

(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
14. Februar 2002 (14.02.2002)

PCT

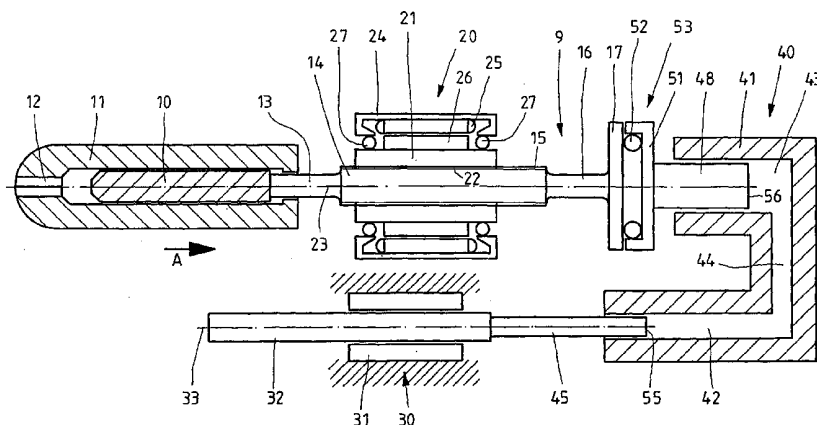
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/11969 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B29C 45/50** 101 03 682.5 27. Januar 2001 (27.01.2001) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/08443 (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MANNESMANN REXROTH AG** [DE/DE]; Jahnstr. 3 - 5, 97816 Lohr am Main (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Juli 2001 (21.07.2001) (72) **Erfinder; und**
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **DANTLGRABER, Jörg** [AT/DE]; Dr. Hönlein-Str. 14, 97816 Lohr am Main (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Gemeinsamer Vertreter: MANNESMANN REXROTH AG**; Jahnstr. 3 - 5, 97816 Lohr am Main (DE).
- (30) **Angaben zur Priorität:**
100 39 515.5 8. August 2000 (08.08.2000) DE
100 46 395.9 18. September 2000 (18.09.2000) DE (81) **Bestimmungsstaaten** (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** INJECTION UNIT FOR A PLASTIC INJECTION MOLDING MACHINE

(54) **Bezeichnung:** EINSPRITZAGGREGAT FÜR EINE KUNSTSTOFFSPRITZGIESSMASCHINE



(57) **Abstract:** The invention relates to an injection unit for a plastic injection molding machine, comprising an endless screw which can be driven via a drive mechanism in a rotating manner for plastification of the material to be injected, and an electric motor that includes an element that is stationarily mounted on the frame and an output element that can be displaced linearly with respect thereto and via which the endless screw is axially displaced for injection of the plastic into a mold. In known injection units the output element of the electric motor is disposed in the power train between the drive element and the endless screw, and the power that can be output by the electric motor via the output element is limited. The aim of the invention is therefore to improve the known injection units in such a manner that only a relatively small electric motor is required for injecting the plastic material with the desired injection pressure into the mold and for producing the desired dwell pressure. To this end, the drive element is disposed in the power train between the electric motor and the endless screw and introduces into the drive element upstream of the electric motor, when viewed from the endless screw, a torque for rotating the endless screw, and a power transmission device is mounted between the output element of the electric motor and the drive element.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung geht aus von einem Einspritzaggregat für eine Kunststoffspritzgießmaschine, das eine Schnecke, die zum Plastifizieren von Kunststoff über ein Antriebsteil drehend antreibbar ist, und einen Elektromotor besitzt, der einen gestellfest angeordneten Teil

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/11969 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

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.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

und ein demgegenüber geradlinig bewegbares Ausgangsteil aufweist, über das zum Einspritzen von Kunststoff in eine Form die Schnecke axial verfahrbar sind. Ein derartiges Einspritzaggregat ist bekannt, wobei das Ausgangsteil des Elektromotors in der Kraftkette zwischen dem Antriebsteil und der Schnecke liegt, und wobei die von dem Elektromotor über das Ausgangsteil ausübbare Kraft begrenzt ist. Der Erfindung liegt somit die Zielsetzung zugrunde, ein gattungsgemässes Einspritzaggregat so weiterzuentwickeln, dass ein relativ kleiner Elektromotor genügt, um das Kunststoffmaterial mit dem gewünschten Einspritzdruck in die Form einspritzen und auch die gewünschte Druckhöhe beim Nachdrücken erzeugen zu können. Das gesetzte Ziel wird dadurch erreicht, dass das Antriebsteil im Kraftfluss zwischen dem Elektromotor und der Schnecke liegt, so dass ein Drehmoment zum Drehen der Schnecke, von der Schnecke.

Beschreibung

Einspritzaggregat für eine Kunststoffspritzgießmaschine

- 5 Die Erfindung geht aus von einem Einspritzaggregat für eine Kunststoffspritzgießmaschine, das die Merkmale aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 aufweist.

Ein solches Einspritzaggregat ist aus der US-A 4 895 505 bekannt. Hier werden
10 zwei Elektromotoren verwendet, um die verschiedenen Bewegungen der Schnecke herbeizuführen. Der erste Elektromotor ist ein elektrischer Rotationsmotor, der über ein Schubgelenk mit einer Keilwelle gekoppelt ist und über diese die Schnecke zum Plastifizieren von Kunststoff drehend antreiben kann. Es ist ein zweiter Elektromotor vorhanden, der die Schnecke zum Einspritzen von Kunststoff
15 in eine Form geradlinig verfahren kann. Dieser zweite Elektromotor ist ein elektrischer Linearmotor mit einem geradlinig bewegbaren Ausgangsteil, das in dem Kraftfluß zwischen der Keilwelle und der Schnecke liegt und in Flucht zu dem elektrischen Rotationsmotor angeordnet.

- 20 Ein Einspritzaggregat mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist auch aus der DE 43 44 335 C2 bekannt. Dort sind zwei gleich große Elektromotoren, die als Hohlwellenmotoren ausgebildet sind, hintereinander in Flucht zur Achse der Schnecke angeordnet. Die Schnecke ist fest mit einer Bewegungsspindel verbunden, die in einer Spindelmutter geführt ist. Das Schraubengelenk zwischen der Bewegungsspindel und der Spindelmutter enthält Kugeln
25 als Rollkörper. Die Spindelmutter bildet die Hohlwelle des zweiten Elektromotors, der sich, von der Schnecke aus gesehen, vor dem ersten Elektromotor befindet. Die Bewegungsspindel kann als geradlinig bewegbares Ausgangsteil des zweiten Elektromotor betrachtet werden. Die Hohlwelle des ersten Elektromotors greift mit
30 einem in der Achse der Bewegungsspindel liegenden Keilzapfen in eine Keilausnehmung der Bewegungsspindel hinein, so daß Keilzapfen und Bewegungsspindel

del drehfest miteinander verbunden sind, die Bewegungsspindel jedoch axial gegenüber dem Keilzapfen verschoben werden kann.

Beim Plastifizieren treibt der erste Elektromotor die Schnecke über die Bewegungsspindel und den Keilzapfen mit einer bestimmten Drehzahl an. Der zweite
5 Elektromotor dreht die Spindelmutter mit einer Drehzahl, die sich von der Drehzahl des hinteren Elektromotors um einen geringen Betrag unterscheidet. Zum Beispiel kann der vordere Elektromotor geringfügig langsamer als der hintere Elektromotor drehen. Durch die Drehzahldifferenz ist die Geschwindigkeit be-
10 stimmt, mit der die Schnecke zurückwandert. Dabei wird die Drehzahldifferenz so gesteuert, daß sich im Schneckenorraum, in den das plastifizierte Kunststoffmaterial gefördert wird, ein gewisser Staudruck aufbaut und erhalten bleibt. Zum Einspritzen des Kunststoffmaterials in die Form muß die Schnecke nach vorne bewegt werden. Dazu dreht der vordere Elektromotor die Spindelmutter weiter, wäh-
15 rend der hintere Elektromotor derart bestromt wird, daß er die Bewegungsspindel über den Keilzapfen an einer Drehung hindert.

Bei den bekannten Einspritzaggregaten wird nicht nur für den rotatorischen Antrieb der Schnecke während des Plastifizierens von Kunststoff, sondern auch für
20 das geradlinige Verfahren der Schnecke während des Einspritzens von Kunststoff in eine Form ein Elektromotor verwendet. Sei dieser letztere Elektromotor nun ein elektrischer Linearmotor oder ein elektrischer Rotationsmotor, die über das geradlinig bewegbare Ausgangsteil dieses zweiten Elektromotors direkt ausübbarer Kraft ist nur begrenzt. Bei Verwendung eines Rotationsmotors wird die Drehbewegung
25 eines Rotors normalerweise über einen nur begrenzt belastbaren Gewindetrieb, vornehmlich über einen Kugelgewindetrieb, in die geradlinige Bewegung des Ausgangsteils umgewandelt. Die von einem elektrischer Linearmotor ausübbarer Kraft ist im Verhältnis zur Baugröße ohnehin gering.

30 Der Erfindung liegt somit die Zielsetzung zugrunde, ein Einspritzaggregat, das die Merkmale aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 aufweist, so weiterzuentwickeln, daß ein relativ kleiner Elektromotor genügt, um das Kunststoffmaterial mit

dem gewünschten Einspritzdruck in die Form einspritzen und auch die gewünschte Druckhöhe beim Nachdrücken erreichen zu können.

Das angestrebte Ziel wird dadurch erreicht, daß bei einem Einspritzaggregat mit
5 den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 gemäß dem kennzeichnenden Teil dieses Patentanspruchs das Antriebsteil im Kraftfluß zwischen dem Elektromotor und der Schnecke liegt, so daß ein Drehmoment zum Drehen der Schnecke, von der Schnecke aus betrachtet, vor dem Elektromotor in das Antriebsteil eingeleitet wird, und daß zwischen dem Ausgangsteil des zweiten Elektromotors und dem Antriebsteil eine Einrichtung zur Kraftübersetzung angeordnet
10 ist. Bei einem erfindungsgemäßen Einspritzaggregat ist dem Elektromotor eine Einrichtung zur Kraftübersetzung zugeordnet, so daß eine relativ kleine vom Ausgangsteil ausgeübte Kraft genügt, um die Schnecke mit auch gegen einen hohen Widerstand axial zu verfahren. Dabei wird die Übertragung einer Drehbewegung auf die Schnecke durch die Einrichtung zur Kraftübersetzung nicht beeinträchtigt.
15 Denn nach der Erfindung liegt das Antriebsteil zwischen dem Elektromotor und der Schnecke. Das zum Drehen der Schnecke notwendige Drehmoment wird also, von der Schnecke aus betrachtet, vor dem Elektromotor und vor der Einrichtung zur Kraftübersetzung in das Antriebsteil eingeleitet.

