), Polyphenulensulfon (PPSU), Poly-m-Phenylen/Terephthalamid (PPTA), Polyphenylvinyl (PPV), Polypyrrol (PPY), Polystyrol (PS), PS mit PC oder PE oder PPE, Polysaccharide (PSAC), Polysulfone (PSU), Polytetrafluorethylen (PTFE), Polytetrahydrofuran (PTHF), Polybutyrenterephthalat (PTMT), Polyester (PTP), Polytrimethyleterephthalat (PTT), Polyurethan (PUR), Polyvinylacetat (PVAC), Polyvinylalkohol (PVAL), Polyvinylbutyral (PVB), Polyvinylisobutylether (PVBE), Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylidenchlorid (PVDC), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyvinylfluorid (PVF), Polyvinylformal (PVFM), Polyvinylcarbazol (PVK), Polyvinylmethylether (PVME), Polyvinylcyclohexan (PVZH), Phosphazen/Kautschuk mit Phenoygruppen (PZ), Resorrcin/Formaldehyd (RF), Styrol/Acrylnitril (SAN), Styrol/Butadien(SB), Styrol/Butadien/Methylmethacrylat (SBMMA), Styrol/Butadien-

Kautschuk (SBR), Styrol/Butadien/Styrol (SBS), Styrol-Ethenbuten/Styrol (SEBS), Styrol/Ethylen/Propylen/Dien-Kautschuk (SEPDM), Silicon (SI), Styrol/Isopren/Maleinsäureanhydrid (SIMA), Isopren/Styrol-Kautschuk (SIR), Styrol/Isopren/Styrol (SIS), Styrol/Maleinsäureanhydrid(SAM), Styrol/Maleinsäureanhydrid/Butadien(SMAB), Styrol/Methylmethacrylat (SMMA), Styrol-alpha-Methylstyrol (SMS, Polyester (SP), Thiocarbonyldifluorid-Copolymer-Kautschuk (TCF), TPE mit EPDM+PP oder PBBS+PP, TPE mit PEBBS+PPE oder PEBS+PP oder mit PESST oder PESTRUR oder mit PESTEST oder mit PESTUR oder mit PEUR oder mit SBS+PP, Thermoplastische Elastomere (TPE), Thermoplastische Stärke (TPS), Harnstoff/Formaldehyd (UF), Vinylchlorid (VC), Vinylchlorid/Ethylen(VCE), Vinylchlorid/Maleinsäureanhydrid(VCMA), Vinylester (VE),

Die vorstehenden Stoffe können auch in Mischungen miteinander und mit anderen Stoffen vorkommen. Oder es kommen Derivate von vorstehenden Stoffen allein oder in Mischungen mit anderen Stoffen vor.

Die gewählten Stoffe können auch

- Wirkungen verstärken
- zusätzliche Wirkungen entfalten, zum Beispiel die Warmfestigkeit oder die Verschleißfestigkeit erhöhen oder die Säurefestigkeit erhöhen oder UV-Beständigkeit oder die Festigkeit oder die Nachgiebigkeit erhöhen oder eine Vernetzung der Moleküle bewirken oder eine Reaktion der Polymere bewirken oder eine Verfärbung der Polymere bewirken oder die Farbbeständigkeit der Polymere erhöhen oder den Schmelzpunkt verändern oder die Dispergierung und Homogenisierung erleichtern oder

zu einer Schaumbildung führen oder die Schaumbildung erleichtern oder das Extrudieren erleichtern oder die Reibungswerte verändern
-Füllstoffe sein

Die Extruder können beim Extrudieren verschiedene Aufgaben erfüllen.

Zu den Aufgaben gehören beispielsweise

- die Mischung mit anderen Stoffen und/oder
- die Reaktion mit anderen Stoffen und/oder
- die Umformung der Stoffe

Für die Extrusion finden neben den Polymeren noch diverse andere Materialien Verwendung. Dazu gehören Füllstoffe, Farbstoffe, Weichmacher, Stabilisatoren und andere Zusatz- und Hilfsstoffe bzw. Additive. Alle Stoffe werden im Folgenden als Einsatzstoffe bezeichnet. Die Einsatzstoffe kommen in fester Form oder in flüssiger Form vor.

In der Regel werden dabei Feststoffe durch mechanische Verformung und Erwärmung verflüssigt. Es können auch Feststoffe mit Flüssigkeiten zusammen gebracht werden. Es können auch Flüssigkeiten und/oder feste Bestandteile miteinander vermischt werden.

Sogar feste Partikel können im Extruder verarbeitet werden.

Die Einsatzstoffe werden vorzugsweise in einem dafür bestimmten Abschnitt dem Füllteil zugeführt. Dem folgt die Bearbeitung der Einsatzstoffe unter mechanischer Verformung. Durch die Verformung erwärmen sich die Einsatzstoffe. Dabei ist in der Regel eine bestimmte Temperatur im Extruder einzuhalten. Damit sich die gewünschte Temperatur schnell einstellt kann der Extruder an der betreffenden Stelle beheizt werden. Die bei der Verformung anfallende unerwünschte Wärme wird durch Kühlung abgeführt.

Zur Beheizung und Kühlung ist bekannt, das Gehäuse der Extruder mit Heizmittel oder Kühlmittel zu durchströmen. Je nach Bauart haben die Extruder unterschiedliche Kühleigenschaften/Beheizungseigenschaften.

Bei den Extrudern werden folgende Hauptgruppen unterschieden:

Einschneckenextruder, Doppelschneckenextruder, Planetwalzenextruder.

Einschneckenextruder bestehen aus einer umlaufenden Schnecke und einem umgebenden Gehäuse. Mit Einschnecken läßt sich ein hoher Druckaufbau und eine große Förderwirkung erzielen. Jedoch ist die Homogenisierung und Dispergierung im Einschneckenextruder schwach. Gleichwohl sind Einschneckenextruder immer noch die meistbenutzten Extruder.

Doppelschneckenextruder bestehen aus zwei parallel zueinander und miteinander kämmenden Schnecken und einem umgebenden Gehäuse. Mit Doppelschnecken läßt sich gleichfalls ein hoher Druckaufbau und eine hohe Förderwirkung erzielen. Die Mischwirkung des Doppelschneckenextruders ist um vieles größer als bei einem Einschneckenextruder, Jedoch erfahren Polymer aufgrund der mechanischen Belastung im Doppelschneckenextruder eine mehr oder weniger große Veränderung ihrer Molekülketten. Es gibt Anwendungen, bei denen das dahinstehen kann. Für andere Anwendungen ist die Erhaltung der Molekülketten wichtig.

Dann bietet sich der Planetwalzenextruder an.

Planetschneckenextruder bestehen aus mehr Teilen, nämlich einer umlaufenden Zentralspindel, einem die Zentralspindel im Abstand umgebenden Gehäuse mit einer Innenverzahnung und Planetspindeln, welche in dem Hohlraum zwischen Zentralspindel und innen verzahntem Gehäuse wie Planeten um die Zentralspindel umlaufen. Soweit im Folgenden von einer Innenverzahnung des

Gehäuses gesprochen wird, so schließt das auch ein mehrteiliges Gehäuse mit einer im Gehäuse sitzenden Buchse ein, welches die Innenverzahnung des Gehäuses bildet. Im Planetwalzenextruder kämmen die Planetspindeln sowohl mit der Zentralspindel als auch mit dem innen verzahnten Gehäuse.

Zugleich gleiten die Planetspindeln mit dem in Förderrichtung weisenden Ende an einem Anlaufring.

Die Planetwalzenextruder besitzen im Vergleich zu allen anderen Extruderbauarten eine extrem gute Mischwirkung, jedoch eine geringere Förderwirkung.

Planetwalzenextruder sind insbesondere in folgenden Druckschriften beschrieben:

DE202016101935, DE 19939075A1, CA 698518, DE19653790A, DE 19638094A1, DE 19548136A1, DE1954214A, DE3908415A, DE19939077A, EP1078968A1, EP1067352A, EP854178A1, JP3017176, JP11080690, JP9326731, JP11-216754, JP11-216764, JP10-235713, WO2007/0874465A2, WO2004/101627A1, WO2004/101626A1, WO 2004/037941A2, EP1056584, PCT/EP99//00968, WO 94/11175, US6780271B1, US7476416.

Von Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen wird dann gesprochen, wenn ein Extruder sich aus mehreren Abschnitten/Modulen zusammensetzt. Die Bezeichnung Abschnitt impliziert eine Länge, welche der betreffenden Bearbeitungsstrecke im Extruder angepaßt ist. Die Bezeichnung Modul weist dagegen auf einheitliche Längen hin.

Zumeist erfolgen in den Abschnitten/Modulen unterschiedliche Verarbeitungsschritte. Seit Jahren hat es sich als günstig erwiesen, Planetwalzenextruderabschnitte/Module mit Abschnitten/Module anderer Bauart zu kombinieren. Insbesondere werden Planetwalzenextruderabschnitte/Module mit einem als Einschneckenextruderabschnitt/Modul ausgebildeten Füllteil

kombiniert. Über das Füllteil werden die Einsatzmaterialien für die Extrusion aus einem Fülltrichter abgenommen und in die nachgeordneten Planetwalzenextruderabschnitte/Module gedrückt um dort bearbeitet zu werden.

Soweit flüssige Treibmittel oder andere flüssige Stoffe in die Planetwalzenextruderabschnitte/Module eingetragen werden sollen, hat es sich bewährt, diese Flüssigkeiten über Injektionsringe in die Anlage einzuspritzen, die zwischen jeweils zwei Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen angeordnet sind.

Es ist auch bekannt, Schmelze über einen Seitenarmextruder oder eine Pumpe unmittelbar in einen Planetwalzenextruderabschnitt/Modul einzutragen.

Wegen der Einzelheiten und Variationen bekannter Planetwalzenextruder bzw. Abschnitten/Modulen wird Bezug genommen auf folgende Druckschriften:

DE 102005007952A1, DE102004061068A1, DE102004038875A1, DE102004048794A1, DE102004048773A1, DE102004048440A1, DE102004046228A1, DE102004044086A1, DE102004044085A1, DE102004038774A1, DE102004034039A1, DE102004032694A1, DE102004026799B4, DE102004023085A1, DE102004004230A1, DE102004002159A1, DE19962886A1, DE19962883A1, DE19962859A1, DE19960494A1, DE19958398A1, DE19956803A1, DE19956802A1, DE19953796A1, DE19953793A1.

Bei den Extrudern können zum Beispiel vorkommen: Füllzone, Aufschmelzzzone, Mischzone/Dispergierzone/Homogenisierungszone und Austragzone. Die Austragzone kann umfassen, das Kühlen und Austragen. Kühlen und Austragen können jedoch auch als getrennte Zonen angesehen werden. Es kommen auch noch weitere Zonen vor.

Beim Austragen der Schmelze finden in ganz vielen Fällen Düsen Anwendung, mit denen die austretende Schmelze in eine bestimmte Form gebracht werden soll. Die gewünschte Form hält die Schmelze nach dem Austritt aus der Düse nur, wenn sie unmittelbar nach dem Austritt aus der Düse eine gewisse Festigkeit hat, die mit fortschreitender Abkühlung der Schmelze zunimmt. Diese gewünschte Formbeständigkeit ist temperaturabhängig. Bei einer höheren Verarbeitungstemperatur der Schmelze im Extruder ist eine Kühlung der Schmelze bis zum Austritt aus der Düse erforderlich.

Die Kühlung vor dem Austritt der Schmelze aus dem Extruder kann auch aus anderen Gründen als der Formgebung erforderlich sein. Zum Beispiel, wenn für die Verarbeitung in einer nachgeordneten Anlage, eine niedrigere Temperatur erforderlich ist.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, insbesondere die Kühlung vor dem Extruderaustrag technisch und wirtschaftlich zu verbessern.

Das wird mit den Merkmalen des Hauptanspruches erreicht.

Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen.

Dabei hat die Erfindung erkannt, daß die Kühlung im Extruder von dessen Bauweise abhängt. Planetwalzenextruder zeigen eine bessere Kühlwirkung als Einschneckenextruder und Doppelschneckenextruder. Das resultiert daraus, daß die Schmelze im Planetwalzenextruder sehr viel häufiger als in anderen Extruderbauarten mit der Kühlfläche in Berührung gebracht wird, anschließend von den Kühlflächen wieder abgeschoben, vermischt und wieder mit den Kühlflächen in Berührung gebracht wird.

Nach der Erfindung sind deshalb Kühlmodule/Abschnitte in Planetwalzenextruderbauweise dort vorgesehen, wo eine Kühlung zur wesentliche Reduzierung der Schmelzetemperatur erforderlich ist. Das gilt beispielsweise vor dem Austragen der Schmelze aus dem Extruder.

An zeitgemäßen Extrudern ist zumeist jeder Zone ein Extruderabschnitt/Modul zugeordnet. Jedes Gehäuse ist an jedem Ende mit einem Flansch versehen, so daß jedes Gehäuse an einem Flansch mit seinem benachbarten Gehäuse verbunden werden kann. Nur das zu dem Austrag des Extruders gehörige Gehäuse hat nur an einem Ende einen Flansch, nämlich dem Ende, welches den anderen Gehäusen zugewandt ist. Die aneinander befestigten Gehäuse umschließen üblicherweise Schnecken bzw. Zentralspindeln, welche sich durch alle Module erstrecken.

Das heißt, der aus Abschnitten/Modulen zusammen gesetzten Einschneckenextruder besitzt eine einzige Schnecke, welche sich durch alle Abschnitte/Module erstreckt.

Die Planetwalzenextruder besitzen eine Zentralspindel, welche sich durch alle Module erstreckt. Zu dem Planetwalzenextruderabschnitt/Modul gehören mindestens noch die um die Zentralspindel umlaufenden Planetenspindeln und die Innenverzahnung des Gehäuses. Die Planetenspindeln gleiten mit dem Ende, welches dem Extruderauszutrag zugewandt ist (in Extrusionstrichtung hintere Ende), an einem Anlauftring, der im Gehäuse gehalten ist. In der Regel beschränkt sich die Länge der Planetenspindeln auf den jeweiligen Abschnitt/Modul.

Nach der Erfindung besitzt ein Kühlmodul/Abschnitt in Planetwalzenextruderbauweise ein Gehäuse, das in seinen Abmessungen den Gehäusen anderer Module /Abschnitte angepaßt ist, die zu der Extrusionsanlage gehören. Die anderen Module/Abschnitte können eine Einschneckenbauweise oder auch eine Planetwalzenextruderbauweise besitzen. Bei diesen Bauweisen können alle Module/Abschnitte an den Gehäusen fluchtend miteinander verbunden werden und durch eine gemeinsame Schnecke/Zentralspindel durchdrungen werden. Wahlweise kann der

Kühlplanetwalzenextrudermodule/Abschnitte auch Bestandteile des Sekundärextruders einer Tandemanlage sein. Desgleichen kann der Kühlplanetwalzenextrudermodule/Abschnitt auch Bestandteil einer Kaskadenanlage sein.

Die Kombination mit anderen Modulen/Abschnitten in Doppelschneckenextruderbauweise erfolgt vorzugsweise in einer Tandemanlage.

Die Kühlleistung des erfindungsgemäßen Kühlextruders wird mit einem oder mehreren der folgenden Merkmale gesteigert werden:

- einen Füllungsgrad von vorzugsweise größer 95%, noch weiter bevorzugt von größer 98% vom Hohlraumvolumen des Extruders
- eine Drossel am Austritt des Kühlextruders
- Schmelzeeintrag unter Druck, der größer als der Förderdruck der Planetwalzenextruderteile ist
- eine Schmelzepumpe für den Schmelzeeintrag, gegebenenfalls mit vorgeordneter Einschnackenteil zum Schmelzeeintrag, oder
- Seitenarmextruder am Eintritt des Kühlextruders
- minimierter Eintrag mechanischer Energie in die Schmelze während des Durchlaufes durch den Kühlextruder
- Abstand zwischen den Planetenspindeln größer als deren Außendurchmesser
- reduzierte Drehzahl der Zentralspindel
- reduzierte Verzahnung durch Noppenverzahnung oder Transportspindelverzahnung oder durch Igelverzahnung an den Planetenspindeln
- größere Kühlstrecke

Üblicherweise werden Planetwalzenextruder mit einem Füllungsgrad kleiner 90%, vorzugsweise kleiner als 80% von ihrem Hohlraumvolumen im betriebsfertigen Zustand mit allen Planetspindeln und sonstigen Teilen gefahren. Vorzugsweise wird der für die erfindungsgemäße Kühlung vorgesehene Modul/Abschnitt mit 100%iger Füllung/Füllungsgrad des Hohlraumvolumens gefahren. Wo das nicht gelingt, ist eine Füllung/Füllungsgrad von größer 98% vorgesehen; wo auch das nicht gelingt, mit einer Füllung/Füllungsgrad größer 95%.

Die erfindungsgemäße Füllung/Füllungsgrad wird mit einer Drosselung der Schmelzeströmung am Austritt erreicht. Im einfachsten Fall reicht ein entsprechend klein gewählter Düsenquerschnitt schon aus, um die gewünschte Drosselung zu erreichen.

