

(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
1. November 2007 (01.11.2007)

PCT

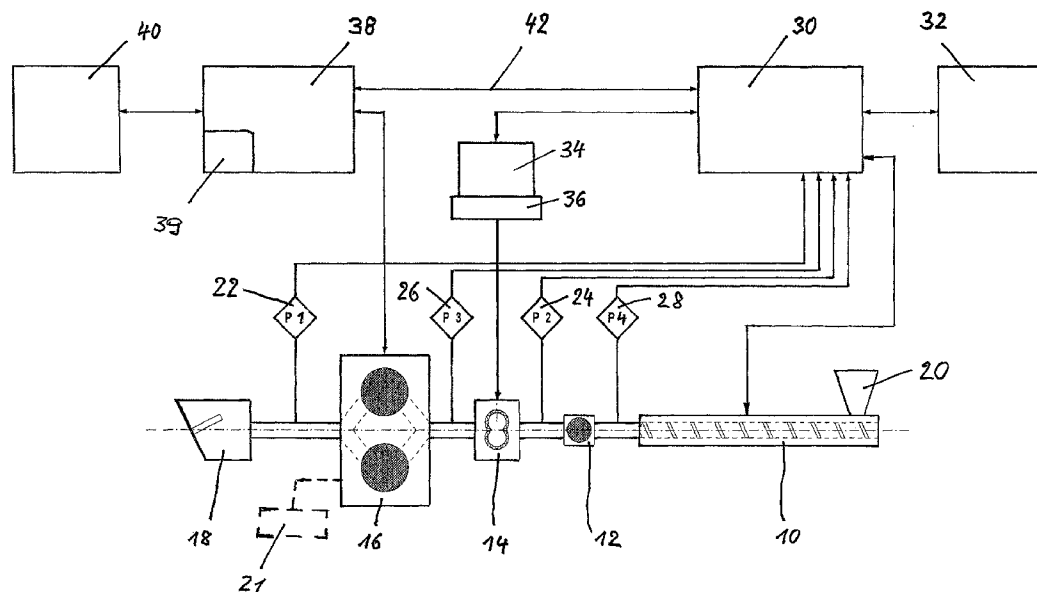
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/121696 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 47/68 (2006.01) **B29C 47/50** (2006.01)
B29C 47/92 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000220
- (22) Internationales Anmeldedatum:
7. Februar 2007 (07.02.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 019 445.4 24. April 2006 (24.04.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MAAG PUMP SYSTEMS TEXTRON GMBH** [DE/DE]; Ludwig-Erhard-Strasse 10, 34131 Kassel (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STARK, Manfred** [DE/DE]; Mühlentrift 5, 32049 Herford (DE). **POHL, Harald** [DE/DE]; Vennstiege 8a, 48477 Hörstel (DE).
- (74) Anwalt: **BEINES, Ulrich**; Berger Dorfstrasse 35, 41189 Mönchengladbach (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: A PLASTICS-PROCESSING SYSTEM AND PLASTICS-PROCESSING SYSTEM AND A METHOD FOR ITS CONTROL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER KUNSTSTOFFVERARBEITENDEN ANLAGE UND KUNSTSTOFFVERARBEITENDE ANLAGE



(57) Abstract: A plastics-processing system as well as a method for its control is described, wherein the system features at least one feeding device for polymer melting, especially an extruder (10), a conveying device, especially a melting pump (14), a filter mechanism (16) and a tool (18). In order to maintain a constant volume flow as well when a variation in volume occurs between the feeding device and the tool, it is suggested that, when said variation in volume occurs, a volume control device is activated which influences the feed rate of the feeding device in such way that the variation in volume is compensated for. The volume control device includes a regulator circuit which uses the tool inlet pressure as a control variable.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/121696 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren zur Steuerung einer kunststoffverarbeitenden Anlage sowie eine entsprechende Anlage beschrieben, wobei die Anlage wenigstens eine Zuführeinrichtung für eine polymere Schmelze, insbesondere einen Extruder (10), eine Fördervorrichtung, insbesondere eine Schmelzepumpe (14), eine Filtereinrichtung (16) und ein Werkzeug (18) aufweist. Um einen konstanten Volumenstrom auch dann aufrechterhalten zu können, wenn eine Volumenänderung zwischen der Zuführeinrichtung (10) und dem Werkzeug (18) eintritt, wird vorgeschlagen, bei Auftreten einer Volumenänderung eine Volumensteuereinrichtung zu aktivieren, welche die Fördermenge der Fördervorrichtung (14) derart beeinflusst, daß die Volumenänderung ausgeglichen wird. Die Volumensteuereinrichtung enthält einen Regelkreis, welcher den Werkzeugeinlaufdruck als Regelgröße verwendet.

5 **Verfahren zur Steuerung einer kunststoffverarbeitenden Anlage
und kunststoffverarbeitende Anlage**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung
einer kunststoffverarbeitenden Anlage sowie eine entsprechende
10 Anlage, wobei die Anlage wenigstens eine Zuführeinrichtung für
eine polymere Schmelze, insbesondere einen Extruder, eine För-
dervorrichtung, insbesondere eine Schmelzepumpe, eine Filter-
einrichtung und ein Werkzeug aufweist.

15 Kunststoffe werden beispielsweise in Extrusionslinien verar-
beitet, wobei als Zuführeinrichtung ein Extruder zum Einsatz
kommt, mit Hilfe dessen ein nachgeschaltetes Werkzeug kontinu-
ierlich und gleichförmig mit einer polymeren Schmelze aus
Kunststoff versorgt wird. Für den kontinuierlichen Betrieb
20 können Fördervorrichtungen als volumetrisch fördernde Aggre-
gate eingesetzt werden, um einen konstanten Volumenstrom zu
erzeugen. Diese werden benötigt, um ein Produkt innerhalb
gegebener Toleranzen herstellen zu können. Der Betrieb mit
einer Fördervorrichtung, beispielsweise einer Zahnradpumpe,
25 bietet Vorteile gegenüber einem Betrieb ohne Pumpe, da die Be-
triebsstabilität und Handhabbarkeit der Anlage verbessert wer-
den können. Als Herstellungsprodukte eines kontinuierlichen
Extrusionsprozesses kommen Folien, Rohre, Profile, Flach-
folien, Platten und dergleichen in Betracht.

Anforderungen an die Reinheit der Kunststoffschmelze gestellt, so wird die Schmelze durch eine Filtereinrichtung geleitet, die zwischen Extruder und Werkzeug angeordnet ist. Die Filtereinrichtung kann insbesondere abhängig von der Verschmutzung der Filter einen erheblichen, teilweise nicht linearen Druckabfall zur Folge haben, der den vom Extruder aufgebrauchten Förderdruck häufig so stark vermindert, daß eine zusätzliche Fördervorrichtung im Schmelzestrom angeordnet wird, die einen ausreichenden Schmelzendruck für das Werkzeug bereitstellt. Eine derartige Extrusionslinie wurde beispielsweise durch die EP 1 208 956 B1 offenbart.

Als Filtereinrichtung können beispielsweise zwei unterschiedliche Typen von Siebwechslern für den kontinuierlichen Betrieb eingesetzt, die während des Betriebs der Anlage in der Lage sind, die verschmutzten Filter, die auch als Siebe bezeichnet werden, zu wechseln, insbesondere auszutauschen, oder zu reinigen, ohne den Materialfluß zu unterbrechen.

Bei der Verarbeitung nicht verschmutzter oder nur wenig verschmutzter Neuware wird ein Siebwechsler eingesetzt, der während der kontinuierlichen Produktion einen Austausch von verschmutzten Sieben, hierbei kann es sich auch um Siebpakete handeln, ermöglicht (DE 35 27 173 C1). Dabei wird auf der Materialeintrittsseite der Schmelzestrom beispielsweise in zwei Ströme (Kanäle) aufgeteilt und zu zwei Sieben geleitet. Nach dem Durchströmen der Siebe werden die beiden getrennten Ströme der polymeren Schmelze zum Materialaustritt wieder vereinigt. Zum Wechseln eines verschmutzten Siebes wird zunächst ein das Sieb tragender Siebbolzen mit Hilfe eines Hydraulikzylinders oder manuell axial aus dem Gehäuse geschoben. Dadurch wird gleichzeitig der entsprechende Kanal abgesperrt und die Produktion läuft über das andere Sieb weiter. Nachdem das ver-

der Siebbolzen wieder in das Gehäuse zurückgefahren. Um die Siebkavitäten, in welche das neue Sieb eingelegt wurde, wieder mit Material (Schmelze) zu füllen und die dort enthaltene Luft herauszudrücken, ist es zweckmäßig, daß beim Zurückschieben des Siebbolzens bestimmte Entlüftungspositionen eingestellt werden, bei denen die Luft und ein Teil der Schmelze durch Entlüftungsnuten abfließen kann.

10 Wird Material mit größeren Verschmutzungsanteilen eingesetzt, so z.B. Recycling-Material, so kann vorzugsweise ein kontinuierlich arbeitender Rückspül-Siebwechsler verwendet werden. Diese Anwendung profitiert von einem selbstreinigenden Rückspülsystem. Im automatisierten Spülzyklus wird die Verschmutzung aus dem Sieb, bzw. dem Siebpaket, mit einem rückwärtigen Strom der filtrierten Schmelze ausgewaschen, indem ein Teil der gefilterten Schmelze umgeleitet und zur Rückseite des Siebes geführt wird. Damit löst sich die Verschmutzung aus dem Sieb oder Siebpaket und wird ins Freie befördert. Der Rückspülvorgang läßt sich bis zum Siebverschleiß wiederholt ausführen, was eine hohe Standzeit der Siebe zur Folge hat. Auch hierbei ist ein kontinuierlicher Betrieb möglich, wenn der Schmelzestrom auf wenigstens zwei Ströme (Kanäle) aufgeteilt und zu wenigstens zwei Sieben oder Siebpaketen geleitet wird. Eine derartige Vorrichtung zum Filtrieren eines Fluids geht aus der EP 0 798 098 B1 hervor.

Bei Siebwechslern kann es nachteilig sein, daß bei Inbetriebnahme eines ausgewechselten Siebes zu viel Material aus dem Schmelzestrom entnommen wird, wodurch die normale Arbeit der Maschine beeinträchtigt wird.

Es sind Rückspülsiebwechsler bekannt, an die ein Reservoir angeschlossen ist, welches in der Lage ist, Schmelze aufzunehmen

nach Art eines Hydraulikspeichers ausgebildet sein. Während des kontinuierlichen Betriebs der Anlage wird ein kleiner Teilstrom der gefilterten Schmelze in das Reservoir abgeleitet, bis dieses gefüllt ist. Dabei muß der abgeleitete Teilstrom im Verhältnis zum Hauptstrom sehr gering gehalten werden, um den Schmelzehauptstrom beim Füllen des Reservoirs wenig zu stören und einen möglichst konstanten Schmelzehauptstrom gewährleisten zu können. Zum Rückspülen eines Siebes wird keine Schmelze aus dem Produktionsprozeß entnommen. Vielmehr wird die Rückseite des rückzuspülenden Siebes mit dem Reservoir verbunden, welches gespeicherte Schmelze abgibt, die das Sieb durchströmt und dieses reinigt. Auf diese Weise kann das Reservoir einen Schmelzeverlust beim Rückspülen ausgleichen. Da das Reservoir nur relativ langsam gefüllt wird, sind die Siebwechselintervalle entsprechend lang. Dies kann nachteilig sein, wenn bei stark verschmutztem Ausgangsmaterial ein häufiger Siebwechsel erforderlich ist. Des Weiteren besteht die Gefahr, daß während der langen Reservoirfüllzeiten die polymere Schmelze chemisch abgebaut wird und vercrackt. Damit steht für das Rückspülen keine saubere Schmelze zur Verfügung mit der Folge einer unzureichenden Reinigung des Filters.