20

Vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Einspritzaggregats kann man den Unteransprüchen entnehmen.

In der bevorzugten Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 2 werden auch bei einem Einspritzaggregat nach der Erfindung zwei Elektromotoren verwendet, um die
25 Schnecke drehend anzutreiben oder axial zu verfahren.

Auch bei einem erfindungsgemäßen Einspritzaggregat ist es günstig, den zweiten Elektromotor gemäß Patentanspruch 3 als elektrischen Linearmotor auszubilden,
30 der einfach und kompakt im Aufbau ist. Allerdings sind elektrische Linearmotoren noch relativ teuer und unter Umständen bei noch akzeptabler Baugröße doch zu schwach. Dann kann gemäß Patentanspruch 4 der Elektromotor zum Verfahren

der Schnecke auch ein elektrischer Rotationsmotor mit einem rotierenden Teil sein, dessen Drehbewegung über einen Gewindetrieb in eine geradlinige Bewegung des Ausgangsteils umgesetzt wird. Dabei wird eine Fortbewegung eines Teils in eine bestimmte Richtung, z. B. die Fortbewegung einer bei feststehender Spindelmutter drehend angetriebenen Spindel, auch als geradlinig bezeichnet, wenn dieser Fortbewegung eine Drehung des Teils um die eigene Achse überlagert ist. Gemäß Patentanspruch 5 kann die drehende Bewegung eines Rotationsmotors auch über einen Zahnstangentrieb in eine geradlinige Bewegung umgewandelt werden.

10

Der Elektromotor zum Verfahren der Schnecke ist gemäß Patentanspruch 6 vorteilhafterweise seitlich neben Schnecke und Antriebsteil angeordnet, so daß das Einspritzaggregat relativ kurz und kompakt bauen kann. Dabei erscheint es hinsichtlich der Ankoppelung von im Kraftfluß vom Elektromotor zur Schnecke liegenden Teilen besonders günstig, wenn gemäß Patentanspruch 7 das Ausgangsteil des Elektromotors und das Antriebsteil jeweils in entgegengesetzte Richtungen axial bewegt werden, wobei die Einrichtung zur Kraftübersetzung die Richtungsumkehr bewerkstelligt.

15

20

Eine drehende Bewegung von Teilen der Einrichtung zur Kraftübersetzung können unmöglich oder auch unerwünscht sein. Deshalb wird zwischen dem Antriebsteil und der Einrichtung zur Kraftübersetzung ein Drehgelenk vorgesehen, das gemäß Patentanspruch 8 als Axialwälzlager ausgebildet ist, damit auch hohe Axialkräfte übertragen werden können.

25

Gemäß Patentanspruch 9 umfaßt die Einrichtung zur Kraftübersetzung einen um eine Drehachse schwenkbaren Hebel, wobei die Krafteinleitung zwischen dem Ausgangsteil des Elektromotors und dem Hebel in einem wesentlichen größeren Abstand von der Drehachse erfolgt als die Krafteinleitung zwischen Hebel und Antriebselement. Man hat dann ein Einspritzaggregat, das keine Bauteile mit einer Druckflüssigkeit aufweist. Allerdings ist man durch einen starren Hebel im Hinblick auf die Flexibilität in der Maschinengestaltung eingeschränkt.

30

Eine höhere Gestaltungsfreiheit besteht und der mechanische Aufbau wird einfacher, wenn gemäß Patentanspruch 12 die Einrichtung zur Kraftübersetzung eine hydraulische Einrichtung ist. Wie hydraulisch mit einer kleinen Kraft eine große Kraft erzeugt werden kann, ist in jedem Lehrbuch über Physik oder speziell über Hydraulik beschrieben. Eine hydraulische Einrichtung zur Kraftübersetzung besitzt einen Eingangskolben und einen Ausgangskolben, von denen jeder einen mit einer Druckflüssigkeit gefüllten Druckraum abschließt und die sich in der Größe ihrer den jeweiligen Druckraum begrenzenden Wirkflächen voneinander unterscheiden. Die beiden Druckräume sind fluidisch miteinander verbunden. Der Eingangskolben hat die kleinere Wirkfläche und der Ausgangskolben die größere Wirkfläche. Eine kleine Kraft am Eingangskolben erzeugt also eine große Kraft am Ausgangskolben. Der Eingangskolben, der zum Einspritzen von Kunststoff und zum entsprechenden Verfahren der Schnecke im Sinne einer Verkleinerung des an ihn angrenzenden Druckraums bewegt wird, ist mechanisch mit dem Ausgangsteil des zweiten Elektromotors und der Ausgangskolben mechanisch mit dem Antriebsteil gekoppelt. Ein hydraulischer Kraftübersetzer ist ein in sich geschlossenes System ohne Hydropumpe und Druckmittelvorratsbehälter.

Ein hydraulischer Kraftübersetzer der bezeichneten Art hat insbesondere folgende Vorteile:

Er besitzt einen sehr guten Wirkungsgrad.

Er ist gegenüber einer hydraulischen Kraftübertragung mit Hydropumpe geräuscharm, da keine Umsteuervorgänge stattfinden.

Der Verschleiß ist gering, da im Vergleich mit einer Hydropumpe nur geringe Relativgeschwindigkeiten auftreten.

Es ist leicht ein Betrieb mit Wasser als Druckflüssigkeit möglich, weil keine Hydropumpe verwendet wird, die ein Fluid mit guten Schmiereigenschaften verlangt.

Wegen der höheren Elastizität einer Druckflüssigkeit gegenüber einem Metall werden hochfrequente Schwingungen (Stöße) gedämpft und so die Lebensdauer der Mechanik (Zahnstange, Gewindetrieb, usw.) verlängert.

Es ist ein modularer Aufbau möglich, weil durch die Verwendung unterschiedlich vieler gleichartiger Eingangskolben verschiedene gewünschte Geschwindigkeiten eines Ausgangskolbens erhalten werden können.

- 5 Gemäß Patentanspruch 13 sind der Ausgangskolben und der Eingangskolben jeweils als Differenzkolben ausgebildet und begrenzen auf der dem ersten Druckraum abgelegenen Seite mit einer ringförmigen, zweiten Wirkfläche jeweils einen zweiten Druckraum, wobei die beiden zweiten Druckräume fluidisch miteinander verbunden sind. Dann ist mit dem Elektromotor auch ein Abbremsen und ein
- 10 Rückzug der Schnecke möglich. Ist gemäß Patentanspruch 14 das Größenverhältnis zwischen den zweiten Wirkflächen dasselbe wie das Größenverhältnis zwischen den ersten Wirkflächen von Eingangskolben und Ausgangskolben, so bleibt das Gesamtvolumen der beiden zweiten Druckräume konstant und es sind keine Maßnahmen für einen Volumenausgleich notwendig.

15

- Für eine genaue Dosierung der in die Form gedrückten Kunststoffmasse ist es vorteilhaft, daß während des Einspritzvorgangs mit der Schnecke ein Geschwindigkeitsprofil möglichst genau nachgefahren wird. Dafür ist es günstig, wenn das Antriebssystem auch bei Verwendung einer hydraulischen Einrichtung zur
- 20 Kraftübersetzung eine gewisse Steifigkeit aufweist. Dies läßt sich auf die in Patentanspruch 15 angegebene Weise erreichen. Nach diesem Patentanspruch ist der Ausgangskolben als Differenzkolben ausgebildet ist, der auf der dem ersten Druckraum abgelegenen Seite mit einer ringförmigen, zweiten Wirkfläche einen zweiten Druckraum begrenzt, der fluidisch mit einem dritten Druckraum verbunden
- 25 ist. Außerdem ist ein weiterer Elektromotor vorhanden ist, von dem ein in den dritten Druckraum eintauchender Kolben verfahrbar ist und von dem somit in dem dritten und in dem zweiten Druckraum ein am Ausgangskolben gegen den Druck in den ersten Druckräumen wirkender Gegendruck aufbaubar ist.

- 30 Die Patentansprüche 17 bis 19 enthalten vorteilhafte Weiterbildungen im Hinblick auf die Anordnung des ersten Elektromotors und auf die Übertragung des von ihm erzeugten Drehmoments auf das Antriebsteil für die Schnecke. Wenn der erste

Elektromotor gemäß Patentanspruch 18 eine rotierende Hohlwelle aufweist, durch die sich das Antriebsteil erstreckt und mit der das Antriebsteil vornehmlich über eine Keilverzahnung gekoppelt ist, so kann der erste Elektromotor fluchtend zur Achse der Schnecke angeordnet sein. Ein Getriebe ist nicht notwendig. Der Antrieb der Schnecke durch den ersten Elektromotor erfolgt dann zwar platzsparend und leise. Es ist jedoch ein besonderer Elektromotor nötig, der teuer ist. Kostengünstiger könnte es sein, gemäß Patentanspruch 19 einen zu einem geringeren Preis verfügbaren Elektromotor seitlich des Antriebsteils anzuordnen und das Antriebsteil über ein Getriebe anzutreiben.

10

Um eine gleichbleibende Qualität der Spritzgußteile zu gewährleisten, laufen heute die verschiedenen Bewegungsvorgänge an der Einspritzeinheit einer Kunststoffspritzgießmaschine meist nach vorgegebenen Geschwindigkeitsprofilen ab. Als elektrische Antriebsquellen werden deshalb überwiegend durch Frequenzumrichter gesteuerte Elektromotoren verwendet. Frequenzumrichter sind heutzutage noch relative teuer. Deshalb ist gemäß Patentanspruch 20 vorgesehen, daß der Elektromotor zum Verfahren der Schnecke ein elektrischer Rotationsmotor ist und die Schnecke zum Einspritzen von Kunststoff in die Form über eine erste schaltbare Kupplung axial verfahren und zum Plastifizieren von Kunststoff über eine zweite schaltbare Kupplung drehend antreiben kann. Es wird dann nur ein Elektromotor und nur ein Frequenzumrichter benötigt, so daß das Einspritzaggregat kostengünstig ist.

15

Gemäß Patentanspruch 21 wird bevorzugt ein Riemengetriebe mit einem Flachriemen zum drehenden Antreiben der Schnecke verwendet. Ein solches Getriebe ist niedrig im Preis, da sich Riemenscheiben für einen Flachriemen einfach herstellen lassen. Außerdem ist ein solches Riemengetriebe auch sehr leise.