Der Düsenquerschnitt läßt sich zwar auch ändern, zum Beispiel durch auswechselbare Ringe mit unterschiedlichen Öffnungsquerschnitten. Das ist regelmäßig mit einer Umbaumaßnahme verbunden. Eine einstellbare Drossel kann auch durch ein Drosselventil in Strömungsrichtung vor der Düse erreicht werden. Das Drosselventil kann beim Anfahren der Anlage solange ganz oder weitgehend geschlossen gehalten werden, bis sich ein gewünschter Füllungsgrad in dem Modul/Abschnitt (in Planetwalzenextruderbauart) gebildet hat. Dann ist es einfacher, kurzfristig zu einem stabilen Betrieb mit gewünschter Füllung/Füllungsgrad des Moduls/Abschnitts zu kommen.

Die gleiche Wirkung wie mit einem Drosselventil läßt sich mit einer drehzahlsteuerbaren Schmelzepumpe zwischen dem Kühlmodul/Abschnitt und der Austrittsdüse erreichen.

Eintrittsseitig kann die gewünschte Füllung/Füllungsgrad durch einen als Einschnecke ausgebildeten Modul/Abschnitt erreicht werden. Die Einschnecke kann verhältnismäßig kurz sein, zum Beispiel kann schon eine Länge von 1 bis 2

D ausreichen, wobei D der Schnekenaußendurchmesser ist. Die Einschnecke kann darüber hinaus in der oben erläuterten Form Bestandteil der Zentralspindel sein, die sich dann als Einschnecke durch den Extruderteil erstreckt, der dem Kühlmodul/Abschnitt vorgeschaltet ist.

Eintrittsseitig kann die Schmelze auch durch einen Seitenarmextruder in den Kühlmodul/Abschnitt eingespeist werden. Der Seitenarmextruder hat dabei vorzugsweise die Form eines Doppelschneckenextruders. Dabei kann der Schmelzeeintrag quer zur Gehäusemittelachse und durch das Gehäuse des Kühlmoduls/Kühlabschnitts erfolgen. Der Seitenarmextruder besitzt dann einen eigenen Antrieb. Vorzugsweise ist der Antrieb regelbar, so daß die Schmelzezuführung nach Bedarf gesteigert oder reduziert werden kann.

Seitenarmextruder sind zum Beispiel in folgenden Druckschriften beschrieben: WO2008/058609, WO2013/159801, WO2014/056553, WO2017/001048, WO2017/028936, DE10054854, DE10356423, DE102006001171, DE102008018686.

Anstelle des Seitenarmextruders können auch Schmelzepumpen für den Schmelzeintrag in den Kühlmodul/Abschnitt verwendet werden.

Bei einem erfindungsgemäßen Kühlmodul/Abschnitt ist es von Vorteil, möglichst wenige mechanische Energie während des Durchlaufes durch den Kühlextruder in die Schmelze einzutragen. Die eingetragene Energie müßte durch die Kühlung zusammen mit der überschüssigen Energie aus der vorhergehenden Schmelzaufbereitung wieder abgeführt werden.

Der Energieaufwand für die Bewegung der Zentralspindel und der umlaufenden Planetenspindeln kann durch größeren Abstand der Planetenspindeln auf deren Umlaufbahn reduziert werden. Während der Planetenspindelabstand bei normaler

Schmelzeaufbereitung, zum Beispiel bei der Kunststoffaufbereitung üblicherweise wesentlich kleiner als der halbe Planetenspindelaußendurchmesser ist, ist nach der Erfindung für den Betrieb eines erfindungsgemäßen Kühlmoduls/Abschnitts vorzugsweise ein Abstand zwischen zwei benachbarten Planetenspindeln auf deren Umlaufbahn um die Zentralspindel vorgesehen, der mindestens gleich dem Außendurchmesser der Planetenspindeln ist. Noch weiter bevorzugt ist der Abstand mindestens das 1,5fache des Planetenspindelaußendurchmessers.

Durch den größeren Abstand der Planetenspindeln ergibt sich eine stark reduzierte Planetenspindelzahl. Die Erfindung berücksichtigt jedoch auch, daß mit der reduzierten Planetenspindelzahl ein reduzierter Materialaustausch an den Kühlflächen des Planetwalzenextruderabschnitt/Moduls einhergeht.

Vorzugsweise ist der Abstand zwischen den Planetenspindeln deshalb nicht größer als das 2fache des Planetenspindelaußendurchmessers.

Nach der Erfindung wird die Kühlung so dosiert, daß die Schmelze im Tiefsten zwischen den Zähnen der Innenverzahnung im Gehäuse/Buchse sich nicht so verfestigt, daß sie die Drehung der bewegten Teile blockiert. Mit zunehmender Abkühlung wird die Schmelze im Regelfall zähflüssiger. Der Motor muß eine größere Leistung zur Einhaltung der gewünschten Drehzahl aufbringen. Das äußert sich in einer größeren Stromaufnahme des Motors. Deshalb läßt sich die Kühlung an Hand der Stromaufnahme des Antriebsmotors für den Kühlmodul/Abschnitt kontrollieren/steuern. Das verhindert das Blockieren der bewegten Teile.

Sofern mit der vorstehenden Regelung/Einstellung die gewünschte Reduzierung der Schmelzetemperatur nicht erreicht wird, wird nach der Erfindung die Kühlstrecke verlängert und/oder die Verweilzeit der Schmelze in der Kühlung auf anderem Wege verlängert.

Die Verlängerung der Kühlstrecke erfolgt durch Verlängerung des Extruders. Bei modular aufgebautem Kühlextruder kann die Verlängerung auch durch Anbau eines weiteren Kühlmoduls erfolgen.

Dazu wird an das vorhandene Gehäuse eines Kühlmoduls ein weiteres Gehäuse so angebaut, daß sich überlange Planetspindeln durch beide Gehäuse oder noch mehr Gehäuse erstrecken können. Dabei können die Buchsen der Module mit Ihrer Verzahnung so ausgerichtet werden, daß eine überlange Planetspindel gleichzeitig mit der Innenverzahnung der einen Buchse und mit der Innenverzahnung der anderen Buchse kämmen kann.

Nach der Erfindung wird dann vorzugsweise genutzt, daß die Innenverzahnung der Buchsen eine ganze Zähnezahl besitzt (an der Innenfläche der Buchse sind umlaufend ganze Zähne nebeneinander angeordnet, die parallel zueinander von einem Buchsenende zum anderen Buchsenende verlaufen). Um einen einwandfreien Eingriff der Planetspindel in die Innenverzahnung benachbarter Buchsen zu bewirken, werden die Buchsen auf einen bestimmten Abstand gebracht, bei dem die Planetspindeln gleichzeitig in die Verzahnung beider Buchsen greifen. Ausgehend von einer immer gleicher Position der Buchsen in den Modulgehäusen kann der Abstand aus der Steigung der Zähne und deren Abmessungen berechnet werden kann.

Der Abstand läßt sich auch empirisch ermitteln, indem zum Beispiel

- zunächst die Zentralspindel am Extruderantrieb montiert wird,
- dann von den vorgesehenen Planetwalzenextrudern das in Extrusionsrichtung erste Gehäuse montiert wird,
- dann das in Extrusionsrichtung nächste (zweite) Gehäuse über die Zentralspindel geschoben wird,
- dann zwischen die Zentralspindel und das zweite Gehäuse eine Planetspindel (besser mehrere, um die Zentralspindel gleichmäßig verteilte Planetspindeln) geschoben wird, bis die Planetspindel an die Buchse des zweiten Gehäuses stößt

-dann der Abstand der Gehäuse unter Drehung der Planetspindel verändert wird, bis die Planetspindel mit einem Zahn in die Verzahnung der Buchse des ersten Gehäuses greift.

Der sich dabei ergebende Abstand der Buchsen kann für die Fertigung eines Zwischenstückes genutzt werden, mit dem der Zwischenraum zwischen beiden beabstandeten Buchsen in axialer Richtung ganz und in radialer Richtung mindestens teilweise geschlossen wird. Der Abstand zwischen den Buchsen bestimmt die axiale Länge eines Zwischenstückes zwischen beiden Gehäusen.

Das Zwischenstück kann verzahnungsfrei die umlaufenden Planetspindeln umgeben. Das Zwischenstück kann aber wie die Buchsen innen verzahnt sein und die Lücke zwischen beiden Buchsen so überbrücken, daß eine Verzahnungslänge wie bei einer einteiligen Buchse entsteht, auf der die beiden oben beschriebenen Gehäuse aufgeschrumpft sind

-dann werden die benachbarten Gehäuse an den Flanschen miteinander verspannt, so daß das Zwischenstück zwischen den benachbarten Gehäuseenden eingespannt wird.

Ein für eine Baugröße ermitteltes Zwischenstück kann in der Ausführung auch für gleiche andere Planetwalzenextrudermodule genutzt werden.

Nach der Erfindung kann auch zweckmäßig sein,

-zwei Modulgehäuse auf einer überlangen Buchse aufzuschrumpfen.

Das kann mit Zwischenstück oder ohne Zwischenstück erfolgen. Das Zwischenstück hätte dann vorzugsweise die Aufgabe, die Buchsen in der Lücke zwischen den aufgeschrumpften Gehäusen vor Biegebelasten und anderen Lasten zu schützen.

Wahlweise kann auch ein Extruderabschnitt, der einer früher gewünschten Kühlstrecke angepaßt war, zur Verlängerung mit einem Kühlmodul kombiniert werden. Dann wird der zu verlängernde Extruderabschnitt wie ein Extrudermodule behandelt.

Der in oben beschriebener Weise verlängerte Kühlextruderabschnitt/Modul bedarf auch einer verlängerten Zentralspindel. Die verlängerte Zentralspindel kann eine Sonderanfertigung beinhalten. Es ist auch möglich, die bisherige Zentralspindel zu verlängern, wenn die Zentralspindel ihrerseits aus Abschnitten zusammen gesetzt ist. Die Abschnitte sind dann vorzugsweise aus Hülsen zusammen gesetzt, die mit einem Zuganker gegeneinander verspannt werden. Dabei muß das Drehmoment nicht allein durch den Reibungsschluß zwischen den Hülsen übertragen werden. Die Hülsen können zusätzlich einen Formschluß besitzen, indem sie an einem Ende mit einem Gewindezapfen und am andern Ende mit einem Gewindeloch versehen sind, so daß die einen Hülsen mit dem Zapfen in das Gewindeloch der anderen Hülse geschraubt werden können.

Ein anderer Weg zur Verlängerung der Verweilzeit sieht vor, daß die Schmelze in dem Kühlextruder/Abschnitt/Modul entsprechend lang umgewälzt wird und dabei nur ein entsprechend kleiner Teil der Schmelze zugeführt und abgeführt wird.

Die Umwälzung kann bei entsprechend hohem Hohlraumvolumen durch die Zentralspindel und die umlaufenden Planetenspindeln bewirkt werden, indem der Schmelzeintrag und der Schmelzeaustrag geregelt werden. Der Austrag kann mit einem Ventil gut geregelt werden.

Die Umwälzung kann bei üblichem Füllungsgrad des Planetwalzenextruders erfolgen. Vorzugsweise wird jedoch mit einem möglichst hohen Füllungsgrad gearbeitet. Je größer der Füllungsgrad ist, desto größer wird die Schmelzmenge im Extruder.

Für den Eintrag ist eine Pumpe, insbesondere eine regelbare Pumpe von Vorteil. Dabei kann die Pumpe noch mit einem Extruder, vorzugsweise einem Einschneckenextruder mit Schmelze gefüttert werden.

Zur Verringerung der Förderwirkung des Planetwalzenextruders können auch Planetspindeln in dem erfindungsgemäßen Kühlmodul Verwendung finden, die ganz oder teilweise als Noppenspindeln oder als Transportspindeln ausgebildet sind. Mit solchen Spindeln wird weniger mechanische Energie in die Schmelze eingetragen, die im Wege der Kühlung wieder ausgetragen werden muß.

Bei der Ausbildung als Noppenspindeln unterscheiden sich die Planetspindeln von Planetspindeln in Normalverzahnung dadurch, daß nach Schneiden der üblichen Normalverzahnung zusätzlich gegenläufige Zähne in die Planetspindeln geschnitten werden, welche die vorher geschnittenen Zähne kreuzen. Dadurch bleiben Noppen als Zahnbesatz übrig. Die Noppenverzahnung ist beschrieben in der WO2014/056553, WO2011/091966, WO2017/001048.

Die Transportspindeln unterscheiden sich von Planetspindeln in Normalverzahnung dadurch, daß nach Schneiden der üblichen Normalverzahnung einzelne Zähne ganz oder teilweise aus den Planetspindeln herausgearbeitet werden. Dabei kann die Zähnezahl einer Planetspindel bis auf drei Zähne und sogar bis auf einen Zahn reduziert werden. Solange mehrere Zähne von dem Zahnbesatz einer Noppenspindel verbleiben, sind die Zähne vorzugsweise gleichmäßig am Umfang der Noppenspindel verteilt. Überraschenderweise kann jedoch eine Noppenspindel mit einem einzigen Zahn verwendet werden, weil der einzige Zahn aufgrund der Schrägverzahnung sich wie ein Gewindegang um die Planetspindel herumwindet.

Die Transportspindeln sind in der Patentanmeldungen EP10006066, DE12006033089, EP1844917 beschrieben.

Zu der erfindungsgemäßen Schmelzekühlung im Kühlmodul/Abschnitt kann auch eine reduzierte Drehzahl der Zentralspindel beitragen. Für die reduzierte Drehzahl wird weniger Motorleistung benötigt. Das heißt, es wird weniger Energie in die Schmelze eingetragen, die anschließend durch Kühlung wieder entfernt werden muß. Die übliche Drehzahl der Zentralspindel beträgt je nach Baugröße des Planetwalzenextruders

Baugröße	Drehzahl in Upm
70mm	bis 220
100mm	bis 220
120mm	bis 220
150mm	bis 115
180mm	bis 80
200mm	bis 80
250mm	bis 80
300mm	bis 80
400mm	bis 80

Erfindungsgemäß wird die Motordrehzahl um mindestens 10%, vorzugsweise um mindestens 20%, noch weiter bevorzugt um mindestens 30% und höchst bevorzugt um mindestens 40% reduziert.

Bei allen erfindungsgemäßen Maßnahmen zur Reduzierung des Energieeintrages kann die Verwendung einer Schmelzpumpe oder eines Seitenarmextruders, aber auch eine vorgeschalteten Einschnecke von Vorteil sein. Mit der Schmelzpumpe, dem Seitenarmextruder und der vorgeschalteten Einschnecke kann in dem Kühlmodul/Abschnitt ein Druck erzeugt werden, der

- der auch zusammen mit einer geringen Förderwirkung der Planetwalzenextruderteile in dem Kühlmodul noch einen ausreichenden Schmelzetransport in dem Kühlmodul/Abschnitt sicher stellt
- der auch ohne nennenswerte Förderwirkung der Planetwalzenextruderteile noch einen ausreichenden Schmelzetransport in dem Kühlmodul/Abschnitt sicher stellt
- der mit einer Förderrichtung, die gegen die Förderwirkung der Planetwalzenextruderteile gerichtet ist (entgegen gerichtete Förderwirkung), deren Förderwirkung überwindet und einen ausreichenden Schmelzetransport durch den Kühlmodul/Abschnitt sicher stellt.

Eine entgegen gerichtete Förderwirkung der Planetwalzenextruderteile bewirkt eine stärkere Mischung der Schmelze. Die entgegen gerichtete Förderwirkung der Planetwalzenextruderteile kann bei herkömmlichem Eintrag der Schmelze am antriebsseitigen Ende des Extruders erreicht werden, wenn die Förderrichtung des Extruders umgekehrt wird. Im einfachsten Fall kann dazu eine Umkehrung der Drehrichtung ausreichen.

Zugleich wird entweder der Pumpendruck so groß gehalten, daß die Planetenspindeln an den bisherigen Gleitringen anliegen, oder die Gleitringe werden bei niedrigerem Pumpendruck am gegenüber liegenden Ende der Planetenspindeln im Extruder angeordnet, so daß die Planetenspindeln unter dem Druck der Zentralspindeln wieder an den Gleitringen anliegen.

Im Falle der Verwendung eines Seitenarmextruders anstelle einer Pumpe gilt entsprechendes.

Vorzugsweise wird bei entgegen gerichteter Förderwirkung die bisherige Förderrichtung des Planetwalzenextruders beibehalten, so daß der Planetwalzenextruder weiter in Richtung seines Austragendes fördert.