Sowohl beim Siebaustausch als auch beim Rückspülen verschmutzter Siebe ist es erforderlich, Material aus dem Prozeß zu entnehmen. Beim Siebaustausch müssen die Siebkavitäten, in welche neue Siebe eingelegt wurden, mit Material aufgefüllt werden und die enthaltene Luft herausgedrückt werden. Beim Rückspülen wird ein Teil des rückwärtigen, die Schmutzfracht tragenden Schmelzestromes ins Freie geleitet, so daß er am Werkzeug für die Herstellung der Produkte nicht mehr zur Verfügung steht.

der Siebe wird der konstante Volumenstrom durch die Material-
entnahme gestört. Der eintretende Volumenverlust führt zu ei-
nem Druckverlust am Extruderwerkzeug, was sofort eine Ver-
schlechterung der Produktqualität (z. B. Schwankungen der Pro-
5 duktdicke) zur Folge hat. Dies kann von einem Unterschreiten
der Toleranzgrenzen bis hin zu Produktionsunterbrechungen und
Fehlproduktionen führen.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein
Verfahren zur Steuerung einer kunststoffverarbeitenden Anlage
sowie eine entsprechende Anlage der eingangs genannten Art zur
Verfügung zu stellen, mit der besonders wirksam die zuvor be-
schriebene Störung eines konstanten Volumenstroms vermieden
15 wird, eine hohe Produktqualität gewährleistet werden kann und
ein zügiger Siebwechsel bzw. eine zügige Rückspülung ohne den
vorstehend beschriebenen Problemen möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur
20 Steuerung einer kunststoffverarbeitenden Anlage nach der Lehre
eines der Ansprüche 1 bis 19 sowie durch eine entsprechende
Anlage nach der Lehre eines der Ansprüche 20 bis 29 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient der Steuerung einer kon-
25 tinuierlich kunststoffverarbeitenden Anlage, wobei die Anlage
wenigstens eine Zuführeinrichtung für eine polymere Schmelze,
insbesondere einen Extruder, eine Fördervorrichtung, insbeson-
dere eine Schmelzepumpe, eine Filtereinrichtung und ein Werk-
zeug aufweist.

30 Als Zuführeinrichtung kommen beispielsweise Schneckenextruder
oder Doppelschneckenextruder in Betracht. Die Fördervorrich-
tung ist vorzugsweise ein volumetrisch förderndes Aggregat,
beispielsweise eine Pumpe, insbesondere eine Zahnradpumpe, die

zahl einstellbar ist und einen konstanten Volumenstrom erzeugt. Als Filtereinrichtung kann beispielsweise der zuvor beschriebene Siebwechsler, der bei Verschmutzung einen Austausch der Siebe erfordert, oder ein Rückspül-Siebwechsler verwendet werden. Bei dem Extrusionswerkzeug kann es sich um ein entsprechendes Werkzeug zur Herstellung von Folien, Rohren, Profilen, Flachfolien, Platten und dergleichen und um eine Flachfoliendüse handeln. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die konkret genannten Extruder, Pumpen, Siebwechsler und Extrusionswerkzeuge beschränkt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß bei einer Volumenänderung, d. h. bei einer zeitlichen Änderung der Durchtrittsmenge des Schmelzestromes zwischen der Zuführeinrichtung und dem Werkzeug, eine Volumensteuerung oder Volumenregelung aktiviert wird und eingreift. Die Änderung der Durchtrittsmenge des Schmelzestromes tritt vornehmlich bei einem Schmelzeverlust an einer Stelle zwischen der Zuführeinrichtung und dem Werkzeug auf. Sie kann durch einen manuell oder automatisch erzeugten Eingriff in den Produktionsprozeß erfolgen. Sie tritt vornehmlich bei einem Siebwechsel, unabhängig davon, ob der Siebwechsel ein Austausch der Siebe oder ein Rückspülen der Siebe ist, ein, bei welchem dem Produktionsprozeß Schmelze entzogen wird. Die Volumensteuerung oder Volumenregelung beeinflusst die Fördervorrichtung, um die Volumenänderung auszugleichen. Wird beispielsweise bei einem zwischen der Zuführeinrichtung und dem Werkzeug angeordneten Siebwechsler ein Sieb ausgetauscht oder rückgespült, was zu einem Volumenverlust führt, so wird die Volumensteuerung oder Volumenregelung aktiv. Die Volumensteuerung oder Volumenregelung vergrößert den Volumenstrom und gleicht den Volumenverlust aus, indem sie beispielsweise die Drehzahl einer als

die Fördermenge steigert.

Ohne die Verwendung der erfindungsgemäßen Volumensteuerung
5 oder Volumenregelung würde der eintretende Volumenverlust zum
sofortigen mehr oder weniger großen Druckverlust am Werkzeug
führen, was eine Verschlechterung der Produktqualität oder gar
eine Produktionsunterbrechung zur Folge haben kann. Durch die
Erfindung läßt sich der Volumenverlust kompensieren, indem die
10 Fördermenge der Fördervorrichtung (Pumpe) derart angepaßt
wird, daß der Druck und damit auch das Fördervolumen vor dem
Werkzeug konstant gehalten wird.

Durch die erfindungsgemäße Lösung läßt sich ein konstanter Vo-
15 lumenstrom vor dem Werkzeug insbesondere dann aufrechterhal-
ten, wenn infolge eines Siebaustausches oder einer
Siebrückspülung Material aus dem Volumenstrom entnommen wird.
Folglich kann die Produktqualität auf einem hohen Niveau auf-
rechterhalten und eine Produktionsunterbrechung infolge eines
20 Eingriffs in den Siebwechselprozeß ausgeschlossen werden. Maß-
nahmen, die den Siebwechselprozeß verzögern, beispielsweise
eine langsame Entlüftung der jeweiligen Siebkammer, sind nicht
erforderlich, so daß der Siebwechsel oder eine Rückspülung zü-
gig erfolgen kann. Nachteilige Folgen durch einen verlang-
25 samten oder unterbrochenen Schmelzestrom können daher vermie-
den werden. Diese Vorteile treten insbesondere dann auf, wenn
als Werkzeug eine Flachfoliendüse vorgesehen wird, so daß die
unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten
Folien eine sehr enge Toleranz, insbesondere auch Dickentole-
30 ranz, besitzen.

Das zuvor beschriebene erfindungsgemäße Verfahren ist bei Ex-
trusionslinien besonders vorteilhaft anwendbar, bei denen Ex-
truder eingesetzt werden, die nicht in der Lage sind, hohe

tereinrichtung zu drücken. Derartige Extruder werden beispielsweise bei der Verarbeitung von Recycling-Material verwendet, wo das Material schonend homogenisiert und zur Entfernung von Restfeuchtigkeit entgast werden muß. In diesem Fall ist es von besonderem Vorteil, hinsichtlich der Förderrichtung der Schmelze vor der Filtereinrichtung eine Fördervorrichtung, insbesondere eine Pumpe und vorzugsweise eine Zahnradpumpe, anzuordnen, durch welche der Druck der aus dem Extruder austretenden Schmelze weiter erhöht wird, so daß der Druck nunmehr ausreicht, um die Schmelze durch die Filtereinrichtung zu drücken und das Werkzeug sachgerecht und kontinuierlich sowie druck- und volumenkonstant mit Schmelze zu versorgen.

Des weiteren ist das erfindungsgemäße Verfahren besonders wirkungsvoll dort anwendbar, wo die Filtereinrichtung wenigstens einen Siebwechsler enthält, welcher während des Siebwechsels, insbesondere des Siebaustausches oder Rückspülens, einen Volumenverlust im Schmelzestrom verursacht.

Bevorzugt werden zwei Arten von Siebwechslern eingesetzt. Beim Verarbeiten von Neuware wird insbesondere ein sogenannter kontinuierlicher Siebwechsler eingesetzt, der es während des Betriebs der Anlage ermöglicht, Siebe auszutauschen, ohne den Materialfluß zu unterbrechen.

Beim Verarbeiten von Material mit größerem Verschmutzungsanteil (z.B. Recycling) wird vorzugsweise ein Rückspül-Siebwechsler verwendet. Dieser hat die Möglichkeit, mittels Umleitung von gefilterter Schmelze die verschmutzten Siebe von der Rückseite her zu spülen und damit die Verschmutzung aus bzw. auf den Sieben ins Freie zu befördern. Hierbei kann eine höhere Standzeit der Siebe erreicht werden, die davon abhängt,

schlissen ist.

Der Siebwechsel kann bei den beiden genannten Varianten auto-
5 matisch erfolgen, indem beispielsweise der Druckanstieg über
den Sieben, bzw. Siebplatten, welcher einen Hinweis auf den
Verschmutzungsgrad der Siebe gibt, gemessen und als eine den
Siebwechsel in Gang setzende Größe verwendet wird. Beim Vor-
liegen eines Siebwechselsignals führt eine Siebwechselsteue-
10 rung das Rückspülen nach einem vorgebbaren Programm durch.
Automatische Siebrückspülsteuerungen sind dem Fachmann hin-
länglich bekannt. Bei Verwendung eines Austauschsiebwechslers
wird der Siebaustausch in der Regel manuell durch die Bedie-
nungsperson vorgenommen.

15

Ebenso kann der Siebwechsel nach einer vorgegebenen Zeit manu-
ell oder automatisch signalisiert und entsprechend manuell
vorgenommen werden.

20 Wie bereits vorstehend ausgeführt wurde, geht sowohl beim Aus-
tauschen als auch beim Rückspülen verschmutzter Siebe Schmel-
zevolumen verloren. Um den Volumenverlust auszugleichen, wird
während des Siebwechsels bzw. Rückspülens erfindungsgemäß eine
Volumensteuerung aktiviert. Die Volumensteuerung kann darin
25 bestehen, daß bei einem Siebwechsel die Fördermenge der För-
dervorrichtung automatisch um Werte erhöht wird, die durch
vorherige Versuche beim Siebaustausch oder Rückspülen ermit-
telt wurden.

30 Um eine weitere Steigerung der Produktqualität sowie der Pro-
duktionssicherheit und die Einhaltung enger Toleranzgrenzen
bei dem Volumenstrom zu ermöglichen, schlägt eine bevorzugte
Weiterbildung der Erfindung vor, daß der Werkzeugeinlaufdruck
des Fördermediums (polymeren Schmelze) erfaßt und zur Einstel-

geförderten Volumenstroms herangezogen wird.

Als Werkzeugeinlaufdruck wird der Druck der polymeren Schmelze
5 bezeichnet, der vor dem Werkzeug herrscht und zwar an einer
Stelle zwischen dem Werkzeug und einer stromauf des Werkzeugs
liegenden Komponente der Anlage, insbesondere an einer Stelle
zwischen einer dem Werkzeug vorgelagerten Filtereinrichtung
und dem Werkzeug.

10

Es hat sich herausgestellt, daß sich bei ansonsten konstanten
Verfahrensbedingungen durch das Drucksignal der jeweilige
Schmelzedurchfluß sehr gut abbilden läßt. Ein Siebwechsel bzw.
ein Rückspülen erfolgt relativ rasch, so daß die Zeitspanne,
15 in der ein Volumenverlust auftreten kann, begrenzt ist und so-
mit die Volumenregelung nur für relativ kurze Zeit aktiviert
werden muß. Es kann davon ausgegangen werden, daß sich während
des relativ kurzen Aktivierungsintervalls der Volumensteuerung
oder der Volumenregelung die Verfahrensbedingungen der Produk-
20 tion (Temperatur, Viskosität der Schmelze u.a.), die sich auf
den Produktionsprozeß und die Produktqualität auswirken könn-
ten, nicht wesentlich ändern. Ein konstanter Druck vor dem
Werkzeug ist daher ein Indikator für einen konstanten Volumen-
strom, während Druckschwankungen an dieser Stelle einen rela-
25 tiv sicheren Hinweis auf Schmelzedurchflußschwankungen geben.

Die Verwendung eines Schmelzedrucksignals für die Volumen-
steuerung oder Volumenregelung ist von besonderem Vorteil,
weil die Druckmessung an beliebiger Stelle des Schmelzestroms
30 auf einfache, bekannte Weise erfolgen kann, während eine di-
rekte Durchflußmengenmessung in der Regel bei polymeren
Schmelzen für die Praxis ausscheidet.

druck entweder in einer Volumensteuerung ausgewertet werden, welche beispielsweise bei Unter- oder Überschreiten bestimmter Druckwerte entsprechende Signale an die Fördervorrichtung abgibt, um den Volumenstrom zu erhöhen oder abzusenken. Vorzugsweise wird jedoch eine Volumenregelung mit einem geschlossenen Regelkreis verwendet, bei dem der Werkzeugeinlaufdruck als Regelgröße herangezogen wird, welche durch die Fördervorrichtung in eine geeignete Stellgröße zur Volumenregelung umgewandelt wird. Bei der Verwendung eines derartigen Regelkreises kann der Werkzeugeinlaufdruck in engen Grenzen konstant gehalten werden, was den Schmelzestrom verstetigt und sich vorteilhaft auf die Produktqualität und Produktionssicherheit auswirkt.

Die Volumensteuerung oder Volumenregelung mit Hilfe des Werkzeugeinlaufdrucks erfolgt im wesentlichen nur während des Auftretens eines Volumenverlustes, also relativ kurzzeitig. Ein Langzeiteingriff unter Verwendung eines Drucksignals ist nicht zweckmäßig, da sich während längerer Zeiten Parameter der Schmelze (beispielsweise die Viskosität) ändern können und dann ein vorhersehbarer Zusammenhang zwischen Druck und Volumenstrom nur noch bedingt vorhanden ist.

Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig und auch bevorzugt, bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung nur für kurze Zeitintervalle anzuwenden. Sie wird automatisch aktiviert, wenn durch einen Eingriff in den Produktionsprozeß ein Volumenverlust erzeugt wird. Bevorzugte Zeitintervalle liegen dabei zwischen 10 Sekunden und 10 Minuten, insbesondere zwischen 1 Minute und 5 Minuten.

Ein Volumenverlust tritt insbesondere bei einem Siebwechsel (Austausch oder Rückspülen) ein. Beim automatisch durchgeführten Siebwechseln ist es von besonderem Vorteil, die Aktivie-

des automatisch ablaufenden Siebwechselprozesses vorzunehmen. Damit kann gewährleistet werden, daß bei einem Siebwechsel die Volumensteuerung oder Volumenregelung vollautomatisch aktiviert wird, ohne daß die Bedienungsperson in den Prozeß eingreifen muß. Selbstverständlich können diese Vorgänge auch
5 zumindestens teilweise manuell ausgeführt werden.

Zweckmäßigerweise beeinflussen sich der Siebwechselprozeß und die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung gegenseitig. Nach
10 der Einleitung eines automatischen Siebwechselprozesses wird in diesen eingegriffen, indem der Siebwechselprozeß kurz bevor ein Volumenverlust zu erwarten ist für eine vorbestimmte Zeitdauer ausgesetzt (angehalten) wird. Innerhalb dieser Zeitdauer
15 wird die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung aktiviert.

Sofern die Filtereinrichtung einen Rückspülsiebwechsler enthält, an den ein Reservoir zur Aufnahme gefilterter Schmelze angeschlossen ist, sieht eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung vor, daß nachdem die Volumenregelung aktiviert wurde
20 und bevor der Rückspülvorgang einsetzt das Reservoir mit Schmelze gefüllt wird. Beispielsweise kann zu diesem Zweck mit der Aktivierung der Volumenregelung ein Siebbolzen des Rückspülsiebwechslers in eine Stellung gefahren werden, in welcher
25 er einen Schmelzedurchtritt vom Schmelzestrom zum Reservoir zuläßt. Das Befüllen des Reservoirs kann verhältnismäßig zügig erfolgen, weil die Schmelze, die zum Befüllen des Reservoirs aus dem Hauptschmelzestrom abgezweigt wird, durch die Volumenregelung ausgeglichen wird. Das schnelle Füllen des Re-
30 servoirs hat zur Folge, daß im Bedarfsfall mit kurzen Rückspülintervallen gearbeitet werden kann. Nachdem das Reservoir gefüllt ist, erfolgt automatisch die Rückspülung des Siebes, in dem der Siebbolzen weiter in eine Stellung gefahren wird, in der das Reservoir mit der sauberen Rückseite des Siebes

nem Schmelzeabflußkanal verbunden wird. Infolge dieser Ausgestaltung der Erfindung wird das Reservoir erst kurz vor dem Rückspülen relativ schnell mit Schmelze gefüllt, so daß die Verweilzeit der Schmelze im Reservoir kurz ist und ein chemischer Abbau und ein Vercracken der polymeren Schmelze vermieden wird.

Zur Überwachung des Siebwechselprozesses kann an dem Siebbolzen des Siebwechslers ein Weggeber angeordnet sein, dessen Signale Aufschluß über die Siebbolzenstellung und damit auch über einen kurz bevorstehenden Volumenverlust geben.

In vorteilhafter Weise werden insbesondere während des Aussetzens des Siebwechselprozesses die Anfangswerte der Volumenregelung eingestellt, indem vor dem Ingangsetzen der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung der momentane Werkzeugeinlaufdruck während einer vorherbestimmbaren Zeitdauer ermittelt wird. Der Wert wird als Sollwert bei der folgenden Volumensteuerung bzw. Volumenregelung übernommen. Bedingt durch diese Sollwertangleichung wird nach der Übernahme des Sollwertes der Ausgang des Volumenreglers an die aktuellen Bedingungen stoßfrei aktiv geschaltet.

Nach der Aktivierung der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung verfährt der Siebbolzen weiter in vorprogrammierte Positionen, um einen Siebaustausch oder eine Rückspülung vorzunehmen. Hierbei wird durch das Entlüften oder Rückspülen der Siebe ein Produktvolumen aus dem Förderprozeß entnommen. Der Volumenverlust wird durch die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung ausgeglichen, so daß insbesondere Druck- und Volumenstromschwankungen am Werkzeug wirksam verhindert werden.

tiviert werden, wenn zuvor für eine bestimmte Zeitdauer konstante Bedingungen vorlagen. Insbesondere sollten für einen wählbaren Zeitraum keine Änderungen an der Produktionsdrehzahl der Pumpe vorgenommen worden sein, da es erforderlich ist, daß
5 der Produktionsprozeß stabil läuft, bevor und während die Volumensteuerung oder Volumenregelung aktiv wird.

Nach seiner Aktivierung steuert der Volumenregler das Förder-
10 volumen der Fördervorrichtung (z. B. die Drehzahl der Zahnrادpumpe) und regelt den durch den Volumenverlust verursachten Druckeinbruch aus. Dabei wird der Druck insbesondere als Hilfsgröße zur Mittelung des Volumenstroms verwendet. Die Verwendung der Druckgröße ist von besonderem Vorteil, weil keine
15 zuverlässigen, preiswerten direkten Volumenmesser für Kunststoffschmelzen verfügbar sind.

Durchmessungen im Sinne der Erfindungen decken nicht nur einzelne Druckmessungen sondern auch die Messungen von Differenz-
20 drücken ab.

Die Aktivierung der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung kann grundsätzlich für eine vorgebbare Zeitspanne aufrechterhalten und dann wieder aufgehoben werden. Die Zeitspanne muß dabei so
25 gewählt werden, daß der Volumenverlust mit Sicherheit beendet ist. Dies erfordert eine zusätzliche Sicherheitszeitspanne. Es ist jedoch anzustreben, die Aktivierungsphase möglichst kurz zu halten, damit sich Änderungen der Verfahrensbedingungen (z.B. Viskosität der Schmelze) nicht nachteilig auswirken. Es
30 ist daher von Vorteil, nicht nur den Beginn, sondern auch das Ende der Aktivierungsphase an den den Volumenverlust auslösenden Prozeß anzupassen. Eine Weiterbildung der Erfindung schlägt daher vor, daß die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung automatisch deaktiviert wird, sofern ein Eingriff in den

beendet ist. Tritt der Volumenverlust beispielsweise bei einem Siebwechsel ein, insbesondere wenn ein Sieb ausgetauscht (beim Entlüften) oder rückgespült wird, so kann ein Signal der Siebwechselsteuerung, welches das Ende des Siebwechsels markiert, herangezogen werden, um die Volumenregelung zu deaktivieren.

Vorzugsweise wird beim Deaktivieren der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung ein Regler für die Fördervorrichtung stoßfrei geschlossen, indem eine Übergabe an einen vor der Aktivierung vorhandenen Drehzahlregler der Fördervorrichtung erfolgt. Dies bedeutet beispielsweise, daß eine als Fördervorrichtung verwendete Pumpe, insbesondere Zahnradpumpe, nach der Deaktivierung der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung wieder mit dem vor der Aktivierung herrschenden Produktionswert (Drehzahl) fördert.

In einem normalen Produktionsprozeß, bei dem kein Volumenverlust zu erwarten ist, ist die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung nicht aktiviert. Es ist von Vorteil, in diesem Betriebszustand die Fördervorrichtung bei einem konstanten Fördervolumen zu betreiben. Dieses konstante Fördervolumen wird zweckmäßigerweise durch die Bedienungsperson mittels einer Bedienungseinrichtung vorgegeben.

25

Als Fördervorrichtung kann eine Pumpe dienen, beispielsweise eine pulsationsarme Zahnradpumpe, die als volumetrisch förderndes Aggregat konstanter Drehzahl einen konstanten Volumenstrom liefert. Vorzugsweise wird die Pumpe im Normalbetrieb, wenn kein Volumenverlust während des Produktionsprozesses zu erwarten ist und die Volumenregelung nicht aktiviert ist, auf eine dem gewünschten Volumenstrom entsprechende konstante Drehzahl eingestellt. Die Bedienungsperson kann bei diesem ge-

wünschte Produktionsvolumen einstellen.

Es ist von Vorteil, den Druck vor der Fördervorrichtung zu erfassen und zur Einstellung der Fördermenge der Zuführeinrichtung heranzuziehen. Ist insbesondere die Zuführeinrichtung ein Extruder und die Fördervorrichtung eine Zahnradpumpe, so kann der Schmelzereinlaufdruck am Eintritt der Zahnradpumpe erfaßt und als Regelgröße für die Extruderdrehzahlregelung herangezogen werden. Dies hat zur Folge, daß das Fördervolumen der Zuführeinrichtung den Anforderungen der Fördervorrichtung folgt, sofern das Fördervolumen (z. B. die Drehzahl der Zahnradpumpe) der Fördervorrichtung geändert wird. Diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann sowohl bei einem Normalbetrieb (kein Volumenverlust) als auch bei aktivierter Volumensteuerung bzw. Volumenregelung wirksam sein.

Um die Bedienungsperson auf Unregelmäßigkeiten im Produktionsprozeß aufmerksam zu machen, schlägt eine Weiterbildung der Erfindung vor, daß der Werkzeugeinlaufdruck gemessen wird und bei einer vorgebbaren Toleranzabweichung des Werkzeugeinlaufdrucks ein Signal ausgelöst wird. Bei dem Signal kann es sich beispielsweise um ein akustisches und/oder optisches Signal handeln.

Grundsätzlich kann die Bedienungsperson jederzeit in den Extrudierprozeß eingreifen und beispielsweise die Pumpendrehzahl verändern, um die Produktionsgeschwindigkeit einzustellen. Für eine fehlerfreie Funktion der Volumenregelung ist es jedoch Voraussetzung, daß während der aktivierten Volumenregelung keine Sollwertänderungen der Fördervorrichtung durch die Bedienungsperson vorgenommen werden. Andernfalls wäre die Regelgröße, nämlich der Schmelzedruck am Einlauf des Werkzeugs, nicht mehr brauchbar. Um nachteilige Folgen einer Fehlbedie-

vor, daß bei einem Eingriff durch die Bedienungsperson während eines Siebwechsels (beispielsweise während eines Siebaustauschs oder einer Rückspülung) der Siebwechsel gestoppt und
5 die Volumenregelung beendet wird.

Beispielsweise wird bei einem Eingriff durch die Bedienungsperson, der während eines Siebaustauschs erfolgt, der entsprechende Siebbolzen gestoppt und ein Warnsignal erzeugt. Ein
10 schnelles Einfahren des Siebbolzens in seine mittlere Position sollte nicht erfolgen, da möglicherweise noch Lufteinschlüsse vorhanden sind, die zu erheblichen Produktionsstörungen führen könnten. Die Bedienungsperson hat dann die Möglichkeit mittels wohlüberlegter Handmanipulationen den Vorgang zu beenden ohne
15 daß ein Produktionsabbruch oder Folgestörungen auftreten.

Wird hingegen durch die Bedienungsperson ein Eingriff während eines aktiven Rückspülvorganges vorgenommen, so wird der Spülvorgang abgebrochen und der Siebbolzen zurück in seine Mittel-
20 lage gebracht. Der Rückspülvorgang wird hierdurch zwar verkürzt. Es kann jedoch ausgeschlossen werden, daß Fehlbedienungen durch die Bedienungsperson zu nennenswerten Produktionsstörungen führen. Die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung wird abgebrochen und in den gesteuerten Normalbetrieb (kein
25 Volumenverlust) überführt.

Werden als Filtereinrichtung Bolzensiebwechsler verwendet, so wird der Siebbolzen üblicherweise automatisch gemäß vorbestimmter Programmvorgaben zu Positionen bewegt, die für die
30 Prozessabläufe Rückspülen und Entlüften gemäß der vorliegenden Siebbolzengeometrie vorgegeben sind. Diese vorgegebenen Positionen der Filtereinrichtung hängen üblicherweise nicht von wechselnden Produktionsverhältnissen ab. Bestimmte Produktionsverhältnisse, wie höhere Drücke, höhere Temperaturen und

verlust führen, der durch die verwendete Fördervorrichtung (Pumpe) nicht mehr ausgeglichen werden kann, so daß es trotz der Volumenregelung zu einer Verminderung der Fördermenge am
5 Werkzeugeintritt kommt. Um diesem nachteiligen Effekt vorzubeugen, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, daß bei aktivierter Volumensteuerung bzw. Volumenregelung die Positionierung der Siebbolzen in Abhängigkeit der Öffnung des Volumenreglers vorgenommen wird, d.h. die Positionierung der Siebbolzen wird bei Erreichen eines vorgebbaren Regelausschlags
10 der Volumenregelung gestoppt oder verlangsamt und erst wieder fortgesetzt, wenn sich der Regelausschlag verringert hat. Die oben genannten vorgegebenen Positionen der Filtereinrichtung dienen dabei lediglich als "Sicherheitsendschalter", d.h. als
15 maximal zulässige Auslenkstellungen.