20

Ein beim Plastifizieren gewünschter Staudruck wird, wenn der Elektromotor bei gelöster erster und geschlossener zweiter Kupplung die Schnecke drehend antreibt, gemäß Patentanspruch 23 vorteilhafterweise durch eine definierte Betätigung einer Bremse oder durch definierte Ansteuerung eines elektrischen Stau-

25

30

druckmotors eingestellt, wobei die Bremse oder der Staudruckmotor einer rückwärtigen Bewegung der Schnecke einen zum Aufbau des Staudrucks notwendigen Widerstand entgegensetzen.

5 Hier sei darauf hingewiesen, daß die Verwendung eines Riemengetriebes mit einem Flachriemen unabhängig von der Ausbildung des Einspritzaggregats zum drehenden Antrieb der Schnecke und auch anderer anzutreibender Elemente einer Kunststoffspritzgießmaschine von Vorteil sein kann. Für den Schneckenantrieb erscheint ein solches Getriebe jedoch besonders günstig, da es beim Plasti-

10 fizieren nicht auf ein ganz genaues Einhalten einer bestimmten Drehzahl der Schnecke ankommt, der einem Riemengetriebe mit Flachriemen eigene Schlupf zwischen Riemen und Riemenscheiben also nicht nachteilig ist. Der vor der Schnecke einzuhaltende Staudruck kann nämlich unabhängig von der Drehzahl der Schnecke durch den zweiten Elektromotor, die Bremse oder den Staudruck-

15 motor aufrechterhalten werden.

Bei einer Ausbildung gemäß Patentanspruch 24 ist ein Gewindetrieb mit zwei miteinander in Eingriff stehenden Triebelementen vorhanden, von denen eines vom ersten Elektromotor drehend antreibbar ist. Eines der beiden Gewindetriebe-

20 mente ist zwischen der Einrichtung zur Kraftübersetzung und der Schnecke angeordnet. Somit kann zum einen über den Gewindetrieb vom ersten Elektromotor und zum anderen über den Kraftübersetzer vom zweiten Elektromotor eine axiale Kraft auf die Schnecke ausgeübt werden, wobei durch die über den Kraftübersetzer ausgeübte Kraft die Gewinde und eventuell vorhandene Eingriffskörper des

25 Gewindetriebs nicht belastet werden. Der zusätzliche Gewindetrieb ist vor allem vorteilhaft, wenn der Kraftübersetzer ein hydraulischer Kraftübersetzer ist. Mit dem zusätzlichen Gewindetrieb ist es möglich, das Istwertprofil von Kraft und /oder Geschwindigkeit dem Sollwertprofil, nach dem die Schnecke verfahren werden soll, sehr exakt folgen zu lassen, da die mechanische Kraftübertragung steifer als die

30 über den hydraulischen Kraftübersetzer ist.

Mehrere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Einspritzaggregats sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt. Anhand der Figuren dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

5 Es zeigen

Figur 1 das erste Ausführungsbeispiel, bei dem ein erster Elektromotor über ein Schubgelenk unmittelbar mit dem Antriebsteil gekoppelt ist, und ein als Linearmotor ausgebildete zweite Elektromotor über eine hydraulische Einrichtung zur Kraftübersetzung, deren Kolben als Plungerkolben
10 ausgebildet sind, auf das Antriebsteil wirkt,

Figur 2 das zweite Ausführungsbeispiel, bei dem im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel die Kolben der hydraulischen Einrichtung zur Kraftübersetzung als Differenzkolben ausgebildet sind,

Figur 3 das dritte Ausführungsbeispiels, das sich von demjenigen nach Figur 2 dadurch unterscheidet, daß nur der Ausgangskolben der Einrichtung zur Kraftübersetzung als Differenzkolben ausgebildet ist und entgegen der Bewegungsrichtung beim Einspritzen über einen von einem dritten
15 Elektromotor bewegbaren Kolben mit Druck beaufschlagbar ist.

Figur 4 das vierte Ausführungsbeispiel, bei dem ein erster Elektromotor das seitlich von ihm befindliche Antriebselement über ein Zahnradgetriebe antreibt und ein als Rotationsmotor ausgebildeter zweiter Elektromotor als Ausgangsteil eine Spindel hat,
20

Figur 5 das fünfte Ausführungsbeispiel, das sich von demjenigen nach Figur 4 dadurch unterscheidet, daß der erste Elektromotor das Antriebsteil über
25 ein Riemengetriebe antreibt, und

Figur 6 das sechste Ausführungsbeispiel, das sich von demjenigen nach Figur 4 dadurch unterscheidet, daß ein einziger als Rotationsmotor ausgebildeter Elektromotor die Schnecke sowohl drehend antreibt als auch axial verfährt,

30 Figur 7 das siebte Ausführungsbeispiel, das sich von demjenigen nach Figur 6 dadurch unterscheidet, daß der Elektromotor die Schnecke axial nicht über einen Gewindetrieb, sondern über einen Zahnstangentrieb verfährt,

Figur 8 das achte Ausführungsbeispiel, bei dem die Einrichtung zur Kraftübersetzung ein Hebel ist,

Figur 9 das neunte und letzte Ausführungsbeispiel, bei dem die Schnecke von einem ersten Elektromotor drehbar und gemeinsam vom ersten Elektromotor über einen Gewindetrieb verschiebbar und von einem zweiten Elektromotor über einen weiteren Gewindetrieb und einen diesem nachgeordneten hydraulischen Kraftübersetzer axial verschiebbar ist, und Figur 10 schematisch einen vollständigen Bewegungsablauf des weiteren Gewindetriebes während des Arbeitszyklus.

10

Gemäß den Figuren 1 bis 3 ist eine Schnecke 10 in einem Plastifizier- und Einspritzzylinder 11 drehbar und axial bewegbar. Am einen Ende des Zylinders 11 befindet sich eine Düse 12, über die plastifizierter und sich vor dem der Düse zugekehrten Ende der Schnecke 10 befindlicher Kunststoff in eine Form hineingedrückt wird, indem die Schnecke 10 in Richtung auf die Düse zu bewegt wird. Zum Plastifizieren wird die Schnecke gedreht. Der Plastifiziervorgang beginnt dabei in einer Position der Schnecke nahe an der Düse. Durch das Drehen der Schnecke wird Kunststoff in den Raum zwischen der Düse und der Schnecke gefördert, wobei sich die Schnecke unter Aufrechterhaltung eines gewünschten Staudrucks von der Düse entfernt.

20

Die Schnecke 10 ist Bestandteil eines üblicherweise mehrteiligen in seiner Gesamtheit drehbaren und axial verfahrbaren Bauteils 9, zu dem eine sich an die Schnecke anschließende Stange 13 gehört, die aus dem Zylinder 11 austritt. Der Stange 13 folgt als Antriebsteil für die Drehbewegung der Schnecke eine Keilwelle 14, die mit axial verlaufenden Keilnuten 15 versehen und über eine Stange 16 mit einer sich am Ende des Bauteils befindlichen Scheibe 17 verbunden ist.

25

Die Keilwelle 14 ist von einem ersten Elektromotor 20 rotierend antreibbar. Dieser ist als Hohlwellenmotor mit einer Hohlwelle 21 ausgebildet, die innen Keile 22 aufweist, die in die Keilnuten 15 der Keilwelle 14 eingreifen. Durch die Keilnuten 15 in der Keilwelle 14 und die Keile 22 in der Hohlwelle 21 ist zwischen dem Elek-

30

tromotor 20 und dem Bauteil 9 mit Schnecke 10 ein Schubgelenk gebildet, das zwischen der Keilwelle 14 und der Hohlwelle 21 eine geradlinige Bewegung in Richtung der Achse 23 des Bauteils 9 zuläßt. Ein Gehäuse 24 des Elektromotors 20, das einen Stator mit Wicklungen 25 aufnimmt, ist gestellfest angeordnet. Die Hohlwelle 21, die den Rotor 26 trägt, ist über zwei Wälzlager 27, die sowohl Radial- als auch Axialkräfte aufnehmen können, drehbar im Gehäuse 24 gelagert. Der Elektromotor 20 hat allein die Funktion, zum Plastifizieren von Kunststoff die Schnecke 10 zu drehen.

Ein zweiter Elektromotor 30 dient dazu, um die axiale Bewegung der Schnecke 10 längs der Achse 23 zu kontrollieren. Dieser zweite Elektromotor 30 ist ein elektrischer Linearmotor mit einem Stator 31 und mit einem linear bewegbaren Sekundärteil 32. Elektrische Linearmotoren sind ebenso wie elektrische Rotationsmotoren allgemein bekannt, so daß hier nicht näher auf den Aufbau des Motors 30 eingegangen werden muß. Der Elektromotor 30 ist derart am Gestell einer Kunststoffspritzgießmaschine angeordnet, daß seine Achse 33 einen Abstand von der Achse 23 des Bauteils 9 und des Elektromotors 20 hat und daß sich sein Stator 31 in Richtung der Achsen 23 und 33 betrachtet, etwa auf Höhe des Elektromotors 20 befindet.

Der elektrische Linearmotor 30 kann, wenn er nicht übermäßig groß sein soll, nur eine begrenzte Kraft ausüben, mit der nicht der notwendige Einspritzdruck erzeugt werden könnte, wenn das Sekundärteil 32 direkt auf das Bauteil 9 wirken würde.

In die Kraftkette zwischen dem Sekundärteil 32 des Elektromotors 20 und dem Bauteil 9 ist deshalb erfindungsgemäß eine Einrichtung 40 zur Kraftübersetzung eingefügt, die bei den momentan betrachteten Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 als hydraulischer Kraftübersetzer ausgebildet ist. Dieser besteht in der schematischen Darstellung nach den genannten Figuren aus einem einstückigen Gehäuse 41 mit zwei kreiszylindrischen Druckräumen 42 und 43, die am einen Ende über einen Kanal 44 fluidisch miteinander verbunden sind. Der Druckraum 42 hat einen kleineren Querschnitt und ist länger als der Druckraum 43 und

fluchtet mit der Achse 33 des Elektromotors 30. Der Druckraum 43 dagegen fluchtet mit der Achse 23 des Bauteils 9. In dem Druckraum 42 ist ein Eingangskolben axial bewegbar, der bei den Ausführungen nach den Figuren 1 und 3 als Plungerkolben 45, der unmittelbar am Sekundärteil 32 des Elektromotors 30 befestigt ist, und bei der Ausführung nach Figur 2 als Differenzkolben 46, der über eine Kolbenstange 47 am Sekundärteil 32 befestigt ist, ausgebildet ist. In dem Druckraum 43 ist ein Ausgangskolben axial bewegbar, der bei der Ausführung nach Figur 1 als Plungerkolben 48 und bei den Ausführungen nach den Figuren 2 und 3 als Differenzkolben 49 mit einer Kolbenstange 50 ausgebildet ist.