Die Pumpe wird jedoch nicht mehr antriebsseitig sondern am gegenüberliegenden Extruderende angeordnet, vorzugsweise vor dem Austragende. Durch das frühere Austragende wird keine gekühlte Schmelze mehr ausgetragen. Vielmehr wird die zu kühlende Schmelze durch dieses Ende eingetragen. Zum Austragen der Schmelze ist dann antriebsseitig eine Öffnung im Planetwalzenextrudergehäuse vorgesehen. Bei entsprechend hohen Pumpendruckes können die Planetspindeln dann mit dem antriebsseitigen Planetspindelende an den antriebsseitig angeordneten Gleitringen gleiten. Bei geringerem Pumpendruck können die Planetspindeln mit dem gegenüberliegenden Ende wie bisher an den Gleitringen gleiten. Bei Verwendung eines Seitenarmextruders anstelle einer Pumpe wird das bisherige Austragende des Extruders mit einem Deckel verschlossen. Im Übrigen ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie bei Verwendung einer Pumpe.

Auf die Strömungsverhältnisse im Extruder können verschiedene Faktoren Einfluß nehmen. Dazu gehören insbesondere

- Ausbildung der Planetspindeln
- Abstand der Planetspindeln. Je größer der Abstand ist, desto stärker wird der Einfluß der Pumpe. Vorzugsweise in ein Abstand von mindestens $1D$, noch weiter bevorzugt von mindestens $2D$ vorgesehen, wobei D der Außendurchmesser der Planetspindeln ist.
- Druckverhältnisse

Die verwendeten Pumpen und Seitenarmextruder sind vorzugsweise in der Drehzahl regelbar. Das erlaubt eine Regelung der Schmelzezuführung. Vorzugsweise ist am Schmelzeaustrag ein regelbares Ventil, wahlweise auch eine Pumpe vorgesehen. Insbesondere mit der Pumpe am Extruderaustrag läßt sich der Füllungsgrad des Extruders regeln.

In die Regelung sind auch drehzahlregelbarer Antrieb für den Planetwalzenextruder und eine Messung der Stromaufnahme sowie eine Temperaturmessung eingeschlossen. Vorzugsweise findet an verschiedenen Stellen des Extruders statt. Mit der Temperaturmessung lassen sich alle Faktoren des Kühlvorganges optimieren, zum Beispiel die Antriebsdrehzahl für den Planetwalzenextruder/Abschnitt/Modul, die Schmelzezuführung, der Schmelzaustrag, die Kühltemperatur des Kühlmittels.

Der Kühlmodul/Abschnitt bietet eine besonders vorteilhafte Kühlung, wenn das Kühlmittel zwischen der Buchse und dem umgebenden Gehäuse in Kanälen geführt ist, welche wie Gewindegänge an der Buchsen-Oberfläche verlaufen und das Kühlmittel zugleich in axialer Richtung der Buchse führen

Nach der Erfindung finden dabei vorzugsweise Buchsen Anwendung, die im Tiefsten zwischen ihren Zähnen der Innenverzahnung und dem Kühlmittel in Abhängigkeit von der Baugröße des Extruders folgende Materialdicke in Millimeter (mm) aufweist

Baugröße	Materialdicke	bevorzugte Materialdicke
70	kleiner/gleich 4,5	kleiner/gleich 3
100	kleiner/gleich 4,5	kleiner/gleich 3
150	kleiner/gleich 5	kleiner/gleich 3,5
180	kleiner/gleich 5,7	kleiner/gleich 3,6
200	kleiner/gleich 5,6	kleiner/gleich 3,6
250	kleiner/gleich 5,7	kleiner/gleich 3,7
280	kleiner/gleich 6	kleiner/gleich 4
300	kleiner/gleich 6	kleiner/gleich 4
400	kleiner/gleich 6,5	kleiner/gleich 4,5

Als Baugröße wird der Teilkreisdurchmesser der Innenverzahnung im Gehäuse/Buchse angesehen. Die vorstehenden Maße sollen sowohl dann Anwendung finden,

- wenn die Kanäle in die Innenwand des Gehäuses eingearbeitet sind,
- als auch wenn die Kanäle in die Außenfläche der Buchse eingearbeitete sind. Dann kommt es auf den geringsten Abstand zwischen dem Tiefsten zwischen den Zähnen und dem Tiefsten der Kanäle an.

Solche dünnen Buchsen sind durch Anwendung einer Funkenerosionstechnik bei der Herstellung der Innenverzahnung möglich, wie sie beschrieben ist in DE102013000708, DE102012006169, DE102010026535, DE102009059912, DE102007050466, DE102004048440, DE10354172.

Vorzugsweise sind die Buchsen außen mit Nuten versehen. Die Buchsen können ebenso wie die Innenverzahnung durch Funkenerosion mit den kanalbildenden Nuten versehen werden. Wenn die Nuten jedoch vor der Innenverzahnung hergestellt werden, lassen sich die Nuten auch auf einer Drehbank oder Fräsbank einarbeiten.

In den kanalbildenden Nuten fließt das Kühlmittel von einem Buchsenende zum anderen Buchsenende. Die Nuten verlaufen mit einer Steigung zur Buchsenmittelachse wie die Innenverzahnung. Die Steigung der Nuten kann die gleiche wie die der Innenverzahnung sein. Die Steigung kann jedoch auch größer oder kleiner sein.

Im Falle der in die Buchsenaußenfläche eingearbeiteten Kanäle bezieht sich die vorstehenden Dickenangaben auf die geringste Materialdicke, die sich zwischen dem Tiefsten der außen an den Buchsen vorgesehenen Nuten/Kanäle und dem Tiefsten zwischen zwei Zähnen der Innenverzahnung der Buchsen findet.

Mit den außen genuteten Buchsen korrespondieren Gehäuse mit einer glatten Innenbohrung zur Aufnahme der Buchsen. Nach der Montage der Buchsen im

Gehäuse sind die Nuten außen geschlossen, so dass geschlossene Kanäle entstanden sind. Die Montage erfolgt vorzugsweise durch Aufschrumpfen der Gehäuse auf den Buchsen.

Die erfindungsgemäß dünnen Buchsen haben für die Kühlung eine große Bedeutung. Sie verkürzen den Wärmefluß, so daß sich die Temperatur schneller und damit genauer regeln läßt.

Für die Temperierung ist außerdem günstig, wenn eine Vielzahl von Kanälen sich an der Außenfläche der Buchsen entlang windet. Dadurch können die Buchsen gleichmäßig temperiert werden. Je größere die dabei zu transportierende Wärmemenge ist, desto größer wird der Temperaturunterschied zwischen dem Kühlmittel und dem Extrusionsgut im Extruder gewählt. Ferner kann mit der Fließgeschwindigkeit des Kühlmittels Einfluß auf die Kühlung genommen werden.

Vorzugsweise wird die Kühlung zwischen den Buchsen und dem umgebenden Gehäuse mit einer Kühlung der Zentralspindel ergänzt.

Dazu besitzt die Zentralspindel vorzugsweise zwei konzentrisch ineinander angeordnete Rohre, zwischen denen ein Ringraum besteht. Das äußere Rohr ist außen mit einer Verzahnung versehen oder trägt eine oder mehrere außen verzahnte Hülsen, welche zusammen die Verzahnung der Zentralspindel bilden. Das innere Rohr wird von einem Anker durchdrungen, mit dem die Zentralspindel an dem Abtriebszapfen des Antriebes verspannt ist.

Die Kühlung der Zentralspindel wird vorzugsweise mit dem gleichen Kühlmittel wie die Kühlung zwischen der Buchse und dem umgebenden Gehäuse bewirkt. Das Kühlmittel kann durch das innere Rohr zur Zentralspindelspitze und durch den Zwischenraum zwischen äußerem Rohr und innerem Rohr wieder zurückströmen. Oder das Kühlmittel kann durch den Zwischenraum zwischen

äußerem Rohr und innerem Rohr zur Zentralspindelspitze strömen und vor dort durch das innere Rohr wieder zurückströmen.

Im Übrigen ist von Vorteil, bei Verwendung einer Schnecke zum Füttern einer Schmelzepumpe auch die Schnecke zu kühlen. Dazu kann die Schnecke in gleicher Weise wie die Zentralspindel ein äußeres und ein inneres Rohr besitzen, von Kühlmittel durchströmt und mit einem Antrieb versehen sein.

Als Kühlmittel wird vorzugsweise Wasser verwendet, soweit möglich.

Bei höheren Temperaturen, für die Wasser als Temperierungsmittel nicht mehr geeignet ist, kommt Öl zum Einsatz. Bei niedrigen Temperaturen wird vorzugsweise Wasser verwendet, dem ein Frostschutzmittel wie bspw. Glycol zugemischt ist. Bei Temperaturen unter Null Grad Celsius kann auch ein Öl wie zum Beispiel Siliconöl Anwendung finden.

Die Rückkühlung des Kühlmittels hängt von der Temperatur des aus dem Extruder wieder austretenden Kühlmittels ab. Bei hoher Temperatur kann die Rückkühlung mittels eines Wärmetauschers erfolgen, der mit Umgebungsluft durchströmt wird. Bei niedrigen Temperaturen findet die Rückkühlung mit einem Verdampfer statt, der mit hochgespanntem Gas betrieben wird.

Nach der Erfindung kann jeder gewünschte Temperaturverlauf über der Länge der Kühlstrecke eingehalten werden, indem über die Länge der Kühlstrecke mehrere Kühlkreise in Extrusionsrichtung des Planetwalzenextruders hintereinander angeordnet sind. Dazu können die von einem Ende des Kühlmoduls/Abschnitts bis zum anderen Ende des Kühlmoduls/Abschnitts führenden Kanäle in einzelne Kanalabschnitte unterteilt sein und ist jedem Kanalabschnitt ein eigenes Kühlgerät zugeordnet, so daß die verschiedenen Kanalabschnitte unterschiedlich mit Temperierungsmittel beaufschlagt werden können. Das heißt, es kann in jedem der Abschnitte mit einer anderen

gewünschten Temperatur gearbeitet werden. Im Falle einer Kühlung mit Wasser, ist jeder Kanalabschnitt mit einem eigenen Wasserkreislauf versehen. Im Falle von Öl als Kühlmittel hat jeder Abschnitt seinen eigenen Ölkreislauf. Im Regelfall ist eine Kühlung mit Wasser ausreichend, weil die Ausgangstemperatur des Extrusionsgutes entsprechend hoch ist.

Wenn das Extrusionsgut aber schon eine Temperatur aufweist, bei der die Kühlwassertemperatur zur Erzeugung eines ordentlichen Temperaturgefälles zweckmäßigerweise eine Temperatur unter Null Grad Celsius besitzen sollte, um ein ordentliches Temperaturgefälle zwischen Extrusionsgut und Kühlwasser zu erzeugen, so kann das Wasser mit Glykol oder dergleichen versetzt sein, um ein Gefrieren in den Leitungen zu vermeiden. Bei noch tieferen Temperaturen des Extrusionsgutes kann der Einsatz von Silikonöl oder dergleichen zweckmäßig sein.

Die Rückkühlung des im Kühlextruder erwärmten, mit Glykol versetzten Kühlwassers erfolgt in einem Wärmetauscher, der mit hoch gespanntem Gas betrieben wird, das im Wärmetauscher entspannt wird.

Die Herstellung eines Kühlmoduls/Abschnitts mit größerer Länge ist nach der Erfindung möglich, weil die zugehörige Innenverzahnung mit der Funkenerosionstechnik hergestellt werden kann. Die Funkenerosionstechnik zur Herstellung der Innenverzahnungen für überlange Planetwalzenextrudermodule ist beschrieben in der WO2014/056553; WO2017/050400; EP1533101; EP1533101; EP2335898; DE433487.

Mit herkömmlicher Technik, bei der die Innenverzahnung gezogen wird, werden die Innengewinde mit zunehmender Länge immer schlechter. Mit solcher Technik lassen sich in der Praxis nur kurze Planetwalzenextruderabschnitte/Module mit ausreichender Qualität herstellen.

Wie oben beschrieben lassen sich gleichwohl aus kurzen Planetwalzenextrudermodule/Abschnitten durch Aneinandersetzen mehrerer Module/Abschnitte längere Kühlstrecken herstellen. Dabei können die Buchsen der Module/Abschnitte mit Ihrer Verzahnung so ausgerichtet werden, daß eine überlange Planetspindel gleichzeitig mit der Innenverzahnung der einen Buchse und mit der Innenverzahnung der anderen Buchse kämmen kann.

Nach der Erfindung wird dabei genutzt, daß die Innenverzahnung der Buchsen eine ganze Zähnezahl besitzt (an der Innenfläche der Buchse sind umlaufend ganze Zähne nebeneinander angeordnet, die parallel zueinander von einem Buchsenende zum anderen Buchsenende verlaufen). Um einen einwandfreien Eingriff der Planetspindel in die Innenverzahnung benachbarter Buchsen zu bewirken, werden die Buchsen auf einen bestimmten Abstand gebracht, bei dem die Planetspindeln gleichzeitig in die Verzahnung beider Buchsen greifen. Ausgehend von einer immer gleicher Position der Buchsen in den Modulgehäusen kann der Abstand aus der Steigung der Zähne und deren Abmessungen berechnet werden kann.

Der Abstand läßt sich auch empirisch ermitteln, indem zum Beispiel

- zunächst die Zentralspindel am Extruderantrieb montiert wird,
- dann von den vorgesehenen Planetwalzenextrudermodule das in Extrusionsrichtung erste Gehäuse montiert wird,
- dann das in Extrusionsrichtung nächste (zweite) Gehäuse über die Zentralspindel geschoben wird,
- dann zwischen die Zentralspindel und das zweite Gehäuse eine Planetspindel (besser mehrere, um die Zentralspindel gleichmäßig verteilte Planetspindeln) geschoben wird, bis die Planetspindel an die Buchse des zweiten Gehäuses stößt

-dann der Abstand der Gehäuse unter Drehung der Planetspindel verändert wird, bis die Planetspindel mit einem Zahn in die Verzahnung der Buchse des ersten Gehäuses greift.

Der sich dabei ergebende Abstand der Buchsen kann für die Fertigung eines Zwischenstückes genutzt werden, mit dem der Zwischenraum zwischen beiden beabstandeten Buchsen in axialer Richtung ganz und in radialer Richtung mindestens teilweise geschlossen wird. Der Abstand zwischen den Buchsen bestimmt die axiale Länge eines Zwischenstückes zwischen beiden Gehäusen.

Das Zwischenstück kann verzahnungsfrei die umlaufenden Planetspindeln umgeben. Das Zwischenstück kann aber wie die Buchsen innen verzahnt sein und die Lücke zwischen beiden Buchsen so überbrücken, daß eine Verzahnungslänge wie bei einer einteiligen Buchse entsteht, auf der die beiden oben beschriebenen Gehäuse aufgeschrumpft sind

-dann werden die benachbarten Gehäuse an den Flanschen miteinander verspannt, so daß das Zwischenstück zwischen den benachbarten Gehäuseenden eingespannt wird.

Nach der Erfindung kann auch von Vorteil sein,

-zwei Modulgehäuse auf einer überlangen Buchse aufzuschrumpfen.

Das kann mit Zwischenstück oder ohne Zwischenstück erfolgen. Das Zwischenstück hätte dann vorzugsweise die Aufgabe, die Buchsen in der Lücke zwischen den aufgeschrumpften Gehäusen vor Biegebelasten und anderen Lasten zu schützen.

Mehrere hintereinander und fluchtend angeordnete Planetwalzenextrudermodule besitzen zwar separate Gehäuse und separate, die Innenverzahnung bildende Buchsen und in der Regel separate Planetspindeln, aber immer eine gemeinsame

Zentralspindel. Die gemeinsame Zentralspindel bedingt eine gemeinsame Drehbewegung aller beweglichen Teile.

Durch die Verbindung mehrerer Gehäuse über ein vorstehend beschriebenes Zwischenstück mit einer sich über alle Gehäuse erstreckenden Zentralspindel kann der Hohlraum des Planetwalzenextruders in axialer Richtung um ein Vielfaches vergrößert werden.

Anstelle der axialen Vergrößerung des Hohlraumes und/oder zusätzlich zur axialen Vergrößerung des Hohlraumes kann auch eine radiale Vergrößerung des Hohlraumes durch axiale Vergrößerung erfolgen.

Die radiale Vergrößerung kommt sowohl für den Neubau als auch für den Umbau einer vorhandenen Anlage in Betracht. Die radiale Vergrößerung ist beim Umbau einer bestehenden Extruder/Extrusionsanlage leicht zu erkennen. Während die Gehäuse aller Extruderabschnitte üblicherweise alle den gleichen Durchmesser aufweisen, hat ein erfindungsgemäßer Umbau des Planetwalzenextruderabschnitts/Moduls einen größeren Gehäusedurchmesser zur Folge.

Beim Neubau mit einem erfindungsgemäß vergrößerten Planetwalzenextruder entsteht in der Regel eine Anlage mit üblichen anderen Extruderabschnitten, die herkömmliche Gehäusegrößen aufweisen, so daß auch an Neubauten die erfindungsgemäße Gehäusevergrößerung augenfällig ist.