Durch diese Vorgehensweise können Volumenverluste aufgrund wechselnder Drücke, Temperaturen und Viskositäten auch dann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kompensiert werden, wenn
20 die Leistungsfähigkeit der Fördervorrichtung nicht ausreicht, um Volumenverluste bei einem normalen, durch die Volumenregelung nicht beeinflussten Siebwechsel auszugleichen.

Es kann auch von Vorteil sein, wenn nicht, wie soeben beschrieben, die Positionierung des Siebbolzens in Abhängigkeit
25 der Öffnung des Volumenreglers erfolgt, sondern wenn umgekehrt der Siebbolzen zum Zweck der Entlüftung von Siebkavitäten nach einem vorgebbaren Programm automatisch in vorbestimmbare Positionen verfahren wird und der Volumenregler hierauf reagiert
30 und einen Volumenverlust durch Erhöhung der Drehzahl der Zahnradpumpe ausgleicht. Dabei wird der Siebbolzen nicht sofort in eine maximale Rückspülstellung gefahren, sondern zunächst in eine sogenannte Vorflutposition gebracht, in der lediglich eine geringe Überschneidung zwischen dem das rückzuspülende

kanal gegeben ist. Die Überschneidung kann beispielsweise einige Zehntel Millimeter betragen. Nach einem Zeitprogramm wird dann der Siebbolzen in eine oder mehrere weitere Stellungen
5 mit zunehmender Überschneidung verfahren. Die jeweiligen Siebbolzenpositionen werden empirisch für das jeweilige Filter derart ermittelt, daß der in den Positionen auftretende Schmelzeverlust den Volumenregler nicht überfordert und der Volumenregler den Schmelzeverlust jederzeit ausgleichen kann.

10

Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf eine kunststoffverarbeitende Anlage, die vorrangig der Durchführung der vorstehend beschriebenen Verfahren dient.

15

Die erfindungsgemäße Anlage besteht wenigstens aus einer Zuführeinrichtung für eine polymere Schmelze, insbesondere einem Extruder, einer Fördervorrichtung, insbesondere einer Schmelzepumpe, einer Filtereinrichtung und einem Werkzeug. Die kunststoffverarbeitende Anlage ist erfindungsgemäß durch eine
20 Volumensteuervorrichtung oder eine Volumenregelvorrichtung gekennzeichnet, welche bei einer zwischen der Zuführeinrichtung und dem Werkzeug auftretenden Volumenänderung der polymeren Schmelze, insbesondere eines Volumenverlustes, aktivierbar ist, wobei die Volumensteuervorrichtung oder Volumenregelvorrichtung mit der Fördervorrichtung in Verbindung steht und diese beeinflusst, um eine Volumensteuerung bzw. Volumenregelung der Fördervorrichtung vorzunehmen, welche die Fördermenge einstellt und die Volumenänderung ausgleicht.

25

30

Damit ermöglicht es die erfindungsgemäße Anlage, daß ein konstanter Volumenstrom auch dann aufrechterhalten wird, wenn infolge eines Siebwechsels oder einer Siebrückspülung Material aus dem Volumenstrom entnommen wird. Es stellen sich auch hier

ren vorstehend beschriebenen Vorteile ein.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen
5 Anlage enthält die Filtereinrichtung einen Rückspülsiebwechs-
ler, an den ein Reservoir zur Aufnahme gefilterter Schmelze
angeschlossen ist. Das Reservoir dient dazu, einen Schmelze-
teilstrom aus dem Produktionsprozeß aufzunehmen und diesen zum
Rückspülen von Sieben zu verwenden. Das Befüllen des Reser-
10 voirs und die Entnahme von Schmelze zum Zwecke des Rückspülens
kann durch Verschieben eines Siebbolzens erfolgen. Dabei wird
beispielsweise durch Verschieben des Siebbolzen das rückzuspü-
lende Sieb aus seiner Produktionsstellung, d. h. aus dem
Schmelzestrom, gefahren werden. Der Siebbolzen erreicht dann
15 zunächst eine vorgebbare Position, in der eine Verbindung zwi-
schen dem gefilterten Schmelzehauptstrom und dem Reservoir
hergestellt und das Reservoir mit Schmelze gefüllt wird. Dabei
gleicht die Volumenregelung den Schmelzeverlust im Schmelze-
hauptstrom aus. Nach dem Füllen des Reservoirs wird der Sieb-
20 bolzen in eine weitere vorgebbare Position gefahren, in wel-
cher eine Verbindung zwischen dem Reservoir und der sauberen
Seite des Siebes hergestellt wird und die verschmutzte Seite
des Siebes mit einem Abflußkanal in Verbindung steht. In die-
ser Stellung erfolgt die Rückspülung des Siebes, ohne den
25 Schmelzehauptstrom zu beeinträchtigen. Nach erfolgter Sieb-
rückspülung wird der Siebbolzen zurück in die Produktions-
stellung des Siebes gefahren.

Andere Bauformen als der zuvor beschriebene Bolzensiebwechs-
30 ler, so zum Beispiel Rückspülsiebwechsler oder Siebwechsler
mit einem Siebrad, sind gleichwertig zu betrachten, da sie im
Prinzip identische Funktionsabläufe aufweisen.

Erfassung des Werkzeugeinlaufdruckes des Fördermediums vorzusehen, welcher über eine Signalleitung mit der Volumensteuervorrichtung bzw. Volumenregelvorrichtung verbunden ist. Die
5 Volumensteuervorrichtung bzw. Volumenregelvorrichtung nimmt aufgrund der Drucksensorsignale eine Einstellung des durch die Fördervorrichtung geförderten Volumenstroms vor. Diese Maßnahme ermöglicht eine weitere Steigerung der Produktivität und die Einhaltung enger Toleranzgrenzen hinsichtlich des Volumenstrom, wie es bereits vorstehend im Zusammenhang mit dem entsprechenden Verfahren erläutert wurde.
10

Um den Volumenstrom bei einem nicht vorhersehbaren oder nicht gleichbleibenden Verlauf des Volumenverlustes aufrechterhalten zu können, ist es von Vorteil, wenn die Volumensteuervorrichtung bzw. Volumenregelvorrichtung einen geschlossenen Regelkreis enthält. Der Regelkreis verwendet insbesondere den Werkzeugeinlaufdruck als Regelgröße und wandelt diese durch die Fördervorrichtung in eine geeignete Stellgröße zur Volumenregelung um. Hierdurch wird gewährleistet, daß insbesondere
15 auch im Verlauf eines Siebwechsels der Volumenstrom konstant gehalten wird.
20

Beim Übergang vom Normalbetrieb (kein Volumenverlust) in den Betrieb mit Volumensteuerung bzw. Volumenregelung, bei dem ein Volumenverlust ausgeglichen wird, sollen möglichst keine Schwankungen des Volumenstroms auftreten. Es ist daher von Vorteil, einen Mittelwertbildner vorzusehen, der während einer vorherbestimmbaren Zeitdauer vor der automatischen Aktivierung
25 der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung den gemessenen momentanen Werkzeugeinlaufdruck mittelt. Der hierbei gewonnene Mittelwert wird bei der sich anschließenden Volumensteuerung bzw. Volumenregelung als Sollwert übernommen. Dies ermöglicht
30

menregelung.

Wie bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren
5 ausgeführt wurde, ist es von Vorteil, als Fördervorrichtung
eine Pumpe und vorzugsweise eine Zahnradpumpe zu verwenden.
Die Pumpe ist im Normalbetrieb der Anlage, wenn kein Vo-
lumenverlust während des Produktionsprozesses zu erwarten ist,
auf eine dem gewünschten Volumenstrom entsprechende konstante
10 Drehzahl einstellbar.

Wie des Weiteren bereits im Zusammenhang mit dem erfindungs-
gemäßen Verfahren ausgeführt wurde, ist es ebenso von Vorteil,
den Druck vor der Fördervorrichtung zu erfassen und zur Ein-
15 stellung der Fördermenge der Zuführeinrichtung heranzuziehen.
Zu diesem Zweck ist vorzugsweise ein zweiter Drucksensor vor-
gesehen.

Um die Betriebssicherheit der kunststoffverarbeitenden Anlage
20 zu erhöhen, ist es des Weiteren zweckmäßig, den Werkzeugein-
laufdruck durch einen ersten Drucksensor zu überwachen. Der
Drucksensor steht mit einer Signaleinrichtung, insbesondere
einer akustischen und/oder optischen Signaleinrichtung, in
Verbindung. Bei einer vorgebbaren Toleranzabweichung des Werk-
25 zeugeinlaufdrucks und/oder einer Fehlbedienung durch die Be-
dienungsperson wird ein Signal ausgelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens
bzw. der erfindungsgemäßen Anlage sind in den Unteransprüchen
30 angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren, die erfindungsgemäße Anlage
sowie weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Anordnungen der
Erfindung werden nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels

und erläutert. Es zeigt:

5 Fig. 1 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen kunststoffverarbeitenden Anlage,

10 Fig. 2 ein Blockdiagramm des Funktionsablaufs für einen Rückspülsiebwechsler mit Eingriff durch die Volumenregelung,

15 Fig. 3 ein Blockdiagramm des Funktionsablaufs für einen Rückspülsiebwechsler mit Eingriff durch die Volumenregelung und mit dynamischer Siebbolzenpositionierung,

20 Fig. 4 ein Blockdiagramm des Funktionsablaufs für einen Siebaustauschwechsler mit Eingriff durch die Volumenregelung und

25 Fig. 5 ein Blockdiagramm des Funktionsablaufs für einen Siebaustauschwechsler mit Eingriff durch die Volumenregelung und mit dynamischer Siebbolzenpositionierung.

30 In Fig. 1 ist eine kunststoffverarbeitende Anlage dargestellt, bei der in Schmelzeflußrichtung der polymeren Schmelze nacheinander eine als Schneckenextruder 10 ausgebildete Zuführeinrichtung, ein Sicherheitsfilter 12, eine als Zahnrادpumpe 14 ausgebildete Fördervorrichtung, eine Filtereinrichtung 16 und ein Werkzeug 18, beispielsweise eine Flachfoliendüse, angeordnet sind.

Der Schneckenextruder 10 weist eine Füllvorrichtung in Form eines Trichters 20 auf, über den das noch aufzuschmelzende

zesses aus einem Kunststoffgranulat besteht, der oder den Schnecken des Schneckenextruders 10 zugeführt wird. Im Schneckenextruder 10 wird das Granulat erhitzt, aufgeschmolzen und in Richtung des Sicherheitsfilters 12 gefördert. Je nach den Eigenschaften des Fördermediums ist eine nicht näher dargestellte Entgasungsvorrichtung im Schneckenzyylinder des Schneckenextruders 10 vorgesehen.

10 Bei der Zahnradpumpe 14 handelt es sich um eine pulsationsarme Zahnradpumpe, die als volumetrisch förderndes Aggregat konstanter Drehzahl einen konstanten Volumenstrom liefert. Die der Pumpe 14 nachgeordnete Filtereinrichtung 16 kann beispielsweise als Rückspül-Siebwechsler und/oder als Siebwechsler für einen Siebaustausch ausgebildet sein. Die Filtereinrichtung 16 ist so ausgestaltet, daß auch während der Rückspülung oder eines Siebaustausches ein ununterbrochener Schmelzestrom zum Werkzeug gefördert wird.

20 Sofern ein Rückspül-Siebwechsler zum Einsatz kommt, kann an diesen ein Reservoir 21 zur Aufnahme gefilterter Schmelze angeschlossen sein, was in Fig. 1 durch gestrichelte Linien angedeutet wurde.

25 Ein erster Drucksensor 22 mißt den Schmelzedruck (beispielsweise 100 bar), der zwischen der Filtereinrichtung 16 und dem Werkzeug 18 herrscht. Ein zweiter Drucksensor 24 mißt den Schmelzedruck (beispielsweise 30 bis 50 bar), der zwischen dem Sicherheitsfilter 12 und der Zahnradpumpe 14 herrscht. Ein dritter Drucksensor 26 mißt den Schmelzedruck (beispielsweise 140 bar), der zwischen der Zahnradpumpe 14 und der Filtereinrichtung 16 herrscht. Ein vierter Drucksensor 28 mißt den Schmelzedruck (beispielsweise 50 bar), der zwischen dem Schneckenextruder 10 und dem Sicherheitsfilter 12 herrscht.