Außerhalb des Druckraums 43 trägt der Plungerkolben 48 (Figur 1) bzw. die Kolbenstange 50 einen Lagerflansch 51, der bei der Ausführung nach Figur 1 der Scheibe 17 des Bauteils 9 einseitig gegenüberliegt, während er bei den Ausführungen nach den Figuren 2 und 3 die Scheibe 17 umgreift. Zwischen dem Flansch 51 und der Scheibe 17 befinden sich als Wälzkörper Kugeln 52. Diese bilden zusammen mit der Scheibe 17 und dem Flansch 51 ein Axialwälzlager 53 zwischen dem Bauteil 9 und dem Ausgangskolben 48 bzw. 49. Aufgrund dieses Axialwälzlagers 53 können das Bauteil 9 und der Ausgangskolben 48 bzw. 49 leicht gegeneinander verdreht werden. Außerdem können Axialkräfte zwischen dem Bauteil 9 und dem Ausgangskolben übertragen werden. Dabei kann vom Ausgangskolben aus bei der Ausführung nach Figur eine Axialkraft nur in die eine Richtung, bei den Ausführungen nach den Figuren 2 und 3 dagegen in zwei entgegengesetzte Richtungen übertragen werden.

Ein Eingangskolben 45 bzw. 46 besitzt eine den Druckraum 42 axial begrenzende Wirkfläche 55, die dem Querschnitt des Druckraums 42 entspricht. Die den Druckraum 43 begrenzende Wirkfläche 56 des Ausgangskolbens 48 bzw. 49 ist gleich dem Querschnitt des Druckraums 43 und somit größer als die Wirkfläche 55 eines Eingangskolbens.

Auf der dem Druckraum 42 abgewandten Seite begrenzt der Differenzkolben 46 einen ringförmigen zweiten Druckraum 57. Ebenso begrenzt der Differenzkolben

49 auf der dem Druckraum 43 abgewandten Seite einen ringförmigen zweiten Druckraum 58. Bei der Ausführung nach Figur 2 sind die beiden zweiten Druckräume 57 und 58 über einen Kanal 59 fluidisch miteinander verbunden. Dabei sind die Durchmesser der beiden Kolbenstangen 47 und 50 so aufeinander abgestimmt, daß bei den Bewegungen der Kolben 46 und 49, während denen der Kolben 46 jeweils eine größere axiale Wegstrecke zurücklegt als der Kolben 49, die Volumenänderung des Druckraums 57 dem Betrage nach gleich der Volumenänderung des Druckraums 58 ist.

Bei der Ausführung nach Figur 3 ist der ringförmige zweite Druckraum 58 am Ausgangskolben 49 über einen Kanal 64 mit einem ebenfalls im Gehäuse 41 ausgebildeten, dritten Druckraum 65 fluidisch verbunden, in den ein Plungerkolben 66 eintaucht. Dieser ist am Sekundärteil 67 eines zweiten elektrischen Linearmotors 70 befestigt, der wie der Linearmotor 30 seitlich des Elektromotors 20 angeordnet ist und dessen Achse 68 parallel zu den Achsen 23 und 33 verläuft. Der Linearmotor 70 ist schwächer als der Linearmotor 30. Die dem dritten Druckraum 65 zugekehrte Wirkfläche des Plungerkolbens 66 ist kleiner als die dem zweiten Druckraum 58 zugekehrte ringförmige Wirkfläche des Kolbens 49, so daß zwischen dem Sekundärteil 67 des Elektromotors 70 und dem Kolben 49 ebenfalls eine Kraftübersetzung stattfindet.

Im Betrieb wird zum Plastifizieren von Kunststoff die Schnecke 10 über die Keilwelle 14 von dem ersten Elektromotor 20 angetrieben. Dadurch wird Kunststoffmasse in den Raum zwischen der Düse 12 und dem Ende der Schnecke gefördert. Die Schnecke und mit ihr das gesamte Bauteil 9 und der Ausgangskolben 48 bzw. 49 des hydraulischen Druckübersetzers 40 werden durch den sich in dem Raum aufbauenden Staudruck rückwärts in Richtung des Pfeiles A belastet. Für den Staudruck ist eine bestimmte Höhe oder ein bestimmter Höhenverlauf gewünscht. Zu diesem Zweck wird der zweite Elektromotor 30 mit einem solchen Strom beaufschlagt, daß auf das Sekundärteil 32 und damit auf den Eingangskolben 45 bzw. 46 des hydraulischen Kraftübersetzers 40 eine in Richtung des Pfeiles A wirkende elektrische Kraft ausgeübt. In den Druckräumen 42 und 43 steht

- somit ein durch die elektrischen Kraft und die Wirkfläche 55 des Eingangskolbens gegebener Druck an, der wiederum an der Wirkfläche 56 des Ausgangskolbens eine größere den Staudruck bestimmende Kraft erzeugt. Durch eine Erfassung der Drücke in den Druckräumen 42, 43 und 58, 65 und eine entsprechende Ansteuerung der Elektromotoren 30 und 70 kann ein gewünschter Staudruck sehr genau eingehalten werden. Beim Plastifizieren werden die Schnecke und der Ausgangskolben 48 bzw. 49 in Richtung des Pfeiles A und der Eingangskolben 45 bzw. 46 entgegen der Richtung des Pfeiles A bewegt.
- 10 Ist genügend Kunststoff plastifiziert, wird der Elektromotor 20 stillgesetzt. Der durch den Elektromotor 30 fließende Strom wird soweit erhöht, daß sich das Sekundärteil 32 und der Kolben 45 bzw. 46 in Richtung des Pfeiles A nach rechts bewegen. Der Kolben verdrängt Druckflüssigkeit aus dem Druckraum 42 über den Kanal 44 in den Druckraum 43. Dadurch wird der Ausgangskolben 48 bzw. 49 des Kraftübersetzers 40 und mit ihm das Bauteil 9 mitsamt der Schnecke 10 entgegen der Richtung des Pfeiles A nach links bewegt. Für diese Bewegung muß vom Kolben 48 bzw. 49 eine bestimmte Kraft aufgebracht werden. Die vom zweiten Elektromotor 30 aufzubringende Kraft ist um einen Faktor kleiner, der gleich dem Verhältnis der Größe der Wirkfläche 56 zur Größe der Wirkfläche 55 ist. Der vom
- 15 Eingangskolben 45 bzw. 46 zurückgelegte Weg ist um einen Faktor gleich dem reziproken Verhältnis größer als der Weg des Ausgangskolbens 48 bzw. 49. Durch Druckerfassung in den Druckräumen des hydraulischen Kraftübersetzers kann ein gewünschter Einspritzdruck genau eingehalten werden.
- 20 Bei der Ausführung nach Figur 2 ist es aufgrund der Ausbildung von Eingangskolben 46 und Ausgangskolben 49 als Differenzkolben möglich, die Schnecke 10 mithilfe des zweiten Elektromotor 30 abzubremesen und in Richtung des Pfeiles A zurückzuziehen.
- 30 Bei der Ausführung nach Figur 3 kann mithilfe des dritten Elektromotors 70 während des Einspritzvorgangs in dem Druckraum 58 ein Gegendruck erzeugt werden, der entgegen dem vom zweiten Elektromotor 30 im Druckraum 43 wirkenden

Druck auf den Kolben 49 wirkt. Natürlich bedingt dies, daß der Druck zum Verfahren der Schnecke bei sonst gleichen Gegebenheiten im Druckraum 43 höher sein muß als ohne einen Gegendruck. Der Vorteil einer durch den Gegendruck erreichten Einspannung des Kolbens 49 liegt darin, daß das Antriebssystem eine größere Steifigkeit hat und sich die Geschwindigkeit der Schnecke besser steuern läßt. Der dritte Elektromotor 70 des dritten Ausführungsbeispiels kann außer zum Bremsen der Schnecke auch zu deren Zurückfahren entgegen der Richtung des Pfeiles A verwendet werden.

Bei der Ausführung nach Figur 4 ist die sich innerhalb eines Plastifizierzylinders 11 befindliche Schnecke wiederum Bestandteil eines drehend antreibbaren und axial verschiebbaren Bauteils 9, das wie bei den Ausführungen nach den Figuren 1 bis 3 eine Stange 13 und eine Keilwelle 14 mit Keilnuten 15 umfaßt. Seitlich der Keilwelle ist als erster Elektromotor ein elektrischer Normmotor 71 mit Drehzahlregelung angeordnet, der auf seiner Welle ein Ritzel 72 trägt, das mit einem auf der Keilwelle 14 sitzenden im Durchmesser größeren Zahnrad 73 kämmt. Dieses greift mit Keilen 22 in die Keilnuten 15 der Keilwelle 14 ein. Somit ist die Keilwelle 14 einerseits verdrehsicher mit dem Zahnrad 73 gekoppelt, kann aber andererseits gegen das axial ortsfest gehaltene Zahnrad axial verschoben werden. Von dem Elektromotor 71 kann also die Schnecke unabhängig von ihrer axialen Position drehend angetrieben werden.

Der zweite Elektromotor des Ausführungsbeispiels nach Figur 4 ist nun ein elektrischer Rotationsmotor 75 mit einer rotierenden Hohlwelle 76, die innen über eine gewisse Länge mit einem Trapezgewinde versehen ist. Die Lage des Elektromotors 75 seitlich des Bauteils 9 und die Ausrichtung der Motorachse 33 sind gleich zum Elektromotor 30 aus den Figuren 1 bis 3. In die Hohlwelle 76 ragt als Ausgangsteil des Elektromotor 75 eine Spindel 77 hinein, die gegen Verdrehen gesichert ist und die mit einem Außengewinde in das Innengewinde der Hohlwelle 76 eingreift. Wenn sich die Hohlwelle 76 dreht, wandert also die Spindel 77 entlang der Achse 33.