Wo keine üblichen anderen üblichen Gehäusegrößen den Vergleichsmaßstab liefern, ist die erfindungsgemäße radiale Vergrößerung insbesondere an den Größenverhältnissen der Planetspindeln bei der Anwendung üblicher Zahnmodule erkennbar. Die Zahnmodule bestimmen bei einer Verzahnung die Abmessungen der Zähne. Das gilt auch für die hier bevorzugte Evolventen-

Schrägverzahnung mit 45Grad Neigung des Schrägverlaufes zur Längsachse der verzahnten Spindeln.

Vorteilhafterweise erlaubt die erfindungsgemäße radiale Vergrößerung des Hohlraumes es, bei einem Umbau an der bis dahin in dem Extruder vorgesehenen Zentralspindel festzuhalten, die sich durch alle Extruderabschnitte/Module erstreckt. Bei der Kombination von Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen mit einem Füllteil in Einschneckenextruderbauart setzt sich die Zentralspindel als Schnecke in dem Füllteil fort. Mit der „Fortsetzung der Zentralspindel“ ist im vorliegenden Fall mitumfaßt, daß die Zentralspindel aus Abschnitten zusammengesetzt ist, wobei dem Füllteil ein entsprechender Schnecken-Abschnitt zugeordnet ist.

Desgleichen kann an der bisherigen Aufstellung des Extruders und an vorgeordneten und nachgeordneten Einrichtungen unverändert festgehalten werden.

Dadurch ist eine nachträgliche Vergrößerung des Hohlraumes mit geringem baulichen Aufwand möglich. Dabei finden im Durchmesser größere Planetenspindeln mit mehr Zähnen als bei den bisherigen Planetenspindeln Anwendung, der Zahnmodul der größeren Planetenspindeln bleibt jedoch der gleiche. Der Verzahnungsmodul (auch Zahnmodul genannt) ergibt sich in mm aus dem Quotienten von Teilkreisdurchmesser und Zähnezahl. Der Verzahnungsmodul könnte an sich frei gewählt werden. Um jedoch zu standardisierten Verzahnungswerkzeugen zu kommen, sind die Verzahnungsmodule nach DIN 780 genormt. Die hier vorkommenden Verzahnungsmodule finden sich in folgendem Ausschnitt von DIN 780 mit zusätzlichen Zwischengrößen:

1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12

Das die umlaufenden Planetenspindeln umgebende Gehäuse wird in der Anpassung seiner Innenverzahnung bzw. der Anpassung der Innenverzahnung seiner Buchse an die umlaufenden Planetenspindeln gleichfalls größer, aber der Zahnmodul bleibt gleich.

Wie oben ausgeführt werden die Abmessungen der Verzahnungen dabei durch den Teilkreisdurchmesser und den Zahnmodul bestimmt. Der Teilkreisdurchmesser der Innenverzahnung ergibt sich aus dem Teilkreisdurchmesser der Zentralspindel-Außenverzahnung und dem doppelten Teilkreisdurchmesser der Planetenspindeln und dem gewünschten Spiel in der Verzahnung und gegebenenfalls aus einem Korrekturfaktor.

Die Vergrößerung der Planetenspindeln ist bei vorgegebenem Verzahnungsmodul davon abhängig, daß eine ganzzahlige Zähnezah am Planetenspindelumfang wie auch bei der Innenverzahnung des Gehäuses bzw. der Gehäusebuchse entsteht.

Vorzugsweise wird zur Vergrößerung der Planetenspindeln neben dem Verzahnungsmodul auch die Zähnezah vorgegeben. Nachfolgend sind verschiedene Baugrößen mit normaler Ausführung (nachfolgend BG genannt) oder in schwerer Ausführung (nachfolgend SBG genannt) mit Standard-Verzahnungsmodulen (nachfolgend SVM genannt) für eine Evolventen-Schrägverzahnung und Standardzähnezahlen (nachfolgend SZZ genannt) an den Planetenspindeln sowie die Mindestzähnezah bei erfindungsgemäßer Vergrößerung (nachfolgend MVG genannt), die bevorzugte Mindestzähnezah (nachfolgend BMVG genannt), die weiter bevorzugte Mindestzähnezah (nachfolgend WBMVG genannt) und die höchst bevorzugte Mindestzähnezah (nachfolgend HBMVG genannt) an Planetenspindeln bei erfindungsgemäßer Vergrößerung für die betreffende Baugröße unter Beibehaltung des Standardzahnmoduls wiedergegeben.

BG SVM SZZ MVG BMVG WBMVG HBMVG

30	1	5	6	7	8	
50	1,5	5	6	7	8	
70	2,5	5	7	8	9	10
100	3	6	7	8	10	11
120	3	7	8	9	10	11
150	3	7	8	9	10	11
180	3; 3,5	7	8	10	12	14
200	3; 3,5	7	8	10	12	14
250	3; 3,5	7	8	10	12	14
280	3,5	7	8	10	12	15
300	3,5	7	8	10	13	16
350	3,5	7	8	10	13	16
400	3,5	7	8	10	13	17
450		7	8	10	14	18
500		7	8	10	14	18
650		7	8	10	15	20
800		7	8	10	15	20
1000		7	8	10	15	20
1200		7	8	10	16	22

SBG	SVM	SZZ	MVG	BMVG	WMVG	HMVG
150	5,5	7	8	10		
200	5,5	7	8	10		
280	5,5	7	8	10		
300	5,5	7	8	10		
400	5,5	7	8	10		
500	5,5	7	8	10		

Die Übersicht zu Planetspindeln mit Standardzähnezahlen zeigt, daß die Vergrößerung der Zähnezahl auf 8 für alle vorkommenden Baugrößen in dem erfindungsgemäßen Bereich liegt. Lediglich bei kleineren Baugrößen von 70mm und 100 mm liegt schon eine Erhöhung der Planetspindelzähnezahl auf 7 im Bereich der Erfindung. Bei noch kleineren Baugrößen von 30 und 50 mm liegt sogar eine Erhöhung der Planetspindelzähnezahl auf 6 im Bereich der Erfindung.

Je geringer die Zähigkeit des Einsatzmaterials ist, desto leichter erfolgt der Austausch von Extrusionsmaterial an den Kühlflächen. Ein anderer Vorteil geringer Zähigkeit ist die geringe mechanische Belastung der bewegten Teile in dem zur Kühlung bestimmten Extruderabschnitt/Modul.

Vorzugsweise findet der erfindungsgemäße Kühlabschnitt/Modul Anwendung, wenn keine wesentliche Verformungsarbeit mehr zu leisten ist, um die zu kühlenden Stoffe in einem flüssigen bzw. schmelzflüssigen bzw. fließfähigen Zustand zu halten. Die Verformungsarbeit wird wahlweise auch durch Wahl eines Verzahnungsmoduls reduziert, der unter dem Standard-Verzahnungsmodul für Planetwalzenextruderabschnitte/Module für Bereiche liegt, in denen das Aufschmelzen von Einsatzstoffen erfolgt und/oder eine Homogenisierungsarbeit bzw. Dispergierungsarbeit zu leisten ist.

Zum Beispiel können statt sonst üblicher Verzahnungsmodule von 5,5 und mehr auch Verzahnungsmodule von 3 oder 3,5 in erfindungsgemäßen Extruderabschnitten/Modulen Anwendung finden.

Soweit die ursprünglichen Planetspindeln eine reduzierte Zähnezahl aufweisen, resultiert die Zähnezahlreduzierung aus einem Entfernen von Zähnen an vorher vollverzahnten Planetspindeln bzw. aus einer anderen Herstellung von Planetspindeln, die zu einer Bauform wie bei einem Entfernen von Zähnen aus vorher vollverzahnten Planetspindeln führt.

Für die Berechnung der Teilkreisdurchmesser der erfindungsgemäßen Planetenspindeln ist von dem Teilkreisdurchmesser bei einer Vollverzahnung auszugehen – unabhängig von einer nachträglichen Zahnreduzierung oder anderer Planetspindelherstellung, die zum gleichen Ergebnis führt.

Vorteilhafterweise schließt die Erfindung auch eine radiale Vergrößerung des zur Kühlung bestimmten Extruderabschnitts/Moduls unter Verwendung eines vorhandenen Gehäuses bzw. einer vorhandenen innen verzahnten Buchse ein. Vorhandenes Gehäuse und Buchse können körperlich vorhanden sein oder eine größere Baugrößen aus einer vorhandenen Baureihe sein. Voraussetzung für die Verwendung vorhandener Planetwalzenextruderteile für eine Kombination mit einer weiterzuverwendenden Zentralspindel ist neben einem kompatiblen Verzahnungsmodul, neben der Berücksichtigung des notwendigen Spiels und Korrekturfaktoren muß der Teilkreisdurchmesser der Innenverzahnung der Buchse bzw. des Gehäuses in einem bestimmten Verhältnis zur Zentralspindel und den Planetenspindeln stehen. Der Teilkreisdurchmesser muß unter Berücksichtigung der anderen Bedingungen gleich der Summe aus dem Zentralspindel-Teilkreisdurchmesser und dem doppelten Teilkreisdurchmesser der Planetspindel-Teilkreisdurchmesser sein.

Vorzugsweise werden Planetenspindeln verwendet, die gegenüber den Planetenspindeln größer sind, welche zu der Baugröße des ausgewählten Gehäuses und Buchse gehören.

Dabei kann sogar eine an sich zu kleine vorhandene Zentralspindel weiterverwendet werden,

- wenn auf die an sich zu kleine Zentralspindel eine innen und außen verzahnte Hülse mit der Innenverzahnung aufschraubbar ist und wenn die Hülse mit ihrer Außenverzahnung mit der Außenverzahnung der Planetenspindeln korrespondiert/kämmen kann.

Für diese Bauweise ist unschädlich, ob und inwieweit der Zahnmodul auf der Zentralspindel von dem Zahnmodul der Innenverzahnung abweicht. Die auf die Zentralspindel auszusraubende Hülse wird nach der Auswahl von Gehäuse, Buchse und Planetenspindeln mit einer Dicke gefertigt, welche dem verbleibenden Spalt zwischen weiterverwendeter Zentralspindel und den Planetenspindeln angepaßt ist.

Vorteilhafterweise ergibt sich mit den erfindungsgemäß größeren Planetenspindeln eine bessere Abrollung der Planetenspindeln in der Verzahnung der Zentralspindel und in der Innenverzahnung des Gehäuses. Das vereinfacht die Konstruktion. Außerdem reduziert sich die Drehzahl der Planetenspindeln bezogen auf den Umlauf um die Zentralspindel.

Die geringere Drehzahl reduziert auch den Energieeintrag in die Einsatzstoffe im Extruder.

Außerdem bewirkt die geringer Drehzahl eine geringere Scherung des Materials. Für viele Kunststoffe ist das von großem Vorteil.

Für die geringere Drehzahl ist eine geringere Antriebsenergie erforderlich.

Vorteilhafterweise entlastet das die Kühlung des Extruders.

Die geringe Umlaufgeschwindigkeit reduziert auch den Verschleiß.

Außerdem verteilt sich der Verschleiß an den größeren Planetenspindeln auf mehr Zähne.

Beides verlängert die Standzeit der Planetenspindeln.

Die im Durchmesser größeren Planetenspindeln werden stabiler.

Auch das vergleichmäßigt den Verschleiß an den Planetenspindeln, weil die Planetenspindeln sich unter ungleichmäßiger Belastung weniger verwinden.

Das reduziert auch die Bruchgefahr bei einer Belastung, die bei herkömmlich verwendeten Planetenspindeln schon eine Überlastung verursacht.

Die erhöhte Verschleißfestigkeit der Planetenspindeln ist für alle Extruder wichtig, in den Einsatzgut mit hoher Verschleißwirkung verarbeitet wird. Das ist zum Beispiel bei der Verarbeitung von Altgummi im Planetwalzenextruder zum Zwecke der Devulkanisation der Fall.

Bei der radialen Vergrößerung eines Abschnittes/Moduls vergrößert sich der Gehäusedurchmesser des betreffenden Abschnittes/Moduls. Wenn ein benachbarter Abschnitt/Modul unverändert bleibt, so ergibt sich zwischen beiden Gehäusen ein unterschiedlicher Durchmesser. Gleichwohl können die Gehäuse nach wie vor an den üblicherweise vorgesehenen Flanschen miteinander verschraubt werden,

- solange die Flansche eine --ausreichende Überdeckung haben und
- entsprechende, miteinander fluchtende Schraubenlöcher in die Flansche eingebracht werden können und
- ausreichender Platz für die Schraubenköpfe und Muttern gegeben ist

Wenn noch größere erfindungsgemäße Planetenspindeln und Gehäuse vorkommen, kann es von Vorteil sein, zur Verbindung der Befestigungsflansche der größeren Gehäuse mit den Befestigungsflanschen der benachbarten Extruderabschnitte/Module einen Adapter vorzusehen. Der Adapter hat vorzugsweise eine Ringform und wird zwischen den Flanschen eingesetzt. Zugleich hat der Adapter passende Anschlußflächen für die betreffenden Flansche. D.h. wenn der betreffende Flansch in seiner Anschlußfläche einen Vorsprung hat, so weist der ringförmige Adapter an seiner Anschlußfläche eine passende Vertiefung auf. Wenn der betreffende Flansch an seiner Anschlußfläche eine Vertiefung hat, so weist der ringförmige Adapter an seiner Anschlußfläche einen passenden Vorsprung auf. Vorzugsweise sind die Vorsprünge zylindrisch und die Vertiefungen von spiegelbildlicher Form. Das

läßt sich einfach herstellen. Die Vorsprünge und Vertiefungen bewirken eine vorteilhafte Zentrierung der Extruderabschnitte/Module.

Vorzugsweise sind die Vorsprünge zylindrisch und umfassen die Vertiefungen die zylindrischen Vorsprünge mit kleinerem Spiel als für eine Zentrierung erforderlich. Die Zentrierung kann bei üblichen Extrudern durchaus mehrere Zehntel Millimeter betragen. Noch weiter bevorzugt ist das Spiel kleiner/gleich 0,1mm und höchst bevorzugt kleiner/gleich 0,05mm. Das geringe Spiel bedingt zwar eine genauere Fertigung.

Soweit die zwischen den Flanschen vorgesehenen Adapter aus Festigkeitsgründen oder anderen Gründen aufgrund ihrer Dicke bei einer Nachrüstung einer Extrusionsanlage mit einem erfindungsgemäßen Abschnitt/Modul nicht mehr ohne weiteres in den bestehenden Spalt zwischen den Flanschen verbaut werden können, läßt sich der Spalt im Falle einer Neuanfertigung des Gehäuses und der Planetspindeln auf ein gewünschtes Maß vergrößern.

Wenn sich aber ein Spaltweitenproblem auftut, weil ein vorhandenes größeres Gehäuse einer gängigen größeren Baugröße verwendet werden soll, so kann ein ringförmiger Adapter auch zunächst an einem der zugehörigen Befestigungsflansche, vorzugsweise an dem kleineren Befestigungsflansch an der Seite verschraubt werden, welche dem erfindungsgemäß vergrößerten Planetwalzenextruderabschnitt/Modul abgewandt ist. Noch weiter bevorzugt besteht der Adapter dazu aus verschiedenen Bogenstücken, die an den ursprünglichen Befestigungslöchern in den Flanschen verschraubt werden. Eine gewünschte Zentrierung läßt sich dabei

-mit einem zusätzlichen Zentrierring oder

- mit einem für Druck- und/oder Temperaturfühler bestimmten Ring und/oder
- mit einer anderen Ringkonstruktion darstellen, zum Beispiel mit einem für die Schmelzuführung geformten Ring, der an der Einlaufseite des erfindungsgemäßen Planetwalzenextruderabschnitt/Modul an die Schmelzeaustrittsöffnung des benachbarten Extruderabschnitts anschließt und sich im Übergang zu Schmelzeintrittsöffnung/Einlaßöffnung des erfindungsgemäßen Planetwalzenextruderabschnitts/Moduls erweitert, so daß Toträume vermieden werden, in denen sich Schmelze unkontrolliert aufhalten kann.

Soweit hinter dem radial vergrößerten Extruderabschnitt/Modul gleichfalls ein Extruderabschnitt mit einem Gehäuse, Planetspindeln und Zentralspindel aus der gleichen Baugröße vorgesehen ist, ist eine Schmelzuführung von Vorteil, die sich zu dem nachgeordneten Abschnitt/Modul hin verjüngt. Wie am Einlauf in den erfindungsgemäß radial vergrößerten Abschnitt/Modul kann auch auslaufseitig zur Schmelzuführung ein Ring eingesetzt werden.

Das heißt, der Adapter kann allein oder mit anderen Teilen verschiedene Aufgaben erfüllen, insbesondere als Zentrierring, Anlaufring, Stauring, Ring für Meßstellen.

Von Vorteil ist auch, wenn der Teilkreisdurchmesser der erfindungsgemäßen Planetspindeln so gewählt wird, daß für die Buchse und das umgebende Gehäuse zumindest das gleiche Ausgangsmaterial wie für eine andere, größere, aber noch gängige Planetwalzenextruder-Baugröße gewählt werden kann. Durch Verwendung gleichen Ausgangsmaterials kann die Vorratshaltung erheblich vereinfacht werden.