Die Drucksignale der vier Drucksensoren 22, 24, 26, 28 werden an eine Extruder-Steuereinheit 30 übertragen. Die Extruder-Steuereinheit 30 steuert den Schneckenextruder 10 und die Zahnradpumpe 14. Über ein Extruder-Bedienfeld 32, welches mit der Extruder-Steuereinheit 30 in Verbindung steht, kann eine Bedienungsperson Steuersignale vorgeben, um den Betrieb des Schneckenextruders 10 und der Zahnradpumpe 14 zu beeinflussen, um beispielsweise deren Drehzahl und damit deren Fördermenge vorzugeben.

Für den Normalbetrieb, bei dem kein Siebaustausch und auch keine Siebrückspülung erfolgt, stellt die Bedienungsperson einen konstanten Schmelze- oder Volumenstrom ein. Wegen der Verwendung der Zahnradpumpe 14 ist die Pumpendrehzahl im wesentlichen proportional zum geförderten Schmelzedurchsatz durch die Anlage. Zur Konstanthaltung des Volumenstroms stellt die Bedienungsperson daher über das Extruder-Bedienfeld 32 eine Solldrehzahl für die Zahnradpumpe 14 ein. Die Extruder-Steuereinheit 30 gibt entsprechende Signale an eine Pumpensteuerung 34 ab, welche den Antrieb 36 der Zahnradpumpe 14 ansteuert, um die Drehzahl der Zahnradpumpe 14 bei der vorgegebenen Solldrehzahl konstant zu halten (Drehzahlregelung). Wegen der konstant gehaltenen Drehzahl liefert die Zahnradpumpe 14 einen konstanten Volumenstrom, was die geforderte Produktqualität sicherstellt. Der dritte Drucksensor 26, der den Schmelzefluß am Ausgang der Zahnradpumpe 14 erfaßt, dient als Kontrollorgan, um Störungen zu melden.

Der Einlaufdruck der Zahnradpumpe 14 wird durch den zweiten Drucksensor 24 erfaßt. Die Extruder-Steuereinheit 30 regelt die Drehzahl des Schneckenextruder 10 derart, daß der Einlaufdruck der Zahnradpumpe 14 konstant gehalten wird. Diese Regelung kann in allen nachfolgend beschriebenen Betriebsweisen

Schneckenextruders 10 an die Drehzahl der Zahnradpumpe 14 angepasst, und reagiert bei Änderungen der Zahnradpumpendrehzahl auf einen dadurch hervorgerufenen größeren oder kleineren
5 Schmelzebedarf.

Eine Siebwechsel-Steuereinheit 38 steuert automatisch den Siebwechsel (Siebaustausch oder Siebrückspülung). Über ein Siebwechsel-Bedienungsfeld 40 kann die Bedienungsperson den
10 Siebwechsel beeinflussen, um beispielsweise einen Siebwechsel auszulösen, den Siebwechsel abubrechen oder einen Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung 16 einzustellen, bei dem ein Siebwechsel automatisch ausgelöst wird.

15 Bei einem Siebwechsel kommunizieren die Siebwechsler-Steuereinheit 38 und die Extruder-Steuereinheit 30 über die Datenleitung 42 miteinander. Die Kommunikation dient vor allem dazu, zwischen einer Drehzahlregelung der Zahnradpumpe 14 und einer Volumenregelung 39 der Zahnradpumpe 14 umzusteuern.

20 Im Folgenden werden anhand der Figuren 2 bis 5 verschiedene Funktionsabläufe für einen Rückspülsiebwechsler und einen Siebaustauschwechsler beschrieben. Dabei werden für gleiche Schritte die selben Bezugszeichen verwendet.

25 Anhand der Fig. 2 wird ein vollautomatischer Ablauf einer Schrittkette "Rückspülen" erläutert, bei der ein Eingriff durch die Volumenregelung 39 erfolgt. Als Filtereinrichtung 16 kann dabei beispielsweise eine Vorrichtung verwendet werden,
30 wie sie in EP 0 798 098 B1 beschrieben wurde.

Gemäß Fig. 2 läuft im Steuerprogramm eine Schrittkette ab. Zunächst steht kein Siebwechsel an und die Zahnradpumpe 14 wird wie beschrieben drehzahl geregelt. In Schritt 100 wird geprüft,

Startbedingung kann beispielsweise eine manuelle Anwahl durch die Bedienungsperson, ein Überschreiten eines voreingestellten Siebvordrucks, ein Überschreiten eines Differenzdruckschwellwertes oder ein Überschreiten eines Zeitlimits dienen. Der Differenzdruck wird dabei aus den Meßwerten des ersten und dritten Drucksensors 22, 26 ermittelt. Er steigt mit dem Verschmutzungsgrad der Siebe der Filtereinrichtung 16.

10 Bei Vorliegen einer Startbedingung wird in Schritt 110 das Hydraulikaggregat des Siebwechslers gestartet.

In Schritt 120 wird dasjenige Sieb bzw. diejenige Rückspülöffnung ausgewählt, mit der die Rückspülung begonnen wird. Für den Fall, daß die Filtereinrichtung 16 zwei hydraulisch verschiebbare Kolben mit jeweils zwei Sieben aufweist, ist für jedes der vier Siebe eine Rückspülöffnung vorhanden. Bei dem Rückspülprozeß werden nacheinander alle Siebe in einer bestimmten Reihenfolge rückgespült. Ein Rückspülprozeß wird vorzugsweise mit dem Sieb begonnen, daß an zweiter Stelle nach dem in einem vorherigen Rückspülprozeß zuletzt gespülten Siebes folgt. Das bedeutet, daß das Sieb, mit dem der Rückspülprozeß begonnen werden sollte, sofern man die Reihenfolge strikt einhält, zunächst übersprungen wird und als letztes rückgespült wird. Hierdurch wird erreicht, daß Ungenauigkeiten im Spüleffekt nach Ablauf diverser Zyklen ausgeglichen werden.

Infolge des nachfolgenden Schritts 130 wird der Kolben, der das rückzuspülende Sieb trägt, nicht sofort in die Rückspülstellung gefahren. Er wird zunächst in eine Stellung verfahren, bei welcher der das rückzuspülende Sieb aufnehmende Verbindungskanalbereich gerade noch nicht mit dem zugehörigen Abflußkanal kommuniziert. Die Siebwechsler-Steuereinheit 38 führt nun eine Mittelwertbildung des durch den ersten Druck-

aktiviert den Volumenregler. Die Extruder-Steuereinheit 30
übernimmt den ermittelten Druckregelwert und addiert diesen
Wert der Regelung der Zahnradpumpe 14 zu. Durch die
5 Mittelwertbildung erfolgt eine Angleichung der beiden Regel-
arten, so daß ein stoßfreier Übergang erfolgt. Bei der Volu-
menregelung wird der vom Drucksensor 22 erfaßte Druck als Re-
gelgröße und die Zahnradpumpe 14 als Stellgröße verwendet.
Dies hat zur Folge, daß der Druck des ersten Drucksensors 22
10 konstant gehalten wird.

Wie bereits erwähnt, ist im normalen Betrieb, d.h. dann, wenn
keine Siebrückspülung erfolgt, die Drehzahl der Zahnradpumpe
14 ein Maß für den jeweiligen Anlagendurchsatz bzw. Volumen-
15 strom an polymerer Schmelze. Es obliegt der Bedienungsperson,
einen Drehzahlsollwert festzulegen und einzustellen. Während
der Siebrückspülung erfolgt kurzzeitig eine Umschaltung der
Zahnradpumpensteuerung von der Drehzahlregelung auf eine Volu-
menregelung. Bei der Volumenregelung wird aus dem Druckwert
20 des Drucksensors 22 ein geeigneter Drehzahlwert gebildet. Zu
Beginn der Umschaltung wird der aus dem Druckwert gebildete
Drehzahlwert an den zuvor herrschenden, "alten" Drehzahl-
sollwert derart angeglichen, daß beim Übergang zwischen den
beiden Regelarten ein stoßfreier Übergang erfolgt. Treten in
25 Folge des Siebrückspülens Volumenverluste auf, so ändert sich
der durch den Drucksensor 22 gemessene Druck und damit auch
der zugehörige Drehzahlsollwert. Der Wert der Drehzahländerung
wird auf den "alten" Drehzahlsollwert aufsummiert (Addierwert)
und der Addierwert wird als aktueller Drehzahlsollwert für die
30 Volumenregelung verwendet.

In Schritt 140 wird ein Überwachungsalgorithmus aktiviert, der
prüft, ob ein Abbruchkriterium vorliegt, welches eine Unter-
brechung der Rückspülung erfordert. Ein Abbruchkriterium liegt

der Zahnradpumpe 14 ändert, um beispielsweise die Schmelze-
flußmenge zu verändern. Ein solcher Eingriff hätte jedoch zur
Folge, daß sich auch die vom ersten Drucksensor gewonnenen Re-
5 gelgröße ändert. Die Volumenregelung arbeitet folglich bei ei-
ner Änderung der Solldrehzahl nicht mehr fehlerfrei. Stellt
der Überwachungsalgorithmus während des Eingriffs der Volumen-
regelung 39 das Vorliegen eines Abbruchkriteriums fest, so
wird nach Möglichkeit der Regeleingriff gesteuert abgebrochen
10 und der Siebwechsler in seine normale Produktionsstellung ge-
fahren. Nach Ablauf einer Wartezeit, während der keine weitere
Änderung erfolgt, wird der Vorgang erneut mit Schritt 100 ge-
startet. Alternativ oder zusätzlich kann auch ein Warnsignal
an die Bedienungsperson ausgegeben werden, so daß diese von
15 Hand den Siebwechselfvorgang beenden kann.

Nachdem ein stoßfreier Übergang von der Drehzahlregelung auf
die Volumenregelung sichergestellt ist und kein Abbruchkrite-
rium festgestellt wurde, wird durch Schritt 150 der Siebbolzen
20 in seine vorprogrammierte Rückspülstellung gefahren. Auftre-
tende Druckänderungen, die durch den Volumenverlust beim Rück-
spülen am ersten Drucksensor 22 auftreten, werden durch die
Siebwechsler-Steuereinheit 38 in Kombination mit der Extruder-
Steuereinheit 30 ausgeregelt.

25 Schritt 160 legt eine programmierbare Rückspülzeit fest.

Nach Ablauf der Rückspülzeit des Schritts 160 wird infolge des
Schritts 170 der Siebbolzen in seine normale Produktionsstel-
30 lung zurückgefahren. Der Volumenregler schließt automatisch,
sobald kein Volumenverlust nach dem Schließen der Rückspülöff-
nung mehr auftritt. Nach der Deaktivierung des Volumenreglers
wird die Drehzahlregelung aktiviert. Dabei wird die Pumpendreh-
zahl wieder auf die "alte" Solldrehzahl eingestellt, weil der

Verwendung des Addierwertes kann sichergestellt werden, daß nach Beendigung des Volumenregeleingriffs die "alte" Solldrehzahl wieder anliegt. Somit kann garantiert werden, daß der Anlagendurchsatz vor und nach der Siebrückspülung gleichbleibt und durch den Volumenregeleingriff nicht dauerhaft und unerwünscht verändert wird.

Schritt 180 startet eine festprogrammierbare Wartezeit, während der sich der Produktionsprozeß beruhigen kann.

Schritt 190 führt den Algorithmus zu Schritt 100 zurück und startet den Rückspülvorgang für das nächste Sieb bis alle Siebe der Filtereinrichtung 16 rückgespült sind. Nach erfolgreichem Ablauf für alle Rückspülvorgänge wird die Bereitschaft für einen erneuten Start des Rückspülvorgangs aktiviert.

Fig. 3 zeigt einen vollautomatischen Funktionsablauf einer Schrittkette "Rückspülen" für einen Rückspülsiebwechsler, bei welchem ein Eingriff durch die Volumenregelung 39 und zusätzlich eine dynamische Siebbolzenpositionierung erfolgt.

Die Schritte 100, 110, 120, 130, 140, 160, 170, 180 und 190 des in Fig. 3 dargestellten Funktionsablaufs entsprechen den anhand der Fig. 2 erläuterten Schritten 100, 110, 120, 130, 140, 160, 170, 180 und 190 und werden hier nicht erneut abgehandelt. Der Funktionsablauf der Fig. 3 weicht jedoch von dem Schritt 150 der Fig. 2 ab. Der unterschiedliche Schritt wird in Fig. 3 mit Schritt 151 bezeichnet und im folgenden erläutert.