Zwischen der Spindel 77 und der Keilwelle 14 ist auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 ein hydraulischer Kraftübersetzer 40 eingefügt, der einen als Differenzkolben 46 ausgebildeten und über eine Kolbenstange 47 an der Spindel 77 befestigten Eingangskolben und einen als Differenzkolben 49 ausgebildeten Ausgangskolben aufweist. Anders als bei den Ausführungen nach den Figuren 2 und 3 ist nun die Kolbenstange 50 des Differenzkolbens 49 an der Keilwelle 14 befestigt. Wenn der Elektromotor 71 die Keilwelle antreibt, dreht sich also der Kolben 49 mit. Auf der einen Seite des Kolbens 46 befindet sich der Druckraum 42 und auf der anderen Seite der Druckraum 57. Der Kolben 49 grenzt an den Druckraum 43, der fluidisch mit dem Druckraum 42 verbunden ist, und an den Druckraum 58 an, der mit dem Druckraum 57 fluidisch verbunden ist. Insoweit ist der Kraftübersetzer nach Figur 4 gleich demjenigen nach der Figur 2. In Figur 4 ist jedoch schematisch angedeutet, daß sich die Kolben 46 und 49 und die angrenzenden Druckräume auch in zwei voneinander getrennten zylindrischen Gehäusen 41a und 41b befinden und daß die entsprechenden Druckräume durch als Rohre oder flexible Leitungen ausgebildete Kanäle 44 und 59 miteinander verbunden sein können.

Die Ausführung nach Figur 5 stellt eine Variante der Ausführung nach Figur 4 hinsichtlich des Drehantriebs der Keilwelle 14 dar. Und zwar sind die beiden Zahnräder 72 und 73 nach Figur 4 durch zwei Riemenscheiben 78 und 79 und durch ein um die Riemenscheiben geschlungenen Flachriemen 80 ersetzt. Auf der Welle des Elektromotors 71 sitzt verdrehsicher die kleine Riemenscheibe 78, auf der Keilwelle 14 die große Riemenscheibe 79. Durch das Getriebe nach Figur 5 wird also ebenso wie mit dem Zahnradgetriebe 72, 73 nach Figur 4 die Drehzahl des Elektromotors 71 erniedrigt und das Drehmoment erhöht. Allerdings ist ein Riemengetriebe leiser und kostengünstiger als ein Zahnradgetriebe. Ein eventuell auftretender Schlupf zwischen dem Flachriemen und den Riemenscheiben ist für den Plastifizierungsvorgang nicht weiter schädlich oder durch eine Drehzahlregelung des Elektromotors ausgleichbar.

Die Funktionsweise der Ausführung nach Figur 4 und der Variante nach Figur 5 ist gleich derjenigen nach Figur 2, so daß hier ein Verweis auf den entsprechenden Teil der Beschreibung genügt.

5 Bei den beiden Ausführungen nach den Figuren 6 und 7 ist wie bei der Ausführung nach Figur 4 die sich innerhalb eines Plastifizierzylinders 11 befindliche Schnecke wiederum Bestandteil eines drehend antreibbaren und axial verschiebbaren Bauteils 9, das eine Stange 13 und eine Keilwelle 14 mit Keilnuten 15 umfaßt. Auf der Keilwelle 14 sitzt das Zahnrad 73, das mit Keilen 22 in die Keilnuten
10 15 der Keilwelle 14 eingreift. Somit ist die Keilwelle 14 einerseits verdrehsicher mit dem Zahnrad 73 gekoppelt, kann aber andererseits gegen das axial ortsfest gehaltene Zahnrad 73 axial verschoben werden. Über das Zahnrad 73 kann also wie bei der Ausführung nach Figur 4 die Schnecke unabhängig von ihrer axialen Position drehend angetrieben werden.

15 Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Figur 4 ist die Schnecke über das Zahnrad 73 nicht von einem separaten Elektromotor, sondern von dem Elektromotor drehend antreibbar, von dem sie auch axial verfahrbar ist. Wie bei der Ausführung nach Figur 4 ist dieser Elektromotor ein elektrischer Rotationsmotor
20 75. Die Lage des Elektromotors 75 seitlich des Bauteils 9 und die Ausrichtung der Motorachse 33 sind gleich wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4.

Der Elektromotor 75 hat bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 eine rotierenden Hohlwelle 76, die allerdings innen glatt und nur deshalb hohl ist, damit die
25 Gewindespindel 77, die nun zusammen mit einer zusätzlichen Spindelmutter 91 einen Gewindetrieb bildet, Baulänge sparend eintauchen kann. Die Spindel 77 ist wiederum gegen Verdrehen gesichert. Die Spindelmutter 91 dagegen läßt sich als ein Ausgangselement einer Schaltkupplung 92 über diese und die Hohlwelle 76 von dem Elektromotor 75 rotierend antreiben. Das Eingangselement der Schalt-
30 kupplung 92 bildet eine Kupplungsscheibe 93, die nahe an dem Ende der Hohlwelle, an dem die Gewindespindel herausragt, axial verschiebbar, aber drehfest auf der Hohlwelle 76 geführt ist. Die Spindelmutter 91 befindet sich auf der einen

Seite der Kupplungsscheibe 93 vor dem Ende der Hohlwelle und greift dort in die Gewindespindel 77 ein. Über die Gewindespindel 77 kann die Schnecke axial bewegt werden.

5 Auf der anderen Seite der Kupplungsscheibe 93 ist auf der Hohlwelle 76 axial ortsfest, aber drehbar ein Zahnrad 94 gelagert, das das Ausgangselement einer zweiten Schaltkupplung 95 ist, die als Eingangselement dieselbe Scheibe 93 wie die Schaltkupplung 92 oder eine zweite Scheibe 93 hat. Das Zahnrad 94 befindet sich, in Richtung der Achsen 23 und 33 gesehen, genau auf Höhe des Zahnrades 10 73. Die beiden Zahnräder 73 und 94 sind über einen Zahnriemen 96 miteinander gekoppelt. Der Durchmesser des Zahnrades 94 ist größer als derjenige des Zahnrades 73, so daß bei einem Antrieb des Zahnrades 94 die Drehzahl diese Zahnrades in eine höhere Drehzahl des Zahnrades 73 übersetzt wird.

15 Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 7 besitzt der Elektromotor 75 eine volle Motorwelle 97, über die wie mit der Hohlwelle 76 über Schaltkupplungen 92 und 95 die zwei unterschiedlichen Bewegungen der Schnecke herbeigeführt werden können. Eingangselement der beiden Schaltkupplungen 92 und 95 ist wiederum eine Kupplungsscheibe 93, die nahe am einen Ende der Motorwelle 97 auf dieser 20 axial verschiebbar, aber drehfest geführt ist. Das Ausgangselement der Schaltkupplung 95 ist wiederum ein Zahnrad 94, das mit dem Zahnrad 73 über den Zahnriemen 96 gekoppelt ist. Das Ausgangselement der Schaltkupplung 92 ist nun ein weiteres Zahnrad 98, das auf einem Lagerzapfen der Motorwelle 97 drehbar gelagert ist und in eine senkrecht zur Motorwelle 97 verlaufende Zahnstange 25 99 eingreift, über die sich die Schnecke axial verfahren läßt. Der aus dem Zahnrad 98 und der Zahnstange 99 bestehende Zahnstangentrieb des Ausführungsbeispiel nach Figur 7 und der aus der Spindelmutter 91 und der Gewindespindel 77 bestehende Gewindetrieb des Ausführungsbeispiel nach Figur 6 entsprechen sich.

30

Zwischen der Gewindespindel 77 bzw. der Zahnstange 99 und der Keilwelle 14 ist auch bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 6 und 7 ein hydraulischer

Kraftübersetzer 40 eingefügt, der wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 aussieht und der einen als Differenzkolben 46 ausgebildeten und über eine Kolbenstange 47 an der Spindel 77 befestigten Eingangskolben und einen als Differenzkolben 49 ausgebildeten Ausgangskolben aufweist. Auf der einen Seite des Kolbens 46 befindet sich der Druckraum 42 und auf der anderen Seite der Druckraum 57. Der Kolben 49 grenzt an den Druckraum 43, der fluidisch mit dem Druckraum 42 verbunden ist, und an den Druckraum 58 an, der mit dem Druckraum 57 fluidisch verbunden ist. Ein Vergleich der beiden Ausführungsbeispiele nach den Figuren 6 und 7 zeigt, daß die hydrostatische Kraftübertragung mit dem Kraftübersetzer 40 eine hohe Flexibilität in der Anordnung einzelner Bauteile mit sich bringt, da sich die beiden Komponenten 41a und 41b des Kraftübersetzers grundsätzlich beliebig zueinander anordnen lassen.

Um Kunststoffgranulat zu plastifizieren, wird bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 6 und 7 die Schaltkupplung 95 betätigt und der Elektromotor 75 in die eine Richtung drehend angesteuert. Über die Kupplungsscheibe 93 wird das Zahnrad 94 und über den Zahnriemen 96 und das Zahnrad 73 die Schnecke drehend angetrieben. Dadurch wird Kunststoffmaterial vor das Ende der Schnecke gefördert. Dort entsteht ein Staudruck, der zu einer Rückwärtsbewegung der Schnecke und mit dieser des Kolbens 49 im Sinne einer Verkleinerung des Druckraums 43 führt. Aus dem Druckraum 43 wird Druckflüssigkeit über die Leitung 44 in den Druckraum 42 verdrängt und dadurch der Kolben 46 einschließlich Gewindespindel 77 bzw. Zahnstange 99 verschoben. Dies geschieht bei geöffneter Schaltkupplung 92. Ohne weitere Maßnahmen wäre der Staudruck undefiniert. Um einen gewünschten Staudruck regeln zu können, kann bei den beiden Ausführungsbeispielen nach den Figuren 6 und 7 das Ausgangselement der Schaltkupplung 92, also die Spindelmutter 91 bzw. das Zahnrad 98 durch eine Bremse 100 definiert abgebremst werden, so daß sich das Ausgangselement 91 bzw. 98 nur gegen einen Widerstand drehen läßt. Dieser Widerstand kann durch verschieden starkes Bremsen variiert werden, um den gewünschten Staudruck zu erhalten. Erfassen läßt sich der Staudruck zum Beispiel durch eine Messung des in den Druckräumen 43 und 42 herrschenden Drucks.

Anstelle einer Bremse 100 kann auch ein (kleiner) elektrischer Staudruckmotor verwendet werden, von dem auf die Spindelmutter 91 bzw. auf das Zahnrad 98 ein Drehmoment ausgeübt wird.