Unabhängig von der Frage der Verwendung von Gehäusen und Buchsen einer anderen Baugröße sind das sich aus der Vergrößerung ergebende Gehäuse und

die zugehörige Buchse vorzugsweise genauso rohrförmig (nur mit größeren Abmessungen) ausgebildet wie die Gehäuse der benachbarten Planetwalzenextruderabschnitte/Module.

Das rohrförmige Gehäuse besitzt vorzugsweise ebenfalls außen angeordnete Flansche zur Verbindung mit Gehäusen von benachbarten Extruderabschnitten/Modulen.

Die zum größeren Gehäuse gehörige größere Buchse ist gleichermaßen mit der Innenverzahnung und den außen eingearbeiteten Kühlkanälen versehen.

Die größere Gehäuse/Buchsenkonstruktion kann auch gleichartige Ausnehmungen für einen Anlaufring und eine gegebenenfalls darüber hinausgehende Ringkonstruktion wie in der PCT/EP2017/001372 beschrieben besitzen, allerdings mit anderen Maßen.

Wie oben ausgeführt, kann zur Verbindung eines an einem erfindungsgemäßen, größeren Gehäuse außen sitzenden Flansches mit dem Befestigungsflansch eines benachbarten, kleineren Extruderabschnitts/Moduls ein Adapter, noch vorzugsweise ein ringförmiger Adapter, vorgesehen sein, der entweder vorher an dem Flansch des größeren Gehäuses verschraubt wird, um anschließend mit dem kleineren Gehäuseflansch des benachbarten Extruderabschnitts/Moduls verschraubt zu werden.

Oder der Adapter wird vorher mit dem kleineren Gehäuseflansch des benachbarten Extruderabschnitts/Moduls verschraubt, um anschließend mit dem Flansch des größeren Extruderabschnitts/Moduls verschraubt zu werden.

Wahlweise bildet der auslaufseitige Adapter zugleich

- ein Widerlager für den Anlaufring, an dem die Planetspindeln gleiten,
- oder sogar ganz oder teilweise den Anlaufring
- oder ein Widerlager für einen Stauring

- oder ganz oder teilweise den Stauring
- oder ein Widerlager für einen Dispergierring
- oder ganz oder teilweise einen Dispergierring
- oder ganz oder teilweise eine Ringkonstruktion mit weiter gehenden Aufgaben

Außerdem kann der einlaufseitige Adapter wahlweise zugleich

- allein oder zusammen mit dem Gehäuse des benachbarten Extruderabschnitts/Moduls einen Sitz und/oder Widerlager für eine dortige andere Ringkonstruktion bilden
- allein oder zusammen mit mit anderen Teilen die dortige andere Ringkonstruktion bilden

Bei der erfindungsgemäßen Vergrößerung eines Abschnitts/Moduls kann es von Vorteil sein, eine der umlaufenden Planetenspindeln in dem Planetwalzenextruderabschnitt/Modul als Putzer auszubilden. Dazu ist diese Planetspindel dann aus mindestens zwei Planetspindelabschnitten zusammengesetzt, wobei der eine Planetspindelabschnitt an der Stoßstelle mit dem anderen Planetspindelabschnitt mit einem Zapfen in eine Bohrung des anderen Planetspindelabschnittes greift und im Tiefsten der Bohrung eine Tellerfeder vorgesehen ist. Die Tellerfeder ist so ausgelegt, daß sie den einlaufseitigen Planetspindelabschnitt mit der gegenüber liegenden Stirnwand in eine gleitende Berührung bringt. Dabei schiebt diese Planetspindel die Abzugsöffnungen in der Stirnwand bei jedem Umlauf frei. Die Tellerfedern geben der an beiden Enden im Gehäuse gleitenden Planetspindeln die Möglichkeit, sich einer Dehnung und eine Kontraktion der Konstruktion anzupassen.

Eine weitergehende Aufgabe des Adapters kann die Bildung einer Kühlfläche/Heizfläche sein. Vorzugsweise ist dazu ein mindestens zweiteiliger Adapter vorgesehen, von dessen Teilen ein Kanal für eine Temperierung (Kühlung/Beheizung) umschlossen wird. Durch die Zusammensetzung aus mehreren Teilen ergeben sich Fertigungsvorteile und Reinigungsvorteile.

Für die Temperierung des Adapters gilt das gleiche wie für die Temperierung des Gehäuses.

Bei der Temperierung des auslaufseitigen Adapters kann ein wesentlicher Teil des Adapter-Volumens für den Verlauf des Kühlkanals verplant werden. Wahlweise finden mehrgängige Kanäle Anwendung. Anstelle zweier Kanäle können auch mehr kreisförmige Kanäle konzentrisch angeordnet werden. Anstelle der kreisförmigen Anordnung kann auch ein spiralförmiger Verlauf beider nebeneinander liegenden Kanäle in Betracht kommen; desgleichen ein mäandernder Verlauf beider nebeneinander liegender Kanäle, wobei das Mäandern nicht in der üblichen Form auf einer Geraden, sondern auf einer Ringfläche stattfindet, so daß die beiden nebeneinander liegenden Kanäle ihre Richtung gemeinsam ändern von

radial – in Umfangsrichtung – in radial – in Umfangsrichtung usw.,
bis die Kanäle in Umfangsrichtung wieder an den Anfang kommen.

Der Adapter kann vorteilhafterweise auch Bohrungen zur Messung der Schmelzetemperatur und/oder dem Schmelzedruck aufweisen. Die Bohrungen dienen dem Einschrauben von Meßfühlern. Die Meßfehler können mittelbar über eine zwischenliegende Membran messen. Vorzugsweise ist eine unmittelbare Messung vorgesehen, bei der die Meßfühler unmittelbar in das zu messende Medium ragen.

Es ist günstig, die Messungen einlaufseitig und auslaufseitig vorzunehmen

Für eine genaue Temperierung waren bereits die dort angegebenen Abmessungen der Buchsen von Vorteil. Aufgrund der geringeren Belastung der Extruderabschnitte/Module bei erfindungsgemäßer radialer Vergrößerung können die Materialdicken an der Buchse im Tiefsten zwischen den sich in radialer Richtung erstreckenden Stegen bei den Baugrößen von 70 bis 280mm gegenüber den angegebenen Grenzen um mindestens 25% reduziert werden, bei den Baugrößen bis 180mm sogar um mindestens 40% reduziert werden.

Gleichwohl bleiben den Buchsen

aufgrund der sich in radialer Richtung und in Umfangsrichtung erstreckenden Stegen der Verzahnung und aufgrund der sich in radialer Richtung und in Umfangsrichtung erstreckenden Stegen zwischen den für die Temperierung vorgesehenen Kanäle

noch ausreichende Festigkeiten.

Mehrere, in Extrusionsrichtung hintereinander nicht fluchtend angeordnete Planetwalzenextrudermodule besitzen separate Zentralspindeln. Solche Anordnung ergibt sich bei sogenannten Tandemanlagen mit Primärextruder und Sekundärextruder bzw. in Kaskadenanlagen, wenn in Extrusionsrichtung weitere Extruder nicht fluchtend hinter dem Sekundärextruder vorgesehen sind. Sowohl bei den fluchten Planetwalzenextruderabschnitten/Modulen als auch bei den Abschnitten/Modulen einer Tandemanlage/Kaskadenanlage kann der Kühlmodul/Abschnitt Anwendung finden; desgleichen in einer Einzelanordnung.

In der Zeichnung zeigen die Fig. 1 bis 3 verschiedene Einzelheiten des in der PCT/EP2017/001372 .

Die Fig. 4 bis 9 zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt einer Buchse 1 für einen zur Kühlung bestimmten Planetwalzenextruderabschnitt/Modul dargestellt. Innenseitig ist die Verzahnung 2 ersichtlich; außenseitig die Ausdrehungen/Ausfräsungen, welche Kanäle 3 bilden. Das Maß im Tiefsten zwischen den Zähnen und im Tiefsten der Kanäle ist mit 4 bezeichnet.

Fig. 2 zeigt einen Extruder mit einem als Planetwalzenextruder ausgebildeten Planetwalzenextruderabschnitt 11, einem Antrieb 10 und einem Austritt 16. Die Länge des Abschnittes 11 entspricht der gewünschten Länge der Kühlstrecke.

Das Gehäuse des Abschnittes 11 ist an beiden Enden mit Flanschen 13 und 14 versehen. Mit dem Flansch 13 ist es an einem Flansch 12 des Antriebes gespannt und mit dem Flansch 14 an einem Flansch 15 des Austritts 16 gespannt.

Der Abschnitt 11 besitzt im Gehäuse eine nicht dargestellte, innen verzahnte Buchse, eine nicht dargestellte Zentralspindel, die von dem Antrieb in Drehbewegung gesetzt wird.

Um die Zentralspindel laufen im Ausführungsbeispiel vier Planetenspindeln um. Die Planetenspindeln sind gleichmäßig am Umfang der Zentralspindel verteilt und kämmen sowohl mit der Außenverzahnung der Zentralspindel als auch mit der Innenverzahnung der Buchse.

Im Ausführungsbeispiel hat der Extruder die Aufgabe der Kühlung. Dabei wird Schmelze über eine Pumpe 18 und eine Zuleitung 17 in den Extruder aufgegeben. An der Stelle 19 wird auf Austrittstemperatur gekühlte Schmelze über eine Pumpe 20 abgezogen und in eine nachfolgende Düse 21 aufgegeben. Zur Verbindung der Düse mit dem Extruder 12 sind Flansche 42 und 43 an der Düse 15 und dem Gehäuse des Extruders vorgesehen.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei denen die Kühlstrecke durch zwei Planetwalzenextrudermodule 30 und 31 gebildet wird, deren Gehäuse an Flanschen 32 und 33 miteinander verspannt sind und dabei ein Zwischenstück 34 einspannen. Die Gehäuse 30 und 31 sind mit einer Buchse versehen, die innen verzahnt ist und mit den Planetspindeln bzw. der Zentralspindel der Planetwalzenextrudermodule korrespondiert. Die Verzahnung beider Buchsen ist gleich.

Darüber hinaus ist das Zwischenstück 34 mit der gleichen Verzahnung versehen und so bemessen und angeordnet, daß überlange Spindeln durch beide Module hindurchragen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist an dem Zwischenstück 34 bei 35 eine Meßstelle vorgesehen.

Fig. 4 zeigt eine Extruderanlage mit drei hintereinander angeordneten Planetwalzenextrudermodule 40, 41 und 42. Von diesen Modulen besitzen die Planetwalzenextrudermodule 40 und 42 die gleiche Baugröße. Der Module 41 ist gegenüber den anderen Modulen radial vergrößert.

Alle Module 40, 41 und 42 werden von derselben Zentralspindel durchdrungen.

Während in den Modulen 40 und 42 Planetspindeln mit gleichem Teilkreisdurchmesser und mit ihrer Außenverzahnung mit der Außenverzahnung der Zentralspindel kämmen, haben die Planetspindeln des Moduls 41 einen größeren Teilkreisdurchmesser. Aber auch diese Planetspindeln kämmen mit der gemeinsamen Zentralspindel. Das ist möglich, weil der Zahnmodul der Verzahnung der Zentralspindel der gleiche ist wie der Zahnmodul der Planetspindeln aller Planetwalzenextrudermodule 40, 41 und 42. Die Anzahl der Zähne der Planetspindeln in dem Planetwalzenextrudermodule 41 ist allerdings größer als die der Planetspindeln in den anderen Planetwalzenextrudermodule 40 und 42. Das bedingt einen größeren Teilkreisdurchmesser der Planetspindeln in dem Planetwalzenextrudermodule 41.

Alle Planetspindel kämmen mit ihrer Verzahnung darüber hinaus mit der Innenverzahnung einer Buchse, die in dem zugehörigen Gehäuse sitzt. Das ist möglich, weil auch die Innenverzahnungen mit dem gleichen Zahnmodul wie die Zentralspindel und die Planetspindeln gefertigt worden sind. Allerdings ist der Teilkreisdurchmesser der Innenverzahnung in dem Planetwalzenextruder 41 aufgrund des größeren Teilkreisdurchmessers der Planetspindeln wesentlich größer als der Teilkreisdurchmesser der Innenverzahnung in den anderen Planetwalzenextrudermodulen 40 und 42.

Die Gehäuse aller Planetwalzenextrudermodule sind mit Flanschen aneinander verschraubt.

Der radial vergrößerte Planetwalzenextrudermodule 41 besitzt ein rohrförmiges Gehäuse mit Flanschen 46 und 48 an beiden Enden.

Der einlaufseitige Flansch 46 ist über einen Adapterring 47 mit einem Flansch 45 des vorgeordneten Planetwalzenextrudermoduls 40 verschraubt. Dabei sind unterschiedliche Schraubverbindungen vorgesehen: eine Schraubverbindung zwischen dem Flansch 45 und dem Adapterring 47 und eine Schraubverbindung des Adapterrings 47 mit dem Flansch 46. Die Schraubverbindung besteht im Ausführungsbeispiel aus 6 Schrauben, In anderen Ausführungsbeispielen sind mehr Schrauben vorgesehen.

Im Ausführungsbeispiel bewirkt der Adapterring 47 zugleich eine Zentrierung der miteinander verbundenen Extruderteile. Dazu greift der Adapterring 47 mit einem Vorsprung in eine Ausnehmung des Flansches 45, während der Flansch 46 mit einem Vorsprung in eine Ausnehmung des Adapterrings 47 greift.

Der auslaufseitige Flansch 48 ist über einen Adapterring 50 mit dem Flansch 51 eines benachbarten Extruderabschnitts/Moduls verschraubt. Dabei sind wie an der zuvor erläuterten Verschraubung mehrere Schrauben vorgesehen. Außerdem bewirkt der Adapterring 50 eine Zentrierung der miteinander verbundenen Extruderabschnitte/Module. Der Adapterring 50 greift mit einem Vorsprung in eine Ausnehmung des Flansches 48, während der Flansch 51 mit einem Vorsprung in eine Ausnehmung des Adapterringes 50 greift.

In Fig. 5 und 6 ist die Situation an der Verbindungsstelle der verschiedenen Planetwalzenextruderabschnitte/Module in einer Vergrößerung und im Ausschnitt dargestellt. Dabei ist die innen verzahnte Gehäusebuchse des Abschnitts/Moduls 40 mit 55 bezeichnet, die Gehäusebuchse des Abschnitts/Moduls 41 mit 57, die Gehäusebuchse des Abschnitt/Moduls 42 mit 62.

Zugleich ist der Anlaufring für den Abschnitt/Modul 40 mit 56 bezeichnet, der Anlaufring für den Abschnitt/Modul 41 mit 61. An dem Anlaufring 56 gleiten die in dem Abschnitt/Modul 40 umlaufenden Planetenspindeln. An dem Anlaufring 57 gleiten die in dem Abschnitt/Modul 41 umlaufenden Planetenspindeln.

Es bildet der Zwischenring 47 zugleich ein Widerlager für den Anlaufring 56, der Zwischenring 50 zugleich ein Widerlager für den Anlaufring 61.

Fig. 5 zeigt zugleich die Anwendung eines Seitenarmextruders 58 für eine Meßstelle in dem Abschnitt/Modul 41.

In den Fig. 5 und 6 weist die Anordnung der Anlaufringe 56 und 61 darauf hin, daß die Extrusionsrichtung in der Ansicht von links nach rechts verläuft.

In anderen Ausführungsbeispielen ist der erfindungsgemäße Kühlabschnitt/Modul zwischen Extruderabschnitten/Modulen anderer Bauart als der eines Planetwalzenextruders angeordnet.

Die Fig. 7 und 8 zeigen die Vergrößerung des Hohlraumes bei erfindungsgemäßer radialer Vergrößerung.

Dabei ist in Fig. 7 ein herkömmlicher Planetwalzenextruder im Schnitt dargestellt. Darin ist mit 71 eine Zentralspindel, mit 72 drei Planetenspindeln, mit 70 ein umgebendes, zylindrisches Gehäuse und mit 74 eine innen verzahnte Buchse bezeichnet. In dem Hohlraum der innen verzahnten Buchse 74 lassen die Zentralspindel 71 und die Planetenspindeln 72 Hohlräume 73 frei. Die Planetenspindeln 72 tragen an ihrem Umfang jeweils 5 Zähne. Im Ausführungsbeispiel ergibt sich dabei ein Hohlraumquerschnitt (quer zur Extruderlängsrichtung) mit einer Fläche von 2583 Quadratmillimeter.

In Fig. 8 ist eine radiale Vergrößerung des Planetwalzenextruder/Modul-Querschnittes dargestellt. Darin ist die Zentralspindel 71 in ihrer ursprünglichen Form erhalten. Die Planetenspindel 75 besitzen jedoch bei gleichem Verzahnungsmodul im Unterschied zu den Planetenspindeln 72 neun Zähne 75 mit entsprechend größerem Teilkreisdurchmesser.

Dieser Konfiguration sind das Gehäuse 76 und die innen verzahnte Buchse 77 durch entsprechende Vergrößerung angepaßt.