Nachdem ein stoßfreier Übergang von der Drehzahlregelung auf die Volumenregelung sichergestellt ist und kein Abbruchkriterium festgestellt wurde, wird durch Schritt 151 der Siebbolzen

der Siebbolzen jedoch nicht sofort in seine Position verfahren, in welcher der Verbindungskanalbereich, der das rückzuspülende Sieb aufnimmt, den zugehörigen Abflußkanal voll überdeckt (maximale Rückspülstellung, Sicherheitsendschalter), wie es bei Schritt 150 der Fig. 2 der Fall ist. Vielmehr wird der Siebbolzen dynamisch gesteuert in seine unter den herrschenden Produktionsbedingungen maximale Rückspülstellung gefahren. Dabei werden auftretende Druckänderungen, die durch den Volumenverlust beim Rückspülen am ersten Drucksensor 22 auftreten, durch die Siebwechsler-Steuereinheit 38 ausgeregelt. Bei Erreichen eines vorgewählten Schwellwertes des Regelausgangs wird die Siebbolzenbewegung gestoppt. Hierdurch wird erreicht, daß die Positionierung des Siebbolzens immer nach den Möglichkeiten der Prozeßkomponenten stattfindet. Dies ermöglicht einen gesteuerten Abfluß an Rückspülmenge, der die Zahnradpumpenleistung nicht überfordert. Durch diese Maßnahmen werden Variationen im Prozeß, wie z. B. wechselnde Drücke, Temperaturen und Viskositäten kompensiert. Zusätzlich wird immer der maximal mögliche Spüleffekt erreicht, da die Rückspülmenge unter den jeweils herrschenden Bedingungen maximiert wird. Die dynamisch gesteuerte Einstellung der Siebwechslerpositionen wird erheblich vereinfacht bei gleichzeitig verbesserter Qualität der Positionierung in Bezug auf die Effektivität bei der Erfüllung der Aufgabe.

Fig. 4 zeigt einen vollautomatischen Funktionsablauf einer Schrittkette "Siebwechseln" für einen Siebaustauschwechsler, bei welchem ein Eingriff durch die Volumenregelung 39 erfolgt.

Der Schritt 200 entspricht im wesentlichen dem Schritt 100 der Fig. 2. Es ist jedoch hier zu beachten, daß der Wechsel der Siebe einen durch die Steuerung unterstützten manuellen Ein-

nen Bedienereingriff gestartet wird.

Bei Vorliegen einer Startbedingung wird in Schritt 210 das Hy-
5 draulikaggregat des Siebwechslers gestartet.

Schritt 220 fährt den Siebbolzen in eine vorprogrammierte
Siebwechselstellung. Je nach Bauart des Siebwechslers sind
mindestens zwei Siebe vorhanden. Die Reihenfolge sowie Art und
10 Weise des Siebwechsels ist von dieser Bauart abhängig und
hier nicht von Belang. Wichtig ist hier lediglich, daß die
Siebaufnahme (Kavität) nach außen gefahren wird, damit sie zu-
gänglich wird und die Siebe ausgewechselt werden können. Bei
Siebwechslern mit vier Kavitäten können gleichzeitig zwei Ka-
15 vitäten in von Außen zugängliche Stellungen gefahren werden,
um den Eingriff des Siebwechsels effektiver zu gestalten. Als
Siebaustauschwechsler kommt beispielsweise eine Filtereinrich-
tung in Betracht, wie sie in der DE 35 27 173 C1 beschrieben
ist.

20

Wenn die Siebwechselstellung erreicht ist, reinigt die Bedie-
nungsperson die von außen zugänglichen Siebkavitäten und
tauscht die Siebe aus. Nach Beendigung dieser Tätigkeit wird
gemäß Schritt 230 das Wiedereinfahren des Siebbolzens durch
25 die Bedienungsperson gestartet.

Infolge des nachfolgenden Schritts 240 wird der Kolben, der
das ausgetauschte Sieb trägt, nicht sofort in seine normale
Produktionsstellung gefahren. Dies hätte nämlich zur Folge,
30 daß Lufteinschlüsse in der Kavität zum Werkzeug gelangen könn-
ten und den Produktionsprozeß stören. Vielmehr wird der Sieb-
bolzen in eine oder mehrere Entlüftungspositionen gefahren, in
welcher die Kavitäten entlüftet werden. Hierbei tritt ein Vo-
lumenverlust auf, der durch die Volumenregelung ausgeglichen

Entlüftungsposition erreicht hat. Die Siebwechsler-Steuerein-
heit 38 übernimmt den momentanen Wert des Drucksensors 22 und
bildet daraus den Sollwert der Volumenregelung. Die Extruder-
5 Steuereinheit 30 addiert den ermittelten Volumensteuerwert auf
den vorhandenen Drehzahlsollwert der Zahnradpumpe 14 auf und
gibt diesen als neuen Sollwert an die Zahnradpumpe 14 weiter.
Somit ist die Drehzahlregelung auf Volumenregelung umgeschal-
tet. Durch die Mittelwertbildung erfolgt eine Angleichung der
10 beiden Regelarten, so daß ein stoßfreier Übergang erfolgt. Bei
der Volumenregelung wird der durch den Drucksensor 22 erfaßte
Druck als Regelgröße verwendet und die Drehzahl der Zahnrad-
pumpe 14 laufend so angepaßt, daß der Druck des ersten Druck-
sensors 22 konstant gehalten wird. Die Zahnradpumpe 14 bildet
15 somit die Stellgröße für die Volumenregelung.

Wie bereits erwähnt, ist im normalen Betrieb, d.h. dann, wenn
kein Siebaustausch erfolgt, die Drehzahl der Zahnradpumpe 14
ein Maß für den Anlagendurchsatz bzw. Volumenstrom. Es obliegt
20 der Bedienungsperson, einen Drehzahlsollwert festzulegen und
einzustellen. Während des Siebaustauschs erfolgt kurzzeitig
eine Umschaltung der Zahnradpumpensteuerung von der Drehzahl-
regelung auf eine Volumenregelung. Bei der Volumenregelung
wird aus dem Druckwert des Drucksensors 22 ein geeigneter
25 Drehzahlwert gebildet. Zu Beginn der Umschaltung wird der aus
dem Druckwert gebildete Drehzahlwert an den zuvor herrschen-
den, "alten" Drehzahlsollwert per Mittelwertrechnung derart
 angeglichen, daß beim Übergang zwischen den beiden Regelarten
ein stoßfreier Übergang erfolgt. Treten in Folge des Siebaus-
30 tauschs Volumenverluste auf, so ändert sich der durch den
Drucksensor 22 gemessene Druck und damit auch der zugehörige
Drehzahlsollwert. Der Wert der Drehzahländerung wird auf den
"alten" Drehzahlsollwert aufsummiert (Addierwert) und der

menregelung verwendet.

Nachdem ein stoßfreier Übergang von der Drehzahlregelung auf
5 die Volumenregelung sichergestellt ist, wird durch Schritt 250
der Siebbolzen in seine vorprogrammierte Entlüftungsstellung
gefahren. In die Siebkavitäten einfließende Schmelze erzeugt
einen Druckabfall am ersten Drucksensor 22, welcher durch die
Volumenregelung der Pumpendrehzahl kompensiert wird.

10

Nach Beendigung der Entlüftung bzw. der Befüllung der Sieb-
kavitäten mit polymerer Schmelze wird der Siebbolzen gemäß
Schritt 260 in seine Produktionsstellung zurückgefahren. Bevor
er diese erreicht, tritt kein Volumenverlust mehr auf und muß
15 auch dementsprechend nicht ausgeglichen werden. Der Volumen-
regler schließt automatisch. Nach der Deaktivierung des Volu-
menreglers wird die Drehzahlregelung aktiviert. Dabei wird die
Pumpendrehzahl wieder auf die "alte" Solldrehzahl eingestellt,
weil der zuvor genannte Addierwert jetzt wieder Null ist.

20

Durch die Verwendung des Addierwertes kann sichergestellt wer-
den, daß nach Beendigung des Volumenregeleingriffs die "alte"
Solldrehzahl wieder anliegt. Somit kann garantiert werden, daß
der Anlagendurchsatzwert an polymerer Schmelze vor und nach
dem Siebaustausch gleichbleibt und durch den Volumenregelein-
25 griff nicht dauerhaft verändert wird.

Schritt 270 startet eine festprogrammierbare Wartezeit, wäh-
rend der sich der Produktionsprozeß stabilisieren bzw. beruhi-
gen kann.

30

Schritt 190 führt den Algorithmus zu Schritt 200 zurück und
startet den Siebwechselfvorgang für einen zweiten und weitere
Siebbolzen, sofern vorhanden.

Schrittfolge "Siebwechseln" für einen Siebaustauschwechslер, bei welchem ein Eingriff durch die Volumenregelung 39 und zusätzlich eine dynamische Siebbolzenpositionierung erfolgt.

5

Die Schritte 200, 210, 220, 230 und 240 des in Fig. 5 dargestellten Funktionsablaufs entsprechen den anhand der Fig. 4 erläuterten Schritten 200, 210, 220, 230 und 240 und werden hier nicht erneut abgehandelt. Der Funktionsablauf der Fig. 5 weicht jedoch von dem Schritt 250 der Fig. 4 ab. Der unterschiedliche Schritt wird in Fig. 5 mit Schritt 251 bezeichnet und im folgenden erläutert.

Nachdem ein stoßfreier Übergang von der Drehzahlregelung auf die Volumenregelung sichergestellt ist, wird durch Schritt 251 der Siebbolzen in Richtung seiner vorprogrammierten Entlüftungsstellung gefahren. Dabei wird der Siebbolzen jedoch nicht sofort in seine Position verfahren, in welcher eine maximale Verbindung zwischen der Siebkavität und der Umgebung hergestellt wird, wie es bei Schritt 250 der Fig. 4 der Fall ist. Vielmehr wird der Siebbolzen dynamisch gesteuert in seine unter den herrschenden Produktionsbedingungen maximale Entlüftungsstellung gefahren. Dabei werden auftretende Druckänderungen, die durch den Volumenverlust beim Entlüften bzw. Befüllen der Kavität am ersten Drucksensor 22 auftreten, durch die Siebwechslер-Steuereinheit 38 ausgeregelt. Bei Erreichen eines vorgewählten Schwellwertes des Regelausgangs wird die Siebbolzenbewegung gestoppt. Hierdurch wird erreicht, daß die Positionierung des Siebbolzens immer nach den Möglichkeiten der Prozeßkomponenten stattfindet. Dies ermöglicht einen gesteuerten Abfluß an Schmelze, der die Zahnradpumpenleistung nicht überfordert. Durch diese Maßnahmen werden Variationen im Prozeß, wie z. B. wechselnde Drücke, Temperaturen und Viskositäten kompensiert. Zusätzlich wird immer die minimal mögliche

30

herrschenden Bedingungen maximiert wird. Die dynamisch gesteuerte Einstellung der Siebwechslerspositionen wird erheblich vereinfacht bei gleichzeitig verbesserter Qualität der Positionierung in Bezug auf die Effektivität bei der Erfüllung der Aufgabe.

Nach Beendigung der Entlüftung bzw. Befüllung der Siebkavität wird der Siebbolzen gemäß Schritt 260 in seine Produktionsstellung gefahren. Bevor er diese erreicht, schließt der Volumenregler automatisch, da kein Volumenverlust mehr auftritt und auszugleichen ist. Der Volumenregler wird deaktiviert und die Drehzahlregelung wird aktiviert. Dabei wird die Pumpendrehzahl wieder auf das "alte" Niveau eingestellt, da der zuvor genannte Addierwert Null ist.