5

Zum Einspritzen von Kunststoff in die Form ist die Schaltkupplung 95 offen und die Schaltkupplung 92 betätigt. Der Elektromotor 75 wird in eine Richtung drehend angesteuert, daß die Gewindespindel die Kolbenstange 47 in das Zylindergehäuse 41a hineinbewegt. Der Kolben 46 verdrängt Druckflüssigkeit aus dem Druckraum 42 über die Leitung 44 in den Druckraum 43. Dadurch wird der Ausgangskolben 49 des Kraftübersetzers 40 und mit ihm das Bauteil 9 mitsamt der Schnecke 10, in der Ansicht nach den Figuren 6 und 7 nach links bewegt. Für diese Bewegung muß vom Kolben 49 eine bestimmte Kraft aufgebracht werden. Die vom Elektromotor 75 aufzubringende Kraft ist um einen Faktor kleiner, der gleich dem Verhältnis der Größe der Wirkflächen der beiden Kolben 49 und 46 ist. Der vom Eingangskolben 45 bzw. 46 zurückgelegte Weg ist um einen Faktor gleich dem reziproken Verhältnis größer als der Weg des Ausgangskolbens 49. Durch Druckfassung in einem der Druckräume 42 und 43 des hydraulischen Kraftübersetzers kann ein gewünschter Einspritzdruck genau eingehalten werden.

20

Als Variante zu den beiden Ausführungsbeispielen nach den Figuren 6 und 7 ist eine Antriebsvorrichtung denkbar, bei der die Schaltkupplung 92 durch eine stetig verstellbare Kupplung ersetzt ist, wobei dann für die beiden Kupplungen zwei Eingangselemente vorhanden sind. Dann könnte beim Plastifizieren ein Staudruck durch eine entsprechende Betätigung der Kupplung 92 eingestellt werden. Dazu dreht dann der Elektromotor 75 zum Plastifizieren in eine Richtung, die der Drehrichtung der Spindelmutter 91 bzw. des Zahnrades 98 beim Zurückfahren der Gewindespindel 77 bzw. der Zahnstange 99 entgegengesetzt ist.

25

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 8 ist ein Bauteil 9 mit Schnecke 10, Stange 13 und Keilwelle 14 wie bei den Ausführungen nach den Figuren 1 bis 3 von einem eine Hohlwelle 21 aufweisenden Elektromotor 20 drehend antreibbar.

30

Der zweite Elektromotor ist wiederum ein elektrischer Linearmotor 30 mit einem längs einer Achse 33 bewegbaren Sekundärteil 32.

Die Einrichtung zur Kraftübersetzung ist nun ein zweiarmiger Hebel 85 mit einem
5 langen Hebelarm 86 und mit einem kurzen Hebelarm 87. Die Drehachse 88 des Hebels 85 steht senkrecht auf der durch die beiden Achsen 23 und 33 aufgespannten Ebene. Ihr Abstand von der Achse 33 ist etwa 3,5 mal größer als ihr Abstand von der Achse 23. Das Bauteil 9 stützt sich mit der Keilwelle 14 über ein
10 Zwischenstück 89, das in der durch die beiden Achsen 23 und 33 aufgespannten Ebene sowohl gegenüber der Keilwelle 14 als auch gegenüber dem Hebel 85 verschwenkbar ist, am kurzen Hebelarm 87 ab. Das Sekundärteil 32 des Elektromotors 30 stützt sich über ein gleiches schwenkbares Zwischenstück 89 am langen Hebelarm 86 ab. Das Zwischenstück 89 zwischen der Keilwelle 14 und dem Hebel 85 ist so gelagert, daß sich die Keilwelle ohne ein Mitdrehen des Zwischenstücks
15 89 drehen kann.

In einer Mittelposition der Schnecke 10 zwischen den beiden Endpunkten ihres axialen Verschiebeweges liegen die beiden Zwischenstücke 89 in den Achsen 23 und 33. Ihre Angriffsstellen am Hebel 85, die sich bezüglich der Drehachse 88
20 diametral gegenüberliegen, befinden sich auf einer senkrecht zu den Achse 23 und 33 verlaufenden Linie.

Zum Plastifizieren von Kunststoffmaterial dreht der Elektromotor 20 die Schnecke 10, wobei diese in Richtung des Pfeiles A zurückwandert und der Hebel 85 in der
25 Ansicht nach Figur 6 im Uhrzeigersinn verschwenkt wird. Dabei ändert sich die Lage der Kraftüberleitungsstellen zwischen den Zwischenstücken 89 und dem Hebel 85 bezüglich der Achsen 23 und 33. Diese Änderung wird durch die Schwenkbarkeit der Zwischenstücke 89 ausgeglichen. Das Sekundärteil 32 des Elektromotors 30 wandert entgegen der Richtung des Pfeiles A zurück. Der wäh-
30 rend des Plastifizierens gewünschte Staudruck wird durch eine entsprechende Bestromung des Elektromotors 30 erhalten.

Zum Einspritzen von Kunststoffmaterial in eine Form wird der Elektromotor 30 stärker bestromt, so daß das Sekundärteil 32 in Richtung des Pfeiles A nach rechts wandert und über den Hebel 85 die Schnecke 10 entgegen dem Pfeil A nach links verschiebt. Wegen der Hebelübersetzung von etwa 3,5 ist dabei die auf die Schnecke wirkende Kraft 3,5 mal so groß wie die vom Elektromotor 30 ausgeübte Kraft.

Gemäß Figur 9 besitzt eine in ihrer Gesamtheit nicht näher dargestellte Kunststoffspritzgießmaschine eine Einspritzeinheit 110 mit einem Gehäuse 111, an dem der Plastifizierzylinder 11 angeordnet ist. An dem Gehäuse 111 ist drehbar und axial verschiebbar ein Einspritzmechanismus gelagert, der die Schnecke 10 umfaßt, die sich im wesentlichen innerhalb des Plastifizierzylinders 11 befindet. Ein einer nicht dargestellten Einspritzform zugewandtes, kegeliges Ende des Plastifizierzylinders 11 ist als Einspritzdüse 112 ausgebildet. Außerhalb des Plastifizierzylinders 11 schließt sich an die Schnecke 10 nach einer Freilaufkupplung 113 die Keilwelle 14 an, die mit axial verlaufenden Keilen und Nuten versehen ist. Dieser folgt eine Gewindespindel 114, die ein Kugelrollgewinde aufweist und an deren freiem Ende eine Scheibe 115 befestigt ist. Diese ist Teil eines Kugellagers 116. Die Gewindespindel ist ein Tribelement eines Gewindetriebs und steht mit einer Spindelmutter 117, die das zweite Tribelement ist, über Kugeln in Eingriff. Die Spindelmutter 117 ist axial entgegen der Bewegungsrichtung der Schnecke 10 beim Einspritzen über ein Axiallager 118 an dem Gehäuse 111 abgestützt. Sie ist frei auf der Gewindespindel drehbar und kann durch eine Bremse 119 gegen eine Drehung relativ zu dem Gehäuse 111 blockiert werden

Die Keilwelle 14 wird von dem Zahnrad 73 umgeben, das axial ortsfest am Maschinengestell 146 drehbar gelagert ist und mit Keilen und Nuten an seinem Innendurchmesser in die Keile und Nuten der Keilwelle 14 eingreift. Das Zahnrad 73 ist über einen Zahnriemen mit dem auf der Motorwelle eines Elektromotors 71 sitzenden Ritzel 72 gekoppelt. Von dem Elektromotor 71, der an dem Gehäuse 111 oder am Maschinengestell 146 montiert ist, können also die Schnecke 10 und die Keilwelle 14 des Einspritzmechanismus drehend angetrieben werden. Dieser

Antrieb dient dem Plastifizieren von Kunststoffgranulat und dem Fördern der plastifizierten Masse in den sich innerhalb des Plastifizierzylinders 11 befindlichen Raum zwischen dem Ende der Schnecke 10 und der Düse 112. Zum Plastifizieren dreht der Elektromotor 71 die Keilwelle 14 in eine solche Richtung, daß die Drehung über den Freilauf 113 auf die Schnecke 10 übertragen wird.

Der Elektromotor 71 dient nicht nur zum Drehen der Schnecke 10, sondern wird auch dazu verwendet, um zusammen mit dem zweiten Elektromotor 75 die Schnecke zum Einspritzen von Kunststoff in die Form axial zu verschieben. Dazu ist der Gewindetrieb mit der Gewindespindel 114 und mit der Spindelmutter 117 vorhanden. Zum Plastifizieren dreht der Elektromotor 71 in die eine Richtung und zum Einspritzen in die entgegengesetzte Richtung. Damit beim Einspritzen die Schnecke nicht mitdreht, ist zwischen dieser und der Keilwelle 14 der Freilauf 113 eingefügt.

Am Gehäuse 111 der Einspritzeinheit 110 sind der Zylinder 128 einer Kolben-Zylinder-Einheit 130 und der Zylinder 129 einer Kolben-Zylinder-Einheit 131 befestigt. Die Kolben-Zylinder-Einheit 130 fluchtet mit ihrer Achse mit der Achse der Schnecke 10, der Keilwelle 14 und der Gewindespindel 114 und besitzt einen Differenzkolben 132 mit einer Kolbenstange 133, die an ihrem freien Ende eine Scheibe 134 mit einem die Scheibe 115 der Gewindespindel 114 axial überragenden Kragen aufweist. Die Scheiben 115 und 134 sind Teile des Wälzlagers 116, das die Verdrehbarkeit der Gewindespindel 114 relativ zur Kolbenstange 133 gewährleistet und das zwischen der Kolbenstange 130 und der Gewindespindel 114 Axialkräfte nach beiden Richtungen übertragen kann. Der Differenzkolben 132 teilt das Innere des Zylinders 128 in einen kolbenstangenseitigen, ringförmigen Zylinderraum 135 und in einen kolbenstangenabseitigen, kreiszyllindrischen Zylinderraum 136 auf.

Die Kolben-Zylinder-Einheit 131 besitzt einen Gleichgangkolben 137, der beidseits mit gleich dicken Kolbenstangen 138 versehen ist und somit das Innere des Zylinders 129 in zwei im Querschnitt gleiche, ringförmige Zylinderräume 139 und 140

aufteilt. Die beiden Kolbenstangen 138 sind in nicht näher dargestellter Weise am Maschinengestell 146 befestigt. Der Kolben 137 bleibt also bezüglich des Maschinengestells 146 in Ruhe.