Der Hohlraum 78 ist evident etwa doppelt so groß wie der Hohlraum 73 nach Fig. 7. Im Ausführungsbeispiel ergibt sich bei vergleichbarem Hohlraumquerschnitt eine Fläche von 4960 Quadratmillimeter.

Die Fig. 7a und 8a zeigen Planetwalzenextruder/Modul-Querschnitte die mit den Querschnitten nach Fig. 7 und 8 bis auf die Anzahl der Planetenspindeln identisch sind. Bei den vier statt drei eingesetzten Planetenspindeln 72 bzw. 75.

Dabei ergibt sich in Fig. 7a eine Querschnittsfläche von 2314 Quadratmillimeter und in Fig. 8a eine Querschnittsfläche von 4204 Quadratmillimeter.

Die Fig. 7b und 8b zeigen Planetwalzenextruder/Modul-Querschnitte die mit den Querschnitten nach Fig. 7 und 8 bis auf die Anzahl der Planetspindeln identisch sind. Bei den fünf statt drei eingesetzten Planetspindeln 72 bzw. 75. Dabei ergibt sich in Fig. 7a eine Querschnittsfläche von 2104 Quadratmillimeter und in Fig. 8a eine Querschnittsfläche von 3500 Quadratmillimeter.

Fig. 9 zeigt einen Längsschnitt durch drei Planetwalzenextruderabschnitte/Module, von denen die Abschnitte/Module 110 und 112 den Abschnitt 111 zwischen sich einschließen. Alle drei Abschnitte haben eine gemeinsame Zentralspindel 100.

Zum Abschnitt 110 gehört ein Gehäuse 80 mit einer innen verzahnten Buchse 99. Die Buchse 99 ist außen mit Kühlkanälen versehen, durch die im Betriebsfall Wasser als Temperierungsmittel strömt.

Innen ist die Buchse mit einer Verzahnung versehen und umschließt die Buchse 99 drei Planetspindeln 98. Die Planetspindeln 98 kämmen mit ihrer Außenverzahnung mit der Innenverzahnung der Buchse 99. Darüber hinaus kämmen die Planetspindeln 98 mit ihrer Verzahnung mit der Verzahnung der Zentralspindel 100. In den Merkmalen entspricht der Abschnitt 110 der Darstellung nach Fig. 7.

Zum Abschnitt 111 gehört ein Gehäuse 97 mit einer innen verzahnten Buchse 101. Außen besitzt die Buchse 97 die gleichen Kühlkanäle und Kühlung wie der Abschnitt 110. Die Buchse 97 umschließt drei Planetspindeln 102.

Die Planetspindeln 102 kämmen mit der umgebenden Innenverzahnung und der Zentralspindel 100. Insoweit besteht Übereinstimmung mit dem Abschnitt 110.

Zum Abschnitt 111 gehören ein Gehäuse 89 mit einer Buchse 86. Außen besitzt die Buchse 86 Kühlkanäle 85, innen eine Verzahnung 87. Die Buchse 86 umschließt drei Planetenspindeln 88, die ihrerseits die Zentralspindel 100 umschließen. Dabei kämmen die Planetenspindeln 88 mit der Innenverzahnung 87 und der Außenverzahnung der Zentralspindel.

Im Unterschied zu den Planetenspindeln 98 und 109 besitzen die Planetenspindeln 88 des Abschnittes 111 aber mehr Zähne und bei gleichem Zahnmodul einen deutlich größeren Teilkreisdurchmesser. Dem ist die Innenverzahnung 87 der Buchse 86 angepaßt, so daß das Gehäuses 89 entsprechen größer ist.

Das Gehäuse 86 ist an einem Ende mit dem Gehäuse 80 des Abschnittes 110 und am anderen Ende mit dem Gehäuse 97 verschraubt. Zur Verschraubung sind am einen Ende Flansche 81 und 82 und am anderen Ende Flansche 90 und 95 vorgesehen. Die zugehörigen Schrauben sind mit 83 und 96 bezeichnet.

Der Rohrmantel des Gehäuses 89 besitzt im Bereich 84 in Anpassung an die geringere Belastung des Gehäuses bei einem Kühlbetrieb eine Verjüngung.

Die Fig. 9 zeigt zugleich strichpunktiert ein Fenster 105, in dem ersichtlich ist, welche Abmessungen das dort mit 108 bezeichnete Gehäuse hat, wenn Planetenspindeln 106 zur Anwendung kommen, die aufgrund einer noch größeren Zähnezahl eine weitere radiale Vergrößerung verursachen. Die dabei entstehende Gehäusebuchse ist mit 107 bezeichnet.

Die Fig. 10 und 11 beinhalten Varianten der in Fig. 5 und 6 dargestellten Bauweise. Im Unterschied zu den Fig. 5 und 6 verläuft die Extrusionsrichtung in den Ansichten nach Fig. 10 und 11 von rechts nach links. Das wird aus der Position des Anlaufringes 156 deutlich. Der Anlaufring 156 gehört zu einem radial vergrößerten Kühlmodul in Planetwalzenextruderbauweise, aus dem eine plastische Masse mit allen Bestandteilen für die Herstellung eines Haftklebers

mit Ausnahme eines Vernetzungsmittels in einen normalen Planetwalzenextrudermodule übergeben wird, der die Aufgabe hat, Vernetzungsmittel zuzumischen und die Masse auf Extrusionstemperatur zu temperieren.

Zwischen dem Anlaufring 156 und der Zentralspindel besteht nur ein geringer Spalt. Dadurch bildet der Anlaufring 156 einen Stauring. Schmelze staut sich vor dem Anlaufring und bildet eine natürliche Dichtung.

Wie in Fig. 4 und 5 ist auch nach Fig. 10 und 11 dem radial vergrößerten Kühlabschnitt/Modul nach ein anderer Planetwalzenextrudermodule vorgeordnet. Dieser vorgeordnete Planetwalzenextrudermodule besitzt wie alle anderen Planetwalzenextruder einen Anlaufring. Auch dieser Anlaufring ist wie der Anlaufring 156 als Stauring ausgebildet, so daß sich Schmelze vor diesem Ring staut und gleichfalls eine natürliche Dichtung bildet.

Im Übrigen ist im Ausführungsbeispiel zwischen den Flanschen der Gehäuse bzw. zwischen den Flanschen und dem Adapter eine Dichtung vorgesehen.

Der radial vergrößerte Kühlabschnitt/Modul besitzt ein sehr viel größeres Hohlraumvolumen als der nachgeordnete normale Planetwalzenextrudermodule. Das größere Hohlraumvolumen bietet bessere Kühlbedingungen als ein normaler Planetwalzenextrudermodule.

Der radial vergrößerte Kühlmodule besitzt ein Gehäuse mit einer Buchse 160, die außen mit Kanälen 159 für die Temperierung der plastischen Masse und innen mit der gleichen Verzahnung wie die Zentralspindel 151, aber mit anderem Teilkreisdurchmesser versehen ist. Der Teilkreisdurchmesser entspricht grob der Summe aus dem Teilkreisdurchmesser der Zentralspindel 151 und des doppelten Durchmessers von Planetspindeln 158. Grob heißt, dabei ist ein notwendiges

Spiel in der Verzahnung berücksichtigt, damit die Planetenspindeln einerseits mit der Zentralspindel 151 und andererseits mit der Buchse 160 kämmen können. Im Betrieb laufen die Planetenspindel 158 in der Buchse 160 um die Zentralspindel 158 um. Dabei gleiten die Planetenspindeln 158 an einem Anlaufring 156. Zur Reduzierung des Verschleißes ist der Anlaufring 156 mit einer Hartmetall-Einlage 157 versehen.

Der normale Planetwalzenextrudermodule besitzt Planetenspindeln 152 mit etwa dem halben Teilkreisdurchmesser wie die Planetenspindeln 158. Die zugehörige Buchse ist mit 154 bezeichnet und sitzt in einem Gehäuse 185 und besitzt Kühlkanäle 153. Das Gehäuse 185 setzt sich aus einem Rohr und einem angeschweißten Kragen 155 zusammen.

Das Gehäuse 161 des radial vergrößerten Kühlabschnitts/Moduls ist mit dem Kragen 155 verschraubt. Dazu sind entsprechende Durchgangslöcher in dem Kragen 155 und dem Gehäuse 161 vorgesehen, die mit Schrauben durchdrungen werden, so daß die Schrauben gegenüber am Gehäuse 161 vorragen und mit Muttern verspannt werden.

Der Anlaufring 156 umgibt die Zentralspindel 151 in einem Abstand, bei dem die plastische Masse aus dem Kühlabschnitt/Modul in den nachgeordneten Planetwalzenmodul strömen kann.

Fig. 11 zeigt einen Kühlabschnitt/Modul in Planetwalzenextruderbauart, der noch weitere radial vergrößert ist als der Kühlabschnitt/Modul nach Fig. 10. Der Kühlabschnitt/Modul besitzt ebenfalls umlaufende Planetenspindeln 172, ein Gehäuse 176 und eine Buchse 175, einen Anlaufring 170 mit einer Hartmetalleinlage 171.

Der dem Abschnitt/Modul nachgeordnete Planetwalzenextrudermodule ist der gleiche wie in Fig. 10. Alle Teile des nachgeordneten Planetwalzenextrudermoduls tragen die gleichen Bezeichnungen wie in Fig. 10.

Der weiter vergrößerte Abschnitt/Modul besitzt noch bessere Kühlbedingungen.

Durch die weitere Vergrößerung des Abschnitts/Moduls ist eine andere Verbindung des Abschnitts/Moduls mit dem nachgeordneten Planetwalzenextruder vorgesehen.

Zwar ist in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 für die Verbindung auch eine Verschraubung vorgesehen. Dazu befinden sich entsprechende Durchgangslöcher in dem Gehäuse 176. Die Verbindung mit dem Kragen 155 erfolgt nach Fig. 11 über einen Adapter 190. Der Adapter 190 ist ein Ring mit einem Innenkragen. Mit dem Innenkragen greift der Adapter 190 in eine Nut des Kragens 155, die den Adapter zentriert und auch ein Fluchten beider Gehäuse 176 und 185 sicherstellt.

Patentansprüche

1.

Extruder mit mindestens einem Planetwalzenextruderabschnitt oder Planetwalzenextrudermodule zur Kühlung von Schmelzen, bestehend aus einer mittig umlaufenden, außen verzahnten Zentralspindel, die im Abstand von einem Gehäuse mit einer innen verzahnten Buchse umgeben ist, wobei in dem Abstand außen verzahnte Planetenspindeln umlaufen, deren Verzahnung mit der Verzahnung der Zentralspindel und der Innenverzahnung der Buchse kämmt und die bei dem Umlaufen an dem in Extrusionsrichtung hinteren Ende mittels eines Gleitstückes in axialer Richtung gehalten werden, gekennzeichnet durch eines oder mehrere der folgenden Merkmale

- a) einen Füllungsgrad, der vorzugsweise größer 95% des Hohlraumes im Planetwalzenextruderabschnitt bzw. -modul, noch weiter bevorzugt 98% des Hohlraum im Planetwalzenextrudermodule bzw. -abschnitt ist
- b) Drossel am Austritt des Planetwalzenextruderabschnitts bzw. -moduls
- c) Abstand einer Planetenspindel von benachbarten Planetenspindeln, der mindestens gleich dem Planetspindelaußendurchmesser ist
- d) Schmelzezuführung mit Druck
- e) Verringertem Energieeintrags
- f) aus mehreren Abschnitten/Modulen zusammen gesetzte Kühlstrecke,
- g) mindestens einen Abschnitt/Modul mit einer der Förderrichtung des Extruders entgegen gerichteten Strömung beim Schmelzeeintrag
- h) Zentralspindelkühlung

2.

Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel ein einstellbares Ventil oder eine drehzahländerbare Schmelzepumpe ist

3.

Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen Seitenarmextruder oder eine Schmelzepumpe und/oder einem Einschneckenmodul zum Schmelzeintrag, vorzugsweise mit drehzahländerbarem Antrieb.

4.

Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Förderdruck der Schmelzepumpe oder des Seitenarmextruders oder des Einschneckenmoduls größer ist als der Förderdruck der Planetwalzenextruderteile.

5.

Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei antriebsseitigem Schmelzeintrag am Planetwalzenextruderabschnitt bzw. Modul die Förderrichtung der Planetwalzenextruderteile gegen den Schmelzeintrag gerichtet ist und der Austrag gekühlter Schmelze an dem Extruderende vorgesehen ist, welches dem Antrieb abgewandt ist.

6.

Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Schmelzeintrag an dem Extruderende, welches dem Antrieb abgewandt ist, die Förderrichtung der Planetwalzenextruderteile gegen den Schmelzeintrag gerichtet ist, und der Austrag gekühlter Schmelze an dem antriebsseitigen Extruderende vorgesehen ist.

7.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelzezuführung durch den Seitenarmextruder oder die Schmelzepumpe an einem dem Gehäuse des Planetwalzenextruders bzw. -abschnitts vorgeordnetem Ring erfolgt, der die Zentralspindel umgibt.

8.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3, 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzepumpe oder der Seitenarmextruder auf dem Extruderende sitzt, welches dem Antrieb abgewandt ist.

9.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Planetenspindel auf deren Umlaufbahn mindestens gleich dem Außendurchmesser der Planetenspindeln ist, vorzugsweise mindestens gleich dem 1,5fachen des Planetenspindelaußendurchmessers, ist.

10.

Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Planetenspindeln höchstens gleich dem 2fachen des Planetenspindelaußendurchmessers ist.

11.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine dünnwandige Buchse in dem Gehäuse, wobei die Buchse die Innenverzahnung bildet und die minimale Wanddicke in mm in Abhängigkeit von der Baugröße in mm beträgt:

Baugröße	Materialdicke	bevorzugte Materialdicke
70	kleiner/gleich 4,5	kleiner/gleich 3

100	kleiner/gleich 4,5	kleiner/gleich 3
150	kleiner/gleich 5	kleiner/gleich 3,5
180	kleiner/gleich 5,7	kleiner/gleich 3,6
200	kleiner/gleich 5,6	kleiner/gleich 3,6
250	kleiner/gleich 5,7	kleiner/gleich 3,7
280	kleiner/gleich 6	kleiner/gleich 4
300	kleiner/gleich 6	kleiner/gleich 4
400	kleiner/gleich 6,5	kleiner/gleich 4,5

12.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Zentralspindel gegenüber einer üblichen Zentralspindeldrehzahl von

Drehzahl in Upm	bei Baugröße
bis 220	70mm
bis 220	100mm
bis 220	120mm
bis 115	150mm
bis 80	180mm
bis 80	200mm
bis 80	250mm
bis 80	300mm
bis 80	400mm

um mindestens 10%, vorzugsweise um mindestens 20%, noch weiter bevorzugt um mindestens 30% und höchst bevorzugt um mindestens 40% reduziert ist.

13.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die Verwendung von Noppenspindeln und/oder Transportspindeln.

14.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine lange Kühlstrecke

a) durch einen langen Planetwalzenextruderabschnitt bzw. Modul gebildet wird oder

b) durch mindestens zwei aneinandergesetzte

Planetwalzenextruderabschnitte/Module gebildet wird, wobei die Gehäuse auf den Buchsen aufgeschrumpft sind und überlange Planetspindeln mindestens in benachbarte Buchsen greifen und der Abstand zwischen benachbarte Buchsen mit den darauf sitzenden Gehäusen durch Zwischenstücke bestimmt wird oder

c) durch mindestens zwei Gehäuse und eine sich in alle Gehäuse erstreckende Buchse gebildet wird, wobei die Gehäuse über Zwischenstücke miteinander verbunden sind und gemeinsam auf der Buchse sitzen.

15.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch eine radiale Vergrößerung der Hohlräume in mindestens einem Extruderabschnitt/Modul.

16.

Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer radialen Vergrößerung die Zentralspindel beibehalten wird und die Planetspindeln und das Gehäuse mit der Gehäusebuchse radial vergrößert werden, wobei die Planetspindeln und die Gehäusebuchse unter Beibehaltung des Verzahnungsmoduls der Zentralspindel mit größeren Zähnezahlen versehen werden.

17.

Extruder nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenspindeln für Zentralspindeln aus einer Baugröße von mindestens 120mm eine Zähnezahl von mindestens 8, vorzugsweise von mindestens 9, noch weiter bevorzugt von mindestens 10 und höchst bevorzugt von mindestens 11 aufweisen

18.

Extruder nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenspindeln für Zentralspindeln aus einer Baugröße von höchstens 100mm eine Zähnezahl von mindestens 7, vorzugsweise von mindestens 8, noch weiter bevorzugt von mindestens 9 und höchst bevorzugt von mindesten 10 aufweisen.

19.

Extruder nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenspindeln für Zentralspindeln aus einer Baugröße von höchstens 70mm eine Zähnezahl von mindestens 6, vorzugsweise von mindestens 7, noch weiter bevorzugt von mindestens 8 und höchst bevorzugt von mindestens 9 aufweisen.

20.