Schritt 270 startet eine festprogrammierbare Wartezeit, während der sich der Produktionsprozeß stabilisieren bzw. beruhigen kann.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Steuerung einer kunststoffverarbeitenden Anlage, wobei die Anlage wenigstens eine Zuführeinrichtung für eine polymere Schmelze, insbesondere einen Extruder (10), eine Fördervorrichtung, insbesondere eine Schmelzepumpe (14), eine Filtereinrichtung (16) und ein Werkzeug (18) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Volumenänderung der polymeren Schmelze zwischen der Zuführeinrichtung (10) und dem Werkzeug (18) eine Volumensteuerung oder Volumenregelung aktiviert wird, welche die Fördervorrichtung (14) beeinflusst, um die Volumenänderung auszugleichen.
10
 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß hinsichtlich der Förderrichtung die Filtereinrichtung (16) der Fördervorrichtung (14) nachgeordnet ist.
15
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (16) einen Siebwechsler, insbesondere für einen Siebaustausch oder das Siebrückspülen, enthält, der derart ausgebildet ist, daß beim Siebwechseln ein Volumenverlust auftritt.
20
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugeinlaufdruck der polymeren Schmelze erfaßt und zur Einstellung des durch die
25
- 30

gezogen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
5 gekennzeichnet, daß der Werkzeugeinlaufdruck als Regelgröße verwendet wird, welche durch die Fördervorrichtung (14) in eine geeignete Stellgröße zur Volumenregelung umgewandelt wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung aktiviert, insbesondere automatisch aktiviert wird, sofern durch einen Eingriff in den Produktionsprozeß ein Volumenverlust erzeugt wird.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierung der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung in Abhängigkeit eines Siebwechselprozesses, insbesondere eines automatisch ablaufenden
20 Siebaustausches oder Siebrückspülens, erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Siebwechselprozeß, insbesondere in den automatisch ablaufenden Siebwechselprozeß,
25 eingegriffen wird, wobei der Siebwechselprozeß kurz bevor ein Volumenverlust zu erwarten ist für eine vorbestimmte Zeitdauer angehalten wird, und daß innerhalb dieser Zeitdauer die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung aktiviert wird.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (16) einen Rückspülsiebwechsler enthält, an den ein Reservoir (21) zur Aufnahme gefilterter Schmelze angeschlossen ist, und

der Rückspülvorgang einsetzt das Reservoir (21) mit Schmelze gefüllt wird, welche für den nachfolgenden Rückspülvorgang verwendet wird.

5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß während einer vorherbestimmbaren Zeitdauer vor dem Ingangsetzen der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung der momentane Werkzeugeinlaufdruck ermittelt wird und durch Mittelwertbildung stoßfrei als Sollwert bei der hierauf folgenden Volumensteuerung bzw. Volumenregelung übernommen wird.

10

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumensteuerung bzw. Volumenregelung automatisch deaktiviert wird, sofern ein Eingriff in den Produktionsprozeß, durch den ein Volumenverlust erzeugt wird, beendet ist.

15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß beim Deaktivieren der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung ein Regler für die Fördervorrichtung stoßfrei geschlossen wird, indem eine Übergabe an einen vor der Aktivierung vorhandenen Drehzahlregler der Fördervorrichtung (14) erfolgt.

20

25

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in einem normalen Produktionsprozeß, bei dem kein Volumenverlust zu erwarten ist, die Fördervorrichtung (14) bei einem konstanten Fördervolumen betrieben wird.

30

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung einer als Fördervorrich-

der Anlage, wenn kein Volumenverlust während des Produktionsprozesses zu erwarten ist, auf eine dem gewünschten Volumenstrom entsprechende konstante Drehzahl eingestellt wird.

5

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Druck vor der Fördervorrichtung (14) erfaßt und zur Einstellung der Fördermenge der Zuführeinrichtung (10) herangezogen wird.

10

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugeinlaufdruck gemessen wird und bei einer vorgebbaren Toleranzabweichung des Werkzeugeinlaufdrucks ein Signal ausgelöst wird.

15

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Eingriff durch die Bedienungsperson während eines Rückspülvorganges der Vorgang automatisch gestoppt und gegebenenfalls die Volumenregelung beendet wird.

20

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei aktivierter Volumensteuerung bzw. Volumenregelung die Positionierung der Filtereinrichtung (16), insbesondere eines Siebbolzens, in Abhängigkeit der Öffnung des Volumenreglers vorgenommen wird.

25

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Filteranordnung einen Siebbolzen enthält, der zum Zweck der Entlüftung von Siebkavitäten und gegebenenfalls des Rückspülens nach einem vorgebbaren Programm automatisch in vorbestimmbare Positionen verfahren wird.

30

20. Kunststoffverarbeitende Anlage, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 19, mit wenigstens einer Zuführeinrichtung für eine polymere Schmelze, insbesondere einem Extruder (10), einer Fördervorrichtung, insbesondere einer Schmelzepumpe (14), einer Filtereinrichtung (16) und einem Werkzeug (18), dadurch gekennzeichnet, daß eine Volumensteuervorrichtung oder eine Volumenregelvorrichtung (39), welche bei einer zwischen der Zuführeinrichtung (10) und dem Werkzeug (18) auftretenden Volumenänderung der polymeren Schmelze aktivierbar ist, vorgesehen ist, wobei die Volumensteuervorrichtung bzw. die Volumenregelvorrichtung (39) mit der Fördervorrichtung (14) in Verbindung steht und diese beeinflußt, um eine Volumensteuerung bzw. eine Volumenregelung vorzunehmen, welche die Fördermenge einstellt und die Volumenänderung ausgleicht.
21. Anlage nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß hinsichtlich der Förderrichtung die Filtereinrichtung (16) der Fördervorrichtung (14) nachgeordnet ist.
22. Anlage nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (16) einen Siebwechsler enthält, der beim Siebwechseln einen Volumenverlust verursacht.
23. Anlage nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (16) einen Siebwechsler, insbesondere einen Rückspülsiebwechsler, enthält, an den ein Reservoir (21) zur Aufnahme gefilterter Schmelze angeschlossen ist.

gekennzeichnet, daß ein erster Drucksensor (22) zur Erfassung des Werkzeugeinlaufdrucks vorgesehen ist und daß der erste Drucksensor (22) über eine Signalleitung mit einer Extruder-Steuereinheit (30) verbunden ist, wobei eine Siebwechsel-Steuereinheit (38) aufgrund der Drucksensorsignale über eine Kommunikationsleitung (42) eine Einstellung des durch die Fördervorrichtung (14) geförderten Volumenstroms vornimmt.

10

25. Anlage nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumensteuervorrichtung bzw. Volumenregelvorrichtung (39) einen geschlossenen Regelkreis enthält, welcher den Werkzeugeinlaufdruck als Regelgröße verwendet und diese durch die Fördervorrichtung (14) in eine geeignete Stellgröße zur Volumenregelung umwandelt.

15

26. Anlage nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mittelwertbildner vorgesehen ist, der während einer vorherbestimmbaren Zeitdauer vor der automatischen Aktivierung der Volumensteuerung bzw. Volumenregelung den erfaßten momentanen Werkzeugeinlaufdruck per Mittelwertbildung angleicht, wobei der Mittelwert als Sollwert bei der sich hieran anschließenden Volumensteuerung bzw. Volumenregelung stoßfrei übernommen wird.

20

25

27. Anlage nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß als Fördervorrichtung eine Pumpe (14) vorgesehen ist, die im Normalbetrieb der Anlage, wenn kein Volumenverlust während des Produktionsprozesses zu erwarten ist, auf eine dem gewünschten Volumenstrom entsprechende konstante Drehzahl einstellbar ist.

30

gekennzeichnet, daß ein zweiter Drucksensor (24) vorgesehen ist, der den Druck vor der Fördervorrichtung (14) erfaßt, wobei das Drucksignal zur Einstellung der Fördermenge der Zuführeinrichtung (10) herangezogen wird.

5

29. Anlage nach einem der Ansprüche 20 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Drucksensor (22), der den Werkzeugeinlaufdruck mißt, und eine Signaleinrichtung vorgesehen sind, und daß bei einer vorgebbaren Toleranzabweichung des Werkzeugeinlaufdrucks und/oder einer Fehlbedienung ein Signal ausgelöst wird.