5 Antriebsquelle für die geradlinige Bewegung der Einspritzeinheit zum Anlegen der Düse 112 an die Form und zum Wegfahren der Düse von der Form sowie zusammen mit dem Elektromotor 71 für die axiale Bewegung des Einspritzmechanismus ist ein zweiter rotierender Elektromotor 75, der unterhalb der Einspritzeinheit 110 in nicht näher dargestellter Weise am Maschinengestell 146 so befestigt
10 ist, daß seine Achse parallel zur Achse des Einspritzmechanismus und damit parallel zur Richtung der geradlinigen Bewegungen der Einspritzeinheit und des Einspritzmechanismus verläuft. Auf der Motorwelle 147 sitzt verdrehsicher ein Ritzel 148, das über einen Zahnriemen 149 mit einer axial ortsfest am Maschinengestell 146 gelagerten und außen verzahnten Spindelmutter 150 gekoppelt ist. Die Spindel-
15 delmutter 150 ist innen mit einem Kugelrollgewinde versehen. Durch sie geht eine Gewindespindel 151 hindurch, die mit einem als Kugelrollgewinde ausgebildeten Außengewinde versehen ist. Kugeln 152 greifen in das Innengewinde der Spindel-
delmutter 150 und in das Außengewinde der Gewindespindel 151 ein, so daß diese beiden Teile über ein Schraubgelenk miteinander verbunden sind. Die Gewin-
20 despindel 151 ist in nicht näher dargestellter Weise geradlinig geführt, kann sich also nicht drehen, so daß sie sich bei Drehung der Spindelmutter 150 je nach Drehrichtung geradlinig in die eine oder in die entgegengesetzte Richtung bewegt. Der Elektromotor 75 kann nach zwei Richtungen drehen. An jedem Ende trägt die Gewindespindel 151 eine Scheibe 153 bzw. 154, die das Eingangselement einer
25 elektromagnetisch betätigbaren Schaltkupplung 155 bzw. 156 darstellt.

Vor jeder Eingangskupplungsscheibe 153, 154 ist in Flucht zu der Gewindespindel 151 eine Kolben-Zylinder-Einheit 160 bzw. 180 angeordnet. Die Kolben-Zylinder-Einheit 160 hat in einem Zylindergehäuse 161 einen Differenzkolben 162 mit einer
30 Kolbenstange 163, die in Richtung auf die Gewindespindel 151 zu aus dem Zylindergehäuse 161 herausragt. An ihrem äußeren Ende trägt die Kolbenstange 163 eine Scheibe 164, die das Ausgangselement der Schaltkupplung 155 darstellt und

in sich eine elektrische Spule 165 aufnimmt und zusammen mit der Scheibe 153 an der Gewindespindel 151 die elektromagnetisch betätigbare Schaltkupplung 155 bildet. Der Differenzkolben 162 teilt das Innere des Zylindergehäuses 161 in einen kolbenstangenseitigen, ringförmigen Zylinderraum 166 und in einen kolbenstangenabseitigen, kreiszylindrischen Zylinderraum 167 auf. Der Zylinderraum 166 ist über eine hydraulische Leitung 168 dauernd mit dem Zylinderraum 135 der Kolben-Zylinder-Einheit 130 fluidisch verbunden. Vom Zylinderraum 167 führt eine hydraulische Leitung 169 zum Zylinderraum 136 der Kolben-Zylinder-Einheit 130. In dieser Leitung 169 befindet sich ein elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wege-Sitzventil 175, dessen Ruhestellung die Sperrstellung ist, in der es den Zylinderraum 136 leakagefrei zum Zylinderraum 167 absperrt, und das durch den Elektromagneten 186 in eine Durchgangsstellung gebracht werden kann. Die an den Zylinderraum 167 angrenzende Wirkfläche 170 des Hydraulikkolbens 162 ist wesentlich kleiner als die an den Zylinderraum 136 angrenzende Wirkfläche 171 des Hydraulikkolbens 132. Die Querschnitte der Kolbenstangen 133 und 163 sind derart aufeinander abgestimmt, daß das Verhältnis der gegenüberliegenden Wirkflächen der Hydraulikkolben 162 und 132 gleich dem Verhältnis der Wirkflächen 171 und 170 zueinander ist. Das gleiche Verhältnis, das zwischen den Querschnitten der Zylinderräume 167 und 136 besteht, haben dann auch die Querschnitte der Kolbenstangen 163 und 133 zueinander. Wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 7 wird zwischen den beiden Kolben-Zylinder-Einheiten 160 und 130 die Kraft übersetzt. Bei einer Kraftübersetzung zwischen den beiden Kolben-Zylinder-Einheiten 130 und 160 kann ein hoher Einspritzdruck aufgebracht werden, ohne daß der Gewindetrieb 150, 151 und der Zahnriemen 149 zu sehr belastet werden. Auch kann ein kleiner Elektromotor 75 verwendet werden.

Die Kolben-Zylinder-Einheit 180 vor der anderen Stirnseite der Gewindespindel 151 hat einen sich in einem Zylindergehäuse 181 befindlichen Gleichgangkolben 182, der beidseits jeweils eine Kolbenstange 183 aufweist. Die beiden Kolbenstangen haben gleichen Querschnitt und treten aus dem Zylindergehäuse 181 an gegenüberliegenden Stirnseiten aus. Die zur Gewindespindel 151 hin gerichtete Kolbenstange 183 trägt an ihrem Ende eine Scheibe 184, die in sich eine Spule

185 aufnimmt und die als Ausgangselement zusammen mit der Kupplungsscheibe 154 an der Gewindespindel 151 die zweite Schaltkupplung 156 bildet. Der Gleichgangkolben 182 teilt das Innere des Zylindergehäuses 181 in zwei im Querschnitt übereinstimmende Zylinderräume 186 und 187 auf. Der Zylinderraum 186 ist über
5 eine hydraulische Leitung 188 dauernd mit dem Zylinderraum 140 der Kolben-Zylinder-Einheit 131 fluidisch verbunden. Vom Zylinderraum 187 der Kolben-Zylinder-Einheit 180 führt eine Leitung 189 zum Zylinderraum 139 der Kolben-Zylinder-Einheit 131. In dieser Leitung 189 befindet sich ein 2/2-Wege-Sitzventil 195, das in Ruhe seine Durchgangsstellung einnimmt und durch den Elektroma-
10 gneten 196 in eine Sperrstellung gebracht werden kann, in der der Zylinderraum 139 zum Zylinderraum 187 abgesperrt ist.

Gemäß Figur 9 sind die Querschnitte der Zylinderräume 186 und 187 der Kolben-Zylinder-Einheit 180 größer als die Querschnitte der Zylinderräume 139 und 140
15 der Kolben-Zylinder-Einheit 131. Dies bedeutet, daß man eine Kraftumsetzung und eine Wegübersetzung zwischen den beiden Kolben-Zylinder-Einheiten hat. Es genügt somit ein relativ kleiner Weg des Hydraulikkolbens 182 und damit der Gewindespindel 151, um die Einspritzdüse von ihrer Ruhestellung in Anlage an die Form und wieder zurück zu bringen.

20

In Figur 9 sei die Einspritzeinheit 110 in einem Zustand gezeigt, in den sich die Einspritzdüse 112 in einem Abstand von der Einspritzform befindet. Nach dem Plastifizieren einer entsprechenden Menge an Kunststoffmaterial befinden sich die Schnecke 10 und der gesamte Einspritzmechanismus sowie der Hydraulikkolben
25 132 mit der Kolbenstange 133 in einer zurückgezogenen Position. In der Teilfigur 10a sind schematisch die entsprechenden Positionen der Gewindespindel 151 sowie der Eingangskupplungsscheiben 153, 154 und der Ausgangskupplungsscheiben 164 und 184 der beiden Schaltkupplungen 155 und 156 gezeigt. Diese stimmen mit den Positionen aus Figur 9 überein.

30

Zum Einspritzen von Kunststoff in die Form muß nun zunächst die Düse 112 an die Form herangefahren werden. Dazu wird der Elektromotor 75 in eine Drehrich-

tung angesteuert, daß sich die Gewindespindel 151 in der Ansicht nach den Figuren 9 und 10 nach links auf die Kupplungsscheibe 164 der Kupplung 155 zu bewegt. Die Schaltkupplung 156 ist betätigt, so daß die beiden Kupplungsscheiben 154 und 184 der Schaltkupplung 156 aneinander haften, der Hydraulikkolben 182 der Kolben-Zylinder-Einheit 180 also der Gewindespindel 151 folgt. Es wird
5 Druckmittel aus dem Zylinderraum 187 über die Leitung 189 und das offene Sperrventil 195 in den Zylinderraum 139 der Kolben-Zylinder-Einheit 131 verdrängt. Dadurch bewegt sich die gesamte Einspritzeinheit 110 nach links. Nach dem zum Anlegen der Düse 112 an die Form notwendigen Weg der Gewindespindel 151 hat, wie in Figur 10b gezeigt, die Kupplungsscheibe 153 die Kupplungsscheibe 164 der anderen Schaltkupplung 155 erreicht. Nun wird zunächst das Sperrventil 195 in seine Sperrstellung gebracht und dann die Kupplung 156 unwirksam geschaltet. Aus dem Zylinderraum 139 der Kolben-Zylinder-Einheit 131 kann kein Druckmittel abfließen, so daß die Einspritzeinheit mit der Einspritzdüse
10 112 an der Form verbleibt. Der Elektromotor 75 dreht weiter in dieselbe Richtung, so daß sich die Gewindespindel 151 weiter nach links bewegt und im folgenden über die Kupplungsscheiben 153 und 164 die Kolbenstange 163 und den Hydraulikkolben 162 nach links verschiebt. Dadurch wird Druckmittel aus dem Zylinderraum 167 der Kolben-Zylinder-Einheit 160 über die Leitung 169 und das aufgemachte Wegeventil 175 in den Zylinderraum 136 der Kolben-Zylinder-Einheit 130 verdrängt. Der Hydraulikkolben 132 verschiebt den Einspritzmechanismus 113
20 nach links, so daß Kunststoffmaterial in die Form eingespritzt wird. Die Positionen der Gewindespindel 151 und der verschiedenen Kupplungsscheiben am Ende des Einspritzvorgangs sind in der Teilfigur 10c gezeigt. Während die Gewindespindel 151 über die Kupplungsscheibe 153 die Kupplungsscheibe 164 vor sich herschiebt, kann die Kupplung 155 auch wirksam geschaltet sein. Dann ist es möglich, die zu bewegende Komponente der Kunststoffspritzgießmaschine von der Antriebsquelle her auch abzubrem sen.