Extruder nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenspindeln der größeren Baugröße unmittelbar mit der Zentralspindel der kleineren Baugröße kämmen oder mit einer innen und außen verzahnten Hülse kämmen, die auf der Zentralspindel aufgeschraubt ist.

21.

Extruder nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß -bei radialer Vergrößerung die Zentralspindel beibehalten wird und

- ein Gehäuse und eine Buchse einer größeren Baugröße mit anderem Verzahnungsmodul verwendet werden und
- die Planetenspindeln unter Beibehaltung des Verzahnungsmoduls der Buchse radial vergrößert werden und
- auf die Zentralspindel eine innen und außen verzahnte Hülse aufgeschraubt wird,
- wobei die Planetenspindeln mit der Außenverzahnung der aufgeschraubten Hülse kämmen.

22.

Extruder nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentralspindel und/oder die Planetenspindeln und/oder die Buchse aus folgender Baureihe ausgewählt sind:

BG	SVM
30	1
50	1,5
70	2,5
100	3
120	3
150	3
180	3; 3,5
200	3; 3,5
250	3; 3,5
280	3,5
300	3,5
350	3,5
400	3,5

SBG	SVM
-----	-----

150	5,5
200	5,5
280	5,5
300	5,5
400	5,5
500	5,5

wobei mit BG Baugrößen in Standardausführung bezeichnet sind und mit SBG Baugrößen in schwerer Ausführung bezeichnet sind und die Zahlenangaben für die gleich dem Teilkreisdurchmesser der Innenverzahnung der Buchse bzw. der Innenverzahnung des Gehäuses sind und SVM den Verzahnungsmodul bezeichnet.

23.

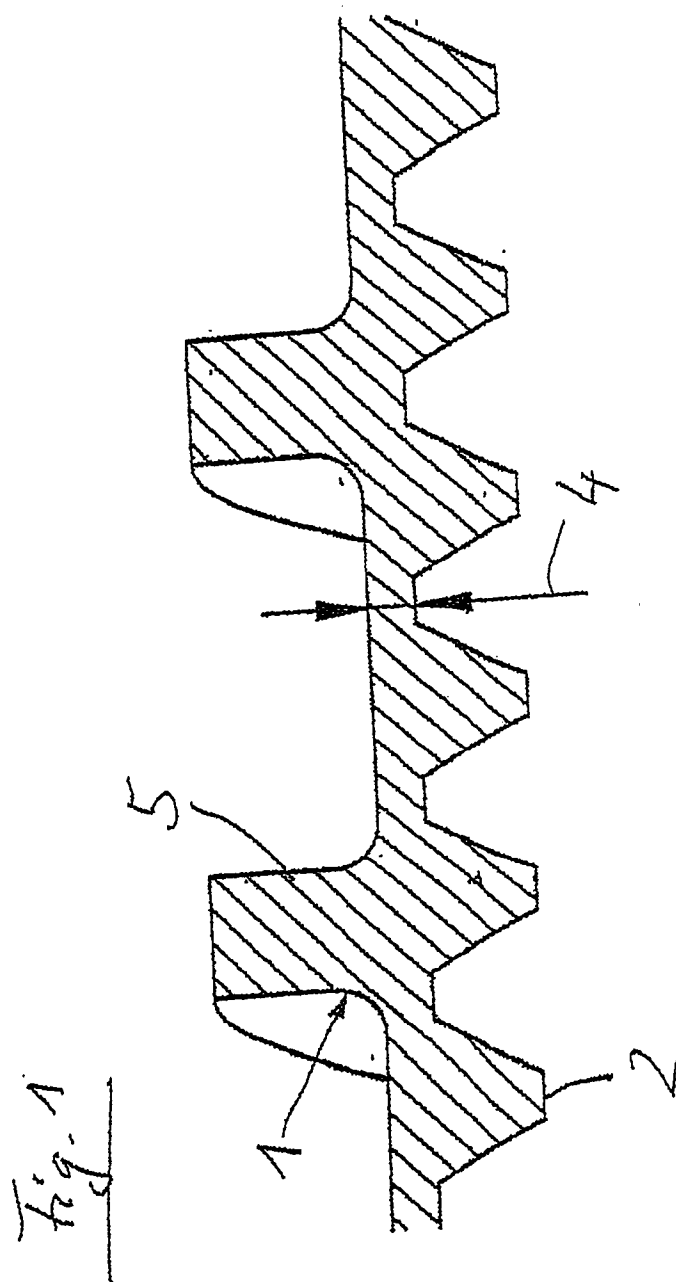
Extruder nach Anspruch 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß Einlauföffnung und/oder die Auslauföffnung durch einen Ring gebildet wird.

24.

Extruder nach einem der Ansprüche 15 bis 23, gekennzeichnet durch die Verwendung von Adaptern zwischen dem erfindungsgemäß radial vergrößerten Abschnitt/Modul und einem vorgeordneten, im Durchmesser kleineren Abschnitt/Modul und/oder einem nachgeordneten, im Durchmesser kleineren Abschnitt/Modul.

25.

Extruder nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Adapter allein oder mit anderen Teilen zugleich einen Anlaufring und/oder einen Stauring und/oder einen Ring für Meßstellen und/oder eine Zentrierung bildet und/temperiert ist.



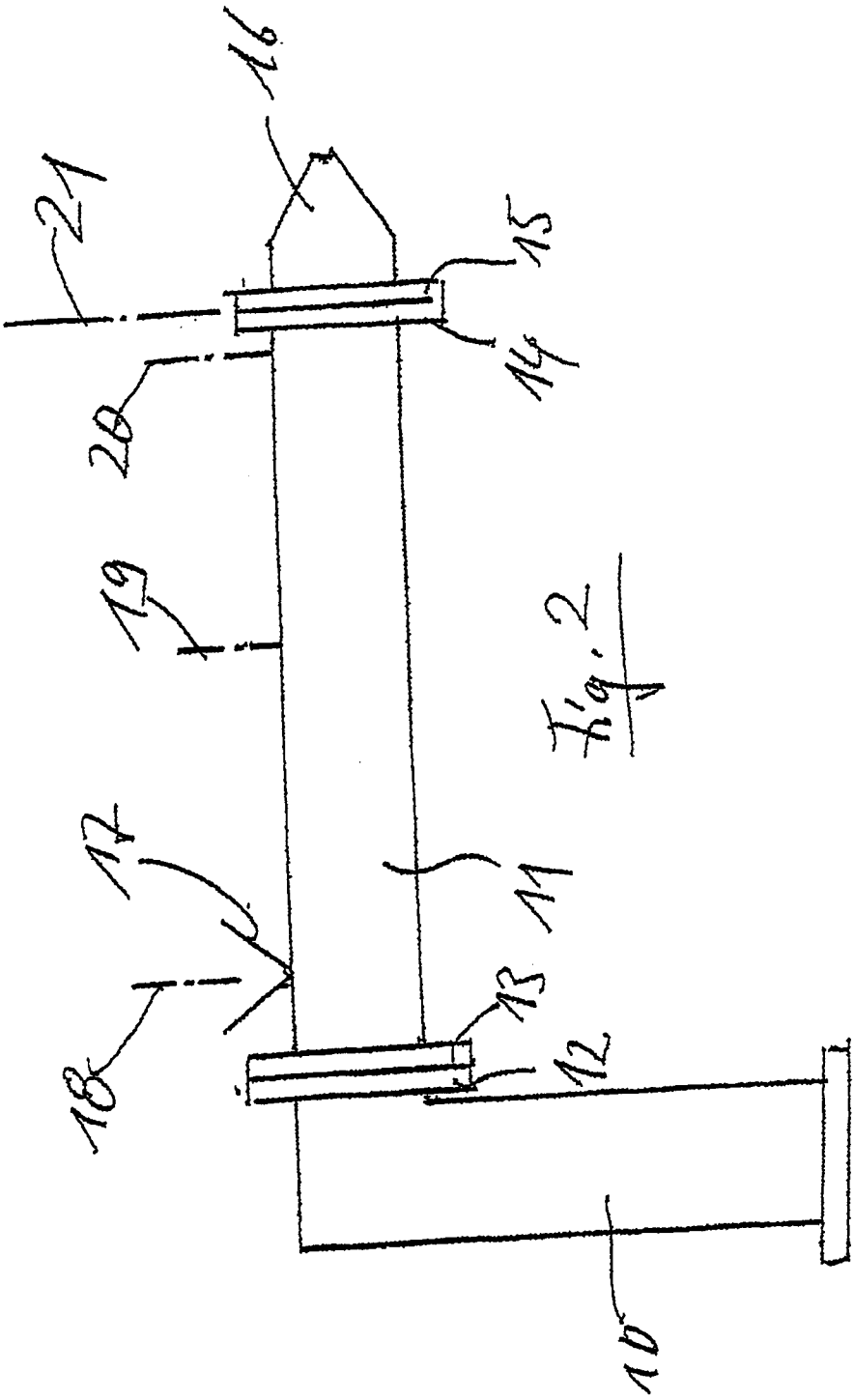


Fig. 2

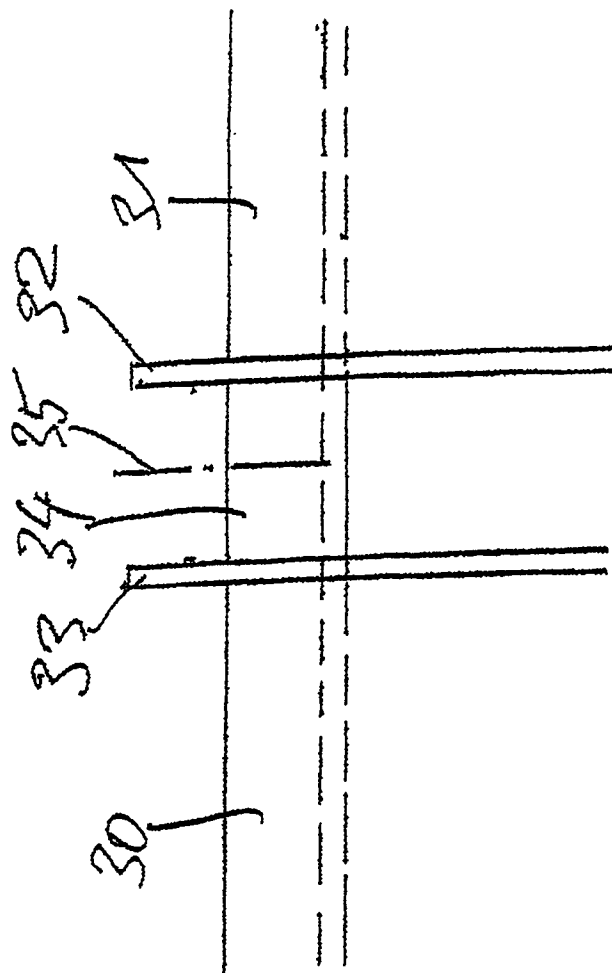
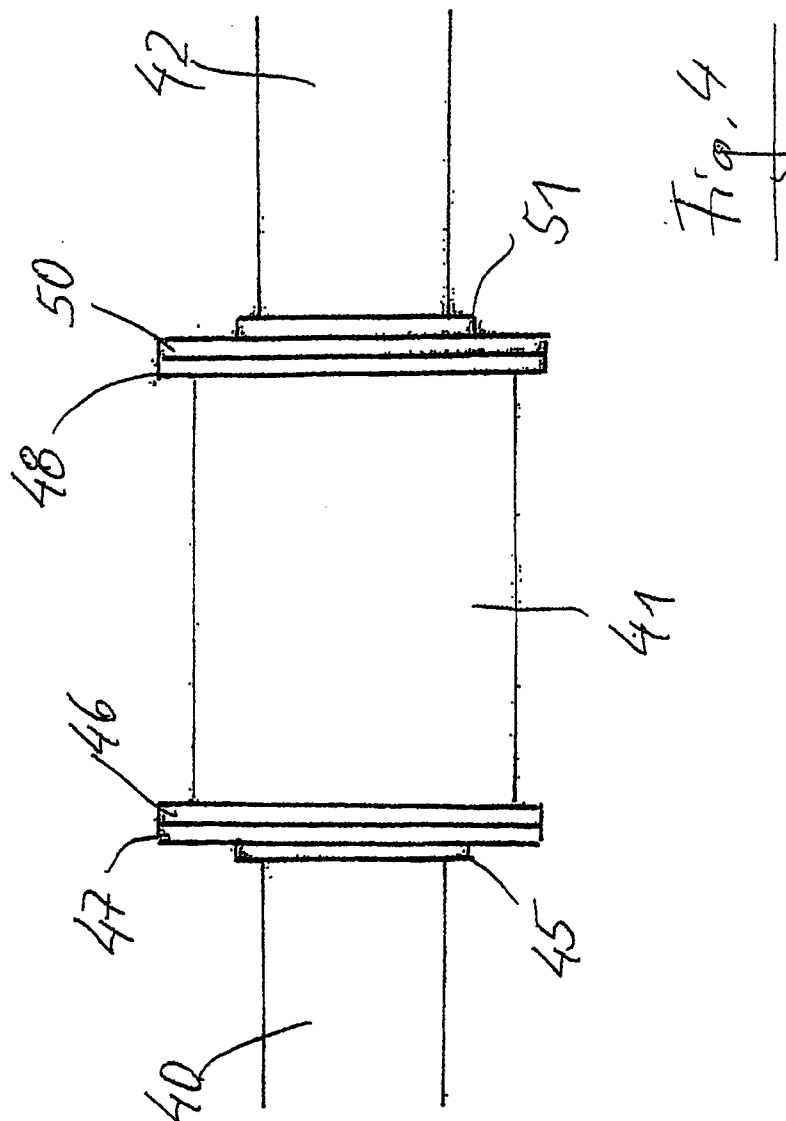