10

15

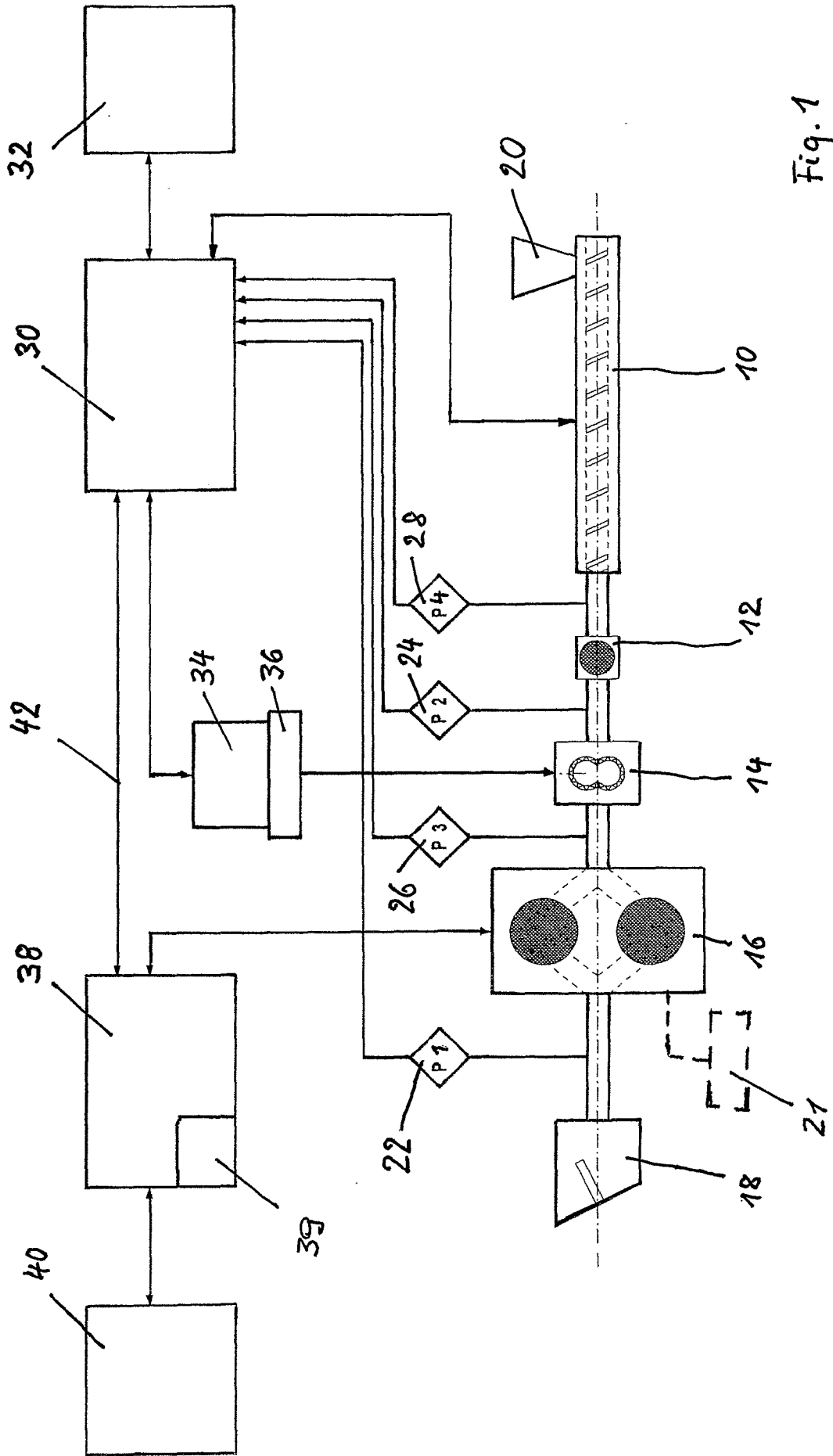


Fig. 1

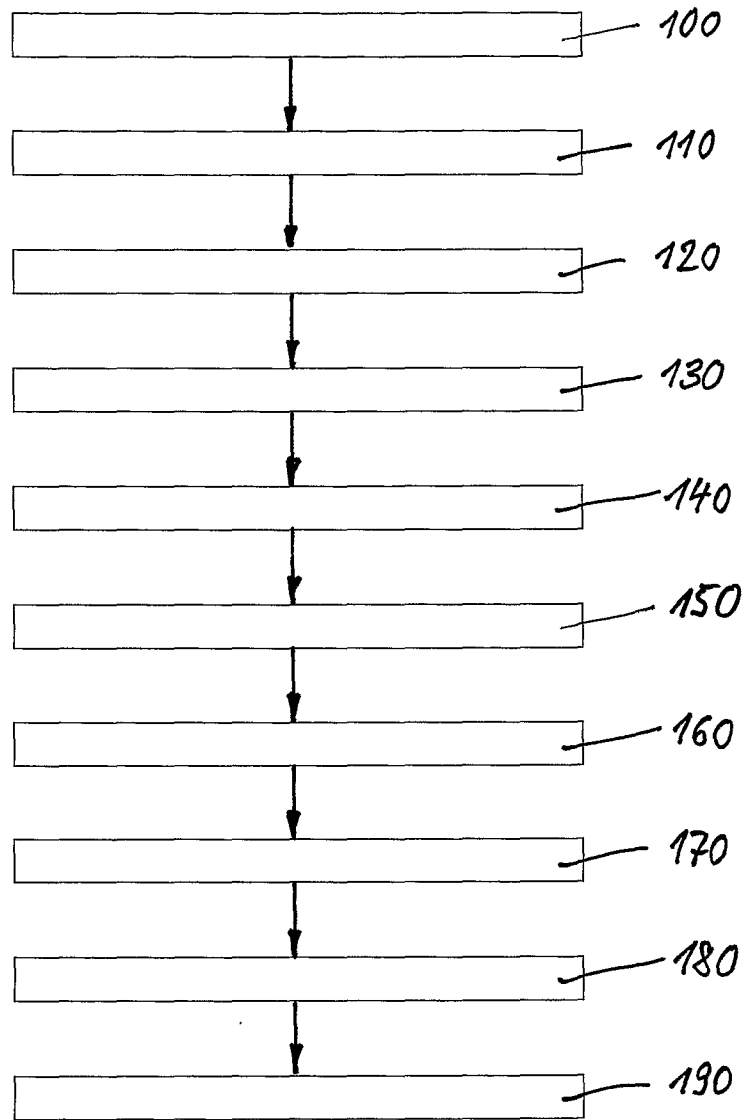


Fig. 2

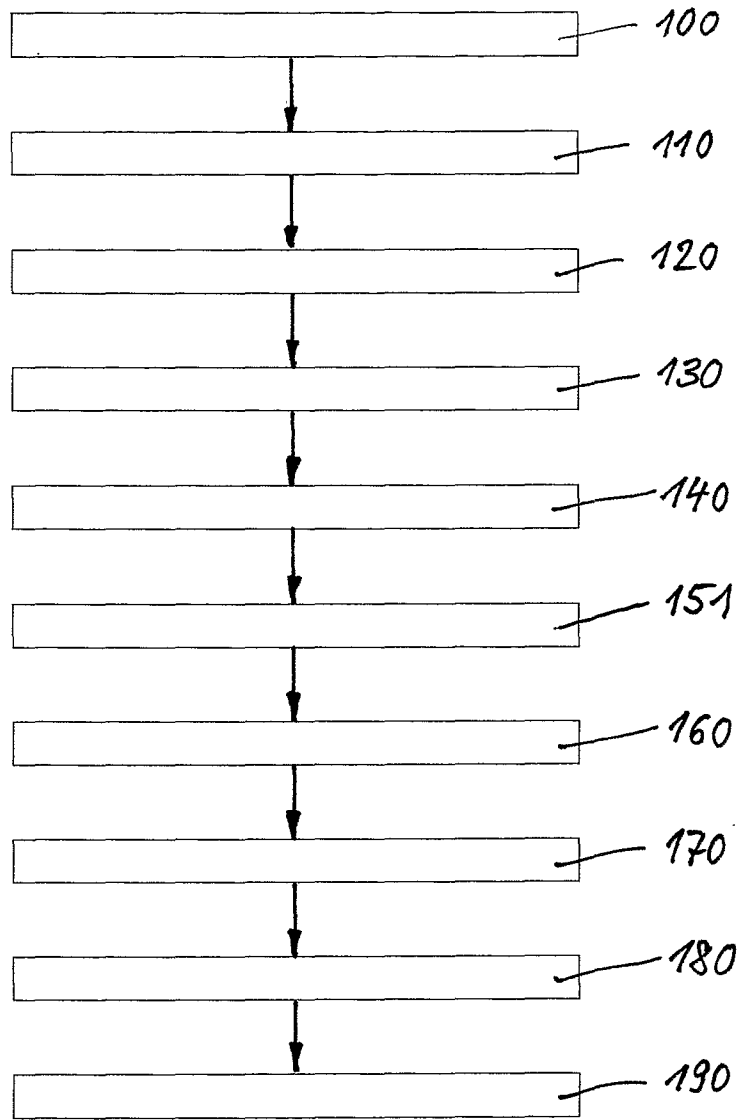


Fig. 3

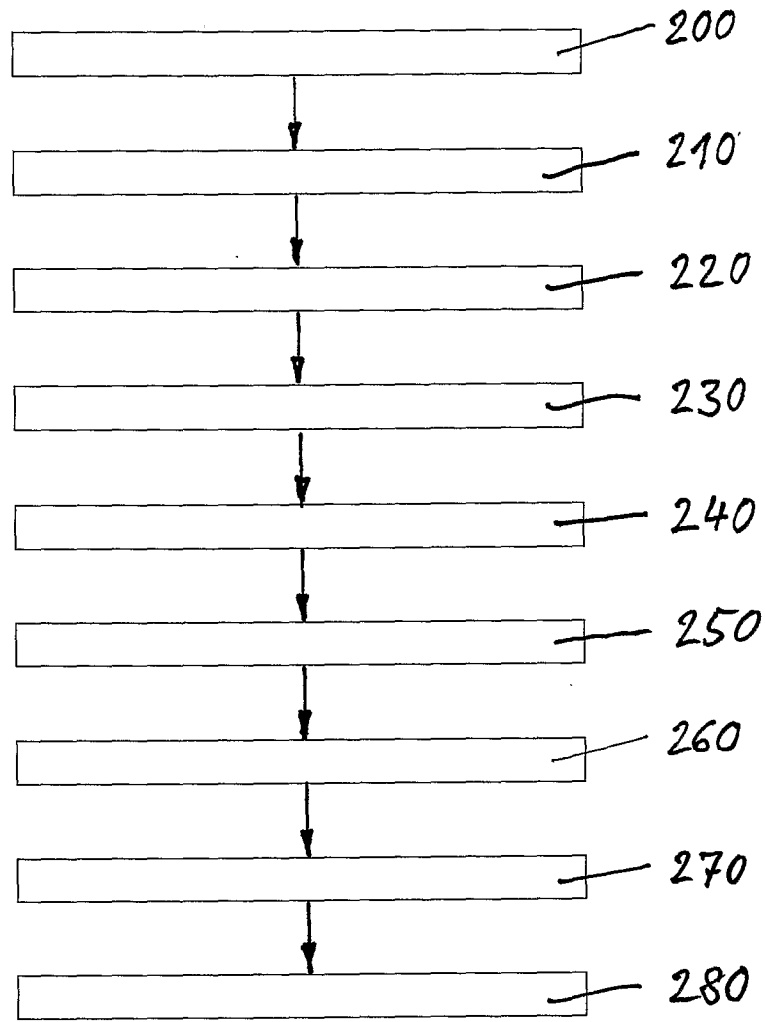


Fig. 4

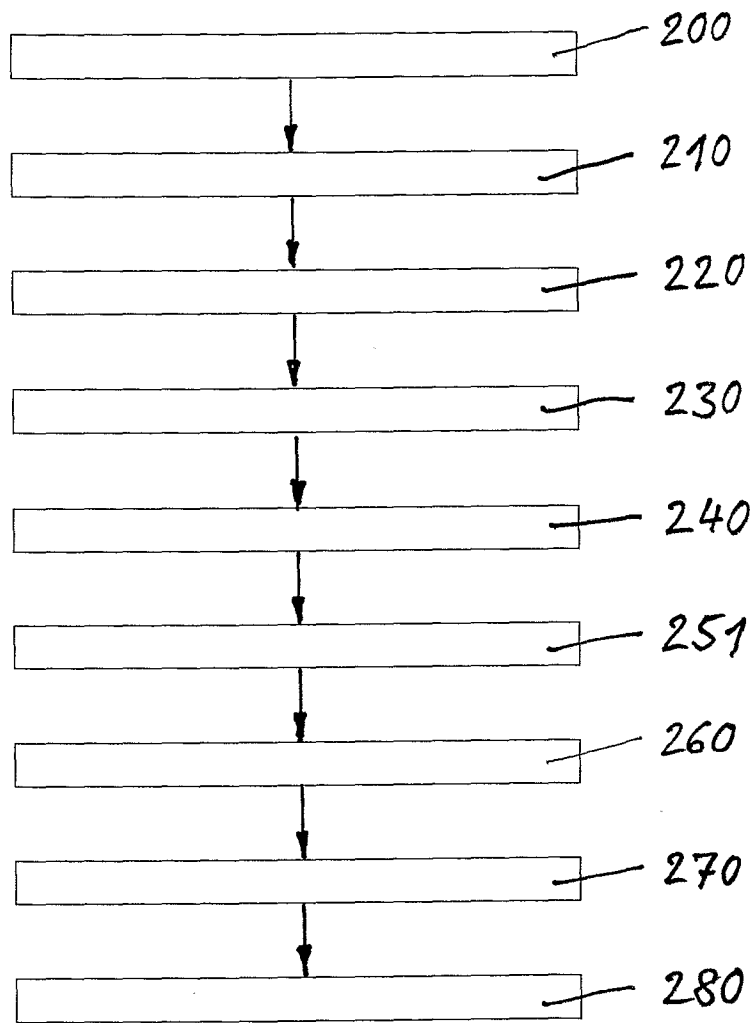


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000220

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 417 856 A (BACHER HELMUT [AT] ET AL) 23 May 1995 (1995-05-23) column 1, line 66 - column 2, line 61 column 4, line 25 - line 32 claims 1,7; figures -----	9-19, 23-29
X	EP 1 208 956 A1 (MAAG PUMP SYSTEMS AG [CH]) 29 May 2002 (2002-05-29) cited in the application claims; figures -----	1,20
A	DE 101 13 949 A1 (KRUPP ELASTOMERTECHNIK GMBH [DE]) 26 September 2002 (2002-09-26) claims 1,14; figure 1 -----	1,2,20, 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2007/000220

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5122315	A	16-06-1992	NONE	
<hr/>				
DE 10034468	A1	31-01-2002	NONE	
<hr/>				
US 5417856	A	23-05-1995	AT 395825 B	25-03-1993
			AT 65691 A	15-08-1992
			WO 9216351 A1	01-10-1992
			AU 1433092 A	21-10-1992
			BR 9205744 A	02-08-1994
			CA 2106588 C	01-08-1995
			DE 59204075 D1	23-11-1995
			DK 577680 T3	26-02-1996
			EP 0577680 A1	12-01-1994
			ES 2089512 T3	01-10-1996
			JP 7085765 B	20-09-1995
			JP 6504721 T	02-06-1994
			PT 100289 A	29-04-1994
			ZA 9201972 A	25-11-1992
<hr/>				
EP 1208956	A1	29-05-2002	NONE	
<hr/>				
DE 10113949	A1	26-09-2002	NONE	
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000220

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B29C47/68 B29C47/92 B29C47/50		
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	US 5 122 315 A (DARLEY DANA G [US]) 16. Juni 1992 (1992-06-16) Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 12 Spalte 4, Zeile 63 - Spalte 6, Zeile 7 Ansprüche 1-3,10; Abbildung	1,20
Y	----- DE 100 34 468 A1 (KREYENBORG VERWALTUNGEN [DE]) 31. Januar 2002 (2002-01-31) Zusammenfassung Absatz [0005] Absatz [0018] - Absatz [0021]; Ansprüche; Abbildungen ----- -/--	2-19, 21-29 2-8,21, 22
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 20. Juli 2007		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 27/07/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Jensen, Kjeld

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000220

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 417 856 A (BACHER HELMUT [AT] ET AL) 23. Mai 1995 (1995-05-23) Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 61 Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 32 Ansprüche 1,7; Abbildungen -----	9-19, 23-29
X	EP 1 208 956 A1 (MAAG PUMP SYSTEMS AG [CH]) 29. Mai 2002 (2002-05-29) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche; Abbildungen -----	1,20
A	DE 101 13 949 A1 (KRUPP ELASTOMERTECHNIK GMBH [DE]) 26. September 2002 (2002-09-26) Ansprüche 1,14; Abbildung 1 -----	1,2,20, 21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/000220

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5122315	A	16-06-1992	KEINE		
DE 10034468	A1	31-01-2002	KEINE		
US 5417856	A	23-05-1995	AT	395825 B	25-03-1993
			AT	65691 A	15-08-1992
			WO	9216351 A1	01-10-1992
			AU	1433092 A	21-10-1992
			BR	9205744 A	02-08-1994
			CA	2106588 C	01-08-1995
			DE	59204075 D1	23-11-1995
			DK	577680 T3	26-02-1996
			EP	0577680 A1	12-01-1994
			ES	2089512 T3	01-10-1996
			JP	7085765 B	20-09-1995
			JP	6504721 T	02-06-1994
			PT	100289 A	29-04-1994
			ZA	9201972 A	25-11-1992
EP 1208956	A1	29-05-2002	KEINE		
DE 10113949	A1	26-09-2002	KEINE		