Fig. 3



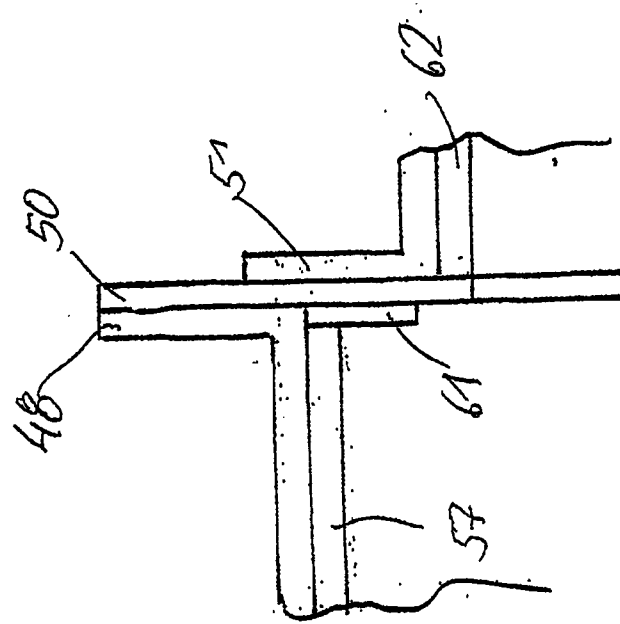


Fig. 6

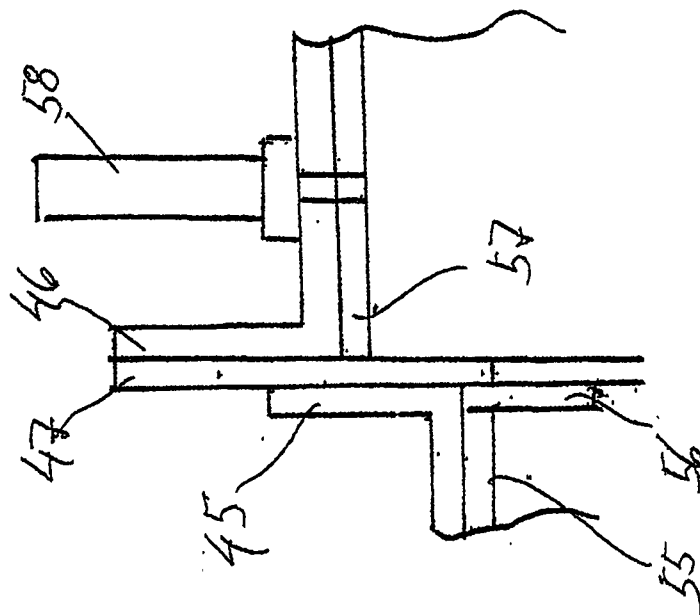
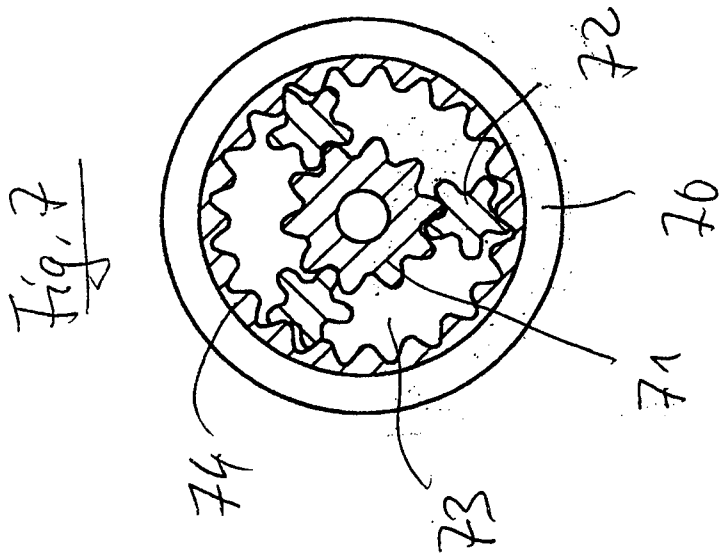
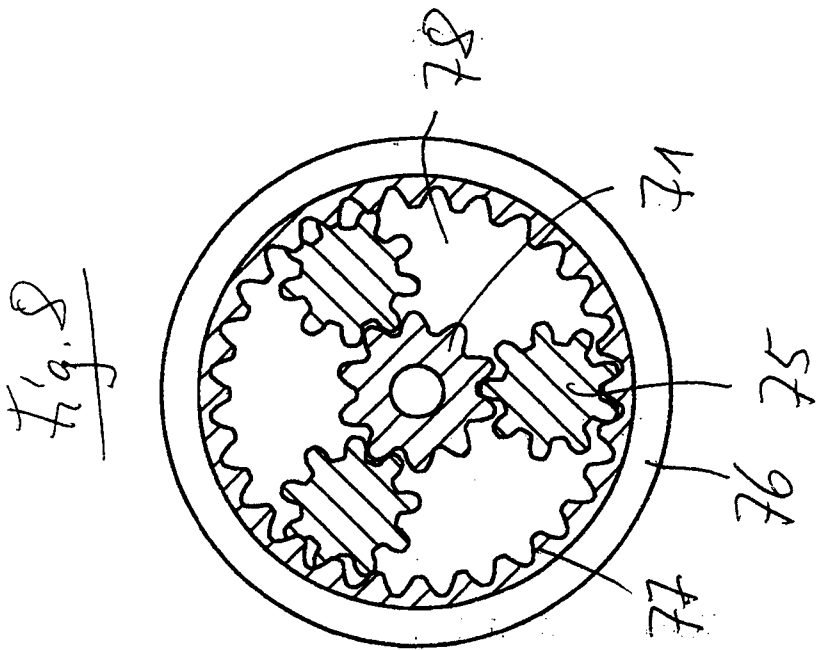
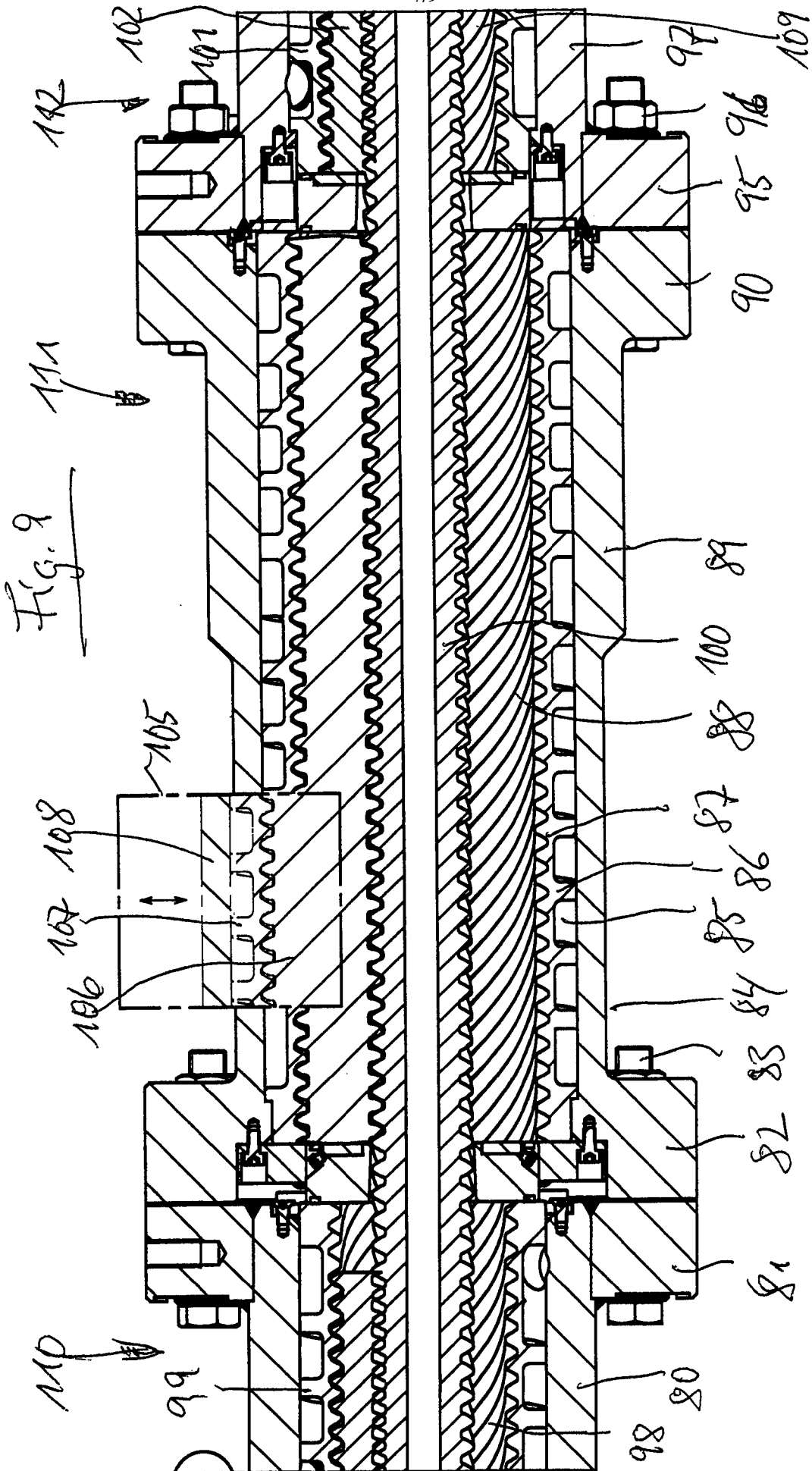


Fig. 5





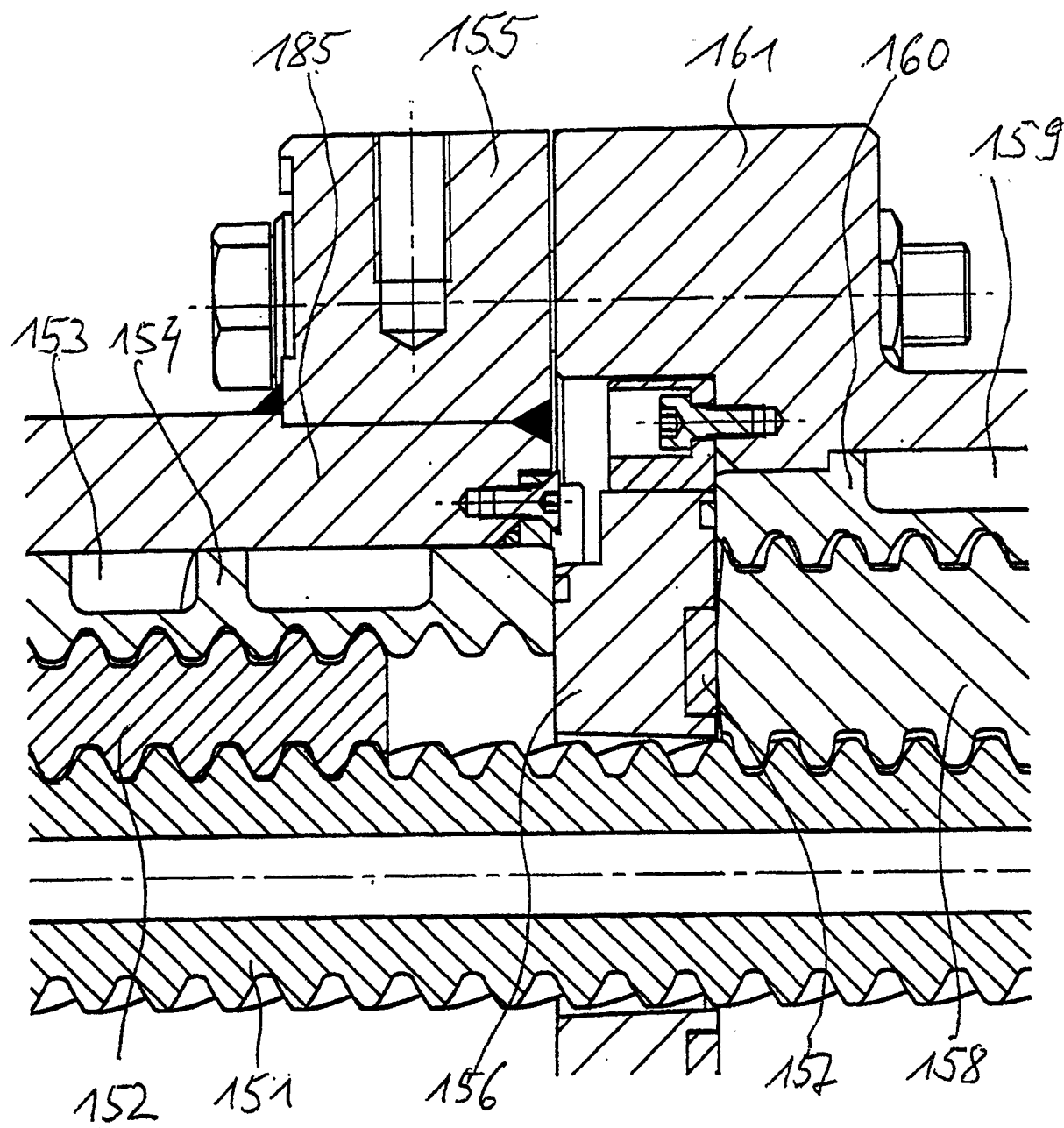


Fig. 10

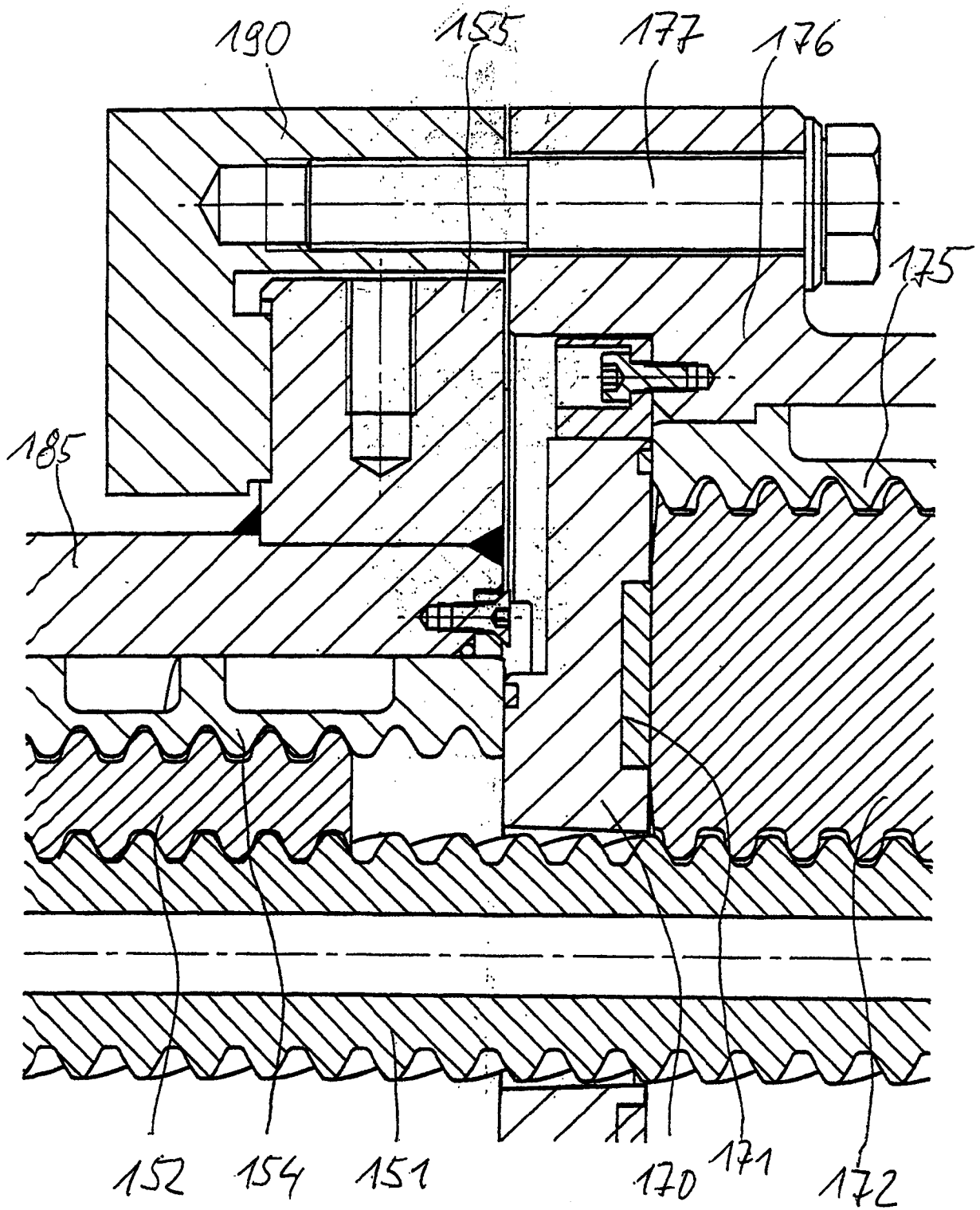


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/000116**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B29C 47/42**(2006.01)i; **B29C 47/08**(2006.01)i; **B29C 47/36**(2006.01)i; **B29C 47/60**(2006.01)i; **B29C 47/84**(2006.01)n;
B29C 47/10(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013159801 A1 (RUST & MITSCHKE ENTEX [DE]) 31 October 2013 (2013-10-31) abstract claims 1-15 figures 1-2	1,2,14
X	US 6074084 A (KOLOSSOW KLAUS DIETER [DE]) 13 June 2000 (2000-06-13) abstract figures 1-3	1,2,14
X	DE 29724783 U1 (RUST & MITSCHKE ENTEX [DE]) 15 January 2004 (2004-01-15) abstract claims 1-10 figure 1	1,14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 July 2018

Date of mailing of the international search report

11 September 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Ngwa, Walters

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/000116

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1, 2, 14

Extruder comprising a throttle device.

2. Claims: 3-8

Melt feeding device of a planetary roller extruder.

3. Claims: 9, 10, 12, 13

Energy-efficient extruder.

4. Claim: 11

Temperature-control device for an extruder.

5. Claims: 15-25

Method/device for converting an extrusion installation.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1, 2, 14**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/000116

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2013159801	A1	31 October 2013	CN	103781613	A	07 May 2014
				DE	102012008170	A1	31 October 2013
				EP	2841250	A1	04 March 2015
				US	2015043300	A1	12 February 2015
				WO	2013159801	A1	31 October 2013
US	6074084	A	13 June 2000	DK	0855954	T3	22 May 2000
				US	6074084	A	13 June 2000
DE	29724783	U1	15 January 2004	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B29C47/42	B29C47/08
ADD.	B29C47/84	B29C47/10
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/159801 A1 (RUST & MITSCHKE ENTEX [DE]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) Zusammenfassung Ansprüche 1-15 Abbildungen 1-2	1,2,14
X	US 6 074 084 A (KOLOSSOW KLAUS DIETER [DE]) 13. Juni 2000 (2000-06-13) Zusammenfassung Abbildungen 1-3	1,2,14
X	DE 297 24 783 U1 (RUST & MITSCHKE ENTEX [DE]) 15. Januar 2004 (2004-01-15) Zusammenfassung Ansprüche 1-10 Abbildung 1	1,14
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 11. Juli 2018		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/09/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ngwa, Walters

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1, 2, 14

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1, 2, 14

Extruder mit Drosseleinrichtung.

2. Ansprüche: 3-8

Schmelzezuführeinrichtung eines Planetwalzenextruders.

3. Ansprüche: 9, 10, 12, 13

Energieeffizienter Extruder.

4. Anspruch: 11

Temperiereinrichtung für einen Extruder.

5. Ansprüche: 15-25

Verfahren/Vorrichtung zum Umbau einer Extrusionsanlage.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/000116

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013159801 A1	31-10-2013	CN 103781613 A	07-05-2014
		DE 102012008170 A1	31-10-2013
		EP 2841250 A1	04-03-2015
		US 2015043300 A1	12-02-2015
		WO 2013159801 A1	31-10-2013

US 6074084 A	13-06-2000	DK 0855954 T3	22-05-2000
		US 6074084 A	13-06-2000

DE 29724783 U1	15-01-2004	KEINE	