30 Am Ende der Einspritzbewegung wird das Ventil 175 in seine Sperrstellung gebracht, so daß der Einspritzmechanismus 113 in seiner vordersten Position verbleibt. Der Elektromotor 75 wird in die umgekehrte Drehrichtung angesteuert und

dadurch die Gewindespindel 151 nach rechts verfahren. Die Kupplung 155 ist unwirksam. Wenn die Gewindespindel 151 den zum Einspritzen zurückgelegten Weg in die umgekehrte Richtung überfahren hat, stößt sie mit der Kupplungsscheibe 154 auf die Kupplungsscheibe 184 der Schaltkupplung 156. Kurz vorher wird das Sperrventil 195 wieder in seine Durchgangsstellung gebracht. Nun kann der Hydraulikkolben 182 nach rechts verschoben werden, wobei Druckmittel aus dem Zylinderraum 186 in den Zylinderraum 140 und aus dem Zylinderraum 139 in den Zylinderraum 187 verdrängt wird. Die Einspritzeinheit 110 wird von der Einspritzform weg bewegt. Die Endstellung der Gewindespindel 151 und der verschiedenen Kupplungsscheiben ist in der Teilfigur 10d gezeigt. Dann wird das Sperrventil 195 wieder in seine Sperrstellung gebracht, so daß die Einspritzeinheit 110 in ihrer Position blockiert ist. Die Schaltkupplung 156 wird gelöst. Der Elektromotor 75 wird wieder in ersterer Drehrichtung angesteuert, so daß die Gewindespindel 151 nach links an die Kupplungsscheibe 164 der Schaltkupplung 155 heranfährt, wie dies in der Teilfigur 10e gezeigt ist.

Zum Einspritzen von Kunststoff wird außer dem Elektromotor 75 auch der Elektromotor 71 angesteuert. Und zwar dreht der Elektromotor 71 in eine Richtung, daß der Freilauf 113 die Drehung der Keilwelle 14 nicht auf die Schnecke 10 überträgt. Die Bremse 119 blockiert die Spindelmutter 117 gegen Drehen, so daß sich die Gewindespindel mit einer durch die Drehzahl des Elektromotors 71 bestimmten Geschwindigkeit nach links bewegt. Dabei ist über den Gewindetrieb 114, 117 nur ein Teil der zum Verschieben notwendigen Kraft aufzubringen. Der größere Teil der Kraft wird von dem Hydrozylinder 130 ausgeübt, so daß der Gewindetrieb nicht übermäßig belastet wird. Andererseits können wegen der größeren Steifigkeit der mechanische Kraftübertragung vom Elektromotor 71 über den Gewindetrieb 114, 117 auf die Schnecke die Sollgeschwindigkeit der Schnecke und der Einspritzdruck sehr genau eingehalten werden, indem der Elektromotor 71 in seiner Drehzahl oder in seinem Drehmoment verändert wird.

30

Zum Plastifizieren von Kunststoff wird der Elektromotor 71 so angesteuert, daß er die Keilwelle in eine Richtung dreht, in der der Freilauf 113 die Drehung auf die

Schnecke 10 überträgt. Der Einspritzmechanismus mitsamt Schnecke 10 wird in eine solche Richtung gedreht, daß Kunststoffmaterial vor die Schnecke gefördert wird. Dort baut sich ein gewisser Druck auf, der den Einspritzmechanismus mitsamt dem Hydraulikkolben 132 nach hinten im Sinne einer Verkleinerung des Zylinderraums 136 der Kolben-Zylinder-Einheit 130 verschieben will. Bei in Durchgangsstellung befindlichem Sperrventil 175 kann nun durch die von dem Elektromotor 75 gesteuerte Geschwindigkeit, mit der sich die Gewindespindel 151 nach rechts bewegt und dadurch ein Verdrängen von Druckmittel aus dem Zylinder-
raum 136 der Kolben-Zylinder-Einheit 130 über das Ventil 175 und die Leitung
169 in den Zylinderraum 167 der Kolben-Zylinder-Einheit 160 zuläßt, ein bestimmter Staudruck eingestellt oder ein bestimmtes Staudruckprofil abgefahren werden. Ein bestimmter Zustand der Gewindespindel 151 und der Kupplungs-
scheiben der Kupplungen 155 und 156 während des Plastifizierungsvorganges ist in der Teilfigur 10f gezeigt. Am Ende des Plastifizierungsvorganges hat die Kupplungs-
scheibe 164 wieder die in der Teilfigur 10a gezeigte Position erreicht. Die Spindel-
mutter 117 kann sich während des Plastifizierens unter axialer Abstützung über das Axiallager 118 frei drehen und behindert nicht die Bewegung der Gewindespindel 114 und damit des Einspritzmechanismus nach hinten.

Patentansprüche

1. Einspritzaggregat für eine Kunststoffspritzgießmaschine mit einer Schnecke (10), die zum Plastifizieren von Kunststoff über ein Antriebsteil (14) drehend antreibbar ist,
5 (14) drehend antreibbar ist,
und mit einem Elektromotor (30, 75), der einen gestellfest angeordneten Teil (31) und ein demgegenüber geradlinig bewegbares Ausgangsteil (32, 77) aufweist, über das zum Einspritzen von Kunststoff in eine Form die Schnecke (10) axial verfahrbar ist,
10 **dadurch gekennzeichnet**, daß das Antriebsteil (14) im Kraftfluß zwischen dem Elektromotor (30, 75) und der Schnecke (10) liegt, so daß ein Drehmoment zum Drehen der Schnecke (10), von der Schnecke (10) aus betrachtet, vor dem Elektromotor (30, 75) in das Antriebsteil (14) eingeleitet wird, und daß zwischen dem Ausgangsteil (32, 77) des Elektromotors (30, 75) und dem Antriebsteil (14) eine
15 Einrichtung (40) zur Kraftübersetzung angeordnet ist.

2. Einspritzaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (14) von einem ersten Elektromotor (20, 71) drehend antreibbar ist und die Schnecke (14) vom zweiten Elektromotor (30, 75) axial verfahrbar ist und
20 daß ein vom ersten Elektromotor (20, 71) erzeugtes Drehmoment, von der Schnecke (10) aus betrachtet, vor dem zweiten Elektromotor (30, 75) in das Antriebsteil (14) eingeleitet wird.

3. Einspritzaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
25 der zweite Elektromotor (30) ein elektrischer Linearmotor ist.

4. Einspritzaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (75) zum Verfahren der Schnecke (14) ein elektrischer Rotationsmotor ist und daß die Drehbewegung eines rotierenden Teils (76) des elektrischen Rotationsmotors (75) über einen Gewindetrieb in eine geradlinige Bewegung des Ausgangsteils (77) umsetzbar ist.
30

5 5. Einspritzaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (75) zum Verfahren der Schnecke (14) ein elektrischer Rotationsmotor ist und daß die Drehbewegung eines rotierenden Teils (76) des elektrischen Rotationsmotors (75) über einen Zahnstangentrieb in eine geradlinige Bewegung des Ausgangsteils (77) umsetzbar ist.

10 6. Einspritzaggregat nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (33) des Elektromotors (30, 75) zum Verfahren der Schnecke (14) von der Achse (23) der Schnecke (10) und des Antriebsteils (14) einen Abstand hat und daß der Elektromotor (30, 75) seitlich neben Schnecke (10) und Antriebsteil (14) angeordnet ist.

15 7. Einspritzaggregat nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsteil (32, 77) des Elektromotors (30, 75) und das Antriebsteil (14) jeweils in entgegengesetzte Richtungen axial bewegt werden und eine axiale Bewegung des Ausgangsteils (32, 77) durch die Einrichtung (40) zur Kraftübersetzung in die entgegengesetzte axiale Bewegung des Antriebsteils (14) umgesetzt wird.

20 8. Einspritzaggregat nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Antriebsteil (14) und einem Ausgangsteil (48) der Einrichtung (40) zur Kraftübersetzung ein Axialwälzlager (53) angeordnet ist.

25 9. Einspritzaggregat nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (40) zur Kraftübersetzung einen um eine Drehachse (88) schwenkbaren Hebel (85) umfaßt und daß die Krafteinleitung zwischen dem Ausgangsteil (32) des Elektromotors (30) und dem Hebel (85) in einem wesentlichen größeren Abstand von der Drehachse (88) erfolgt als die Krafteinleitung zwischen Hebel (85) und Antriebselement (14).

30 10. Einspritzaggregat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel (85) ein zweiarmiger Hebel ist, an dem sich die Stellen der Krafteinleitung in etwa diametral gegenüberliegen.

11. Einspritzaggregat nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Hebel (85) und dem Antriebsteil (14) und zwischen dem Hebel (85) und dem Ausgangsteil (32) des Elektromotors (30) jeweils ein kippbares Zwischen-
5 schenteil (89) angeordnet ist.

12. Einspritzaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (40) zur Kraftübersetzung eine hydraulische Einrichtung ist, die zwei bewegliche Kolben, nämlich einen Eingangskolben (45, 46)
10 und einen Ausgangskolben (48, 49), aufweist, von denen jeder einen mit einer Druckflüssigkeit gefüllten Druckraum (42, 43) abschließt und die sich in der Größe ihrer den jeweiligen Druckraum (42, 43) begrenzenden Wirkflächen (55, 56) voneinander unterscheiden, daß die beiden Druckräume (42, 43) fluidisch miteinander verbunden sind und daß der die kleinere Wirkfläche (55) aufweisende Ein-
15 gangskolben (45, 46), der zum Einspritzen von Kunststoff und zum entsprechenden Verfahren der Schnecke (10) im Sinne einer Verkleinerung des an ihn angrenzenden Druckraums (42) bewegt wird, mit dem Ausgangsteil (32, 77) des Elektromotors (30, 75) und der die größere Wirkfläche (56) aufweisende Ausgangskolben (48, 49) mit dem Antriebsteil (14) gekoppelt ist.

13. Einspritzaggregat nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingangskolben (46) und der Ausgangskolben (49) jeweils als Differenzkolben ausgebildet sind und auf der dem ersten Druckraum (42, 43) abgelegenen Seite mit einer ringförmigen, zweiten Wirkfläche jeweils einen zweiten Druckraum (57, 58) begrenzen und daß die beiden zweiten Druckräume (57, 58) fluidisch miteinander verbunden sind.
20

14. Einspritzaggregat nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Größenverhältnis zwischen den zweiten Wirkflächen dasselbe wie das Größen-
30 verhältnis zwischen den ersten Wirkflächen (55, 56) von Eingangskolben (46) und Ausgangskolben (49) ist.

15. Einspritzaggregat nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgangskolben (49) als Differenzkolben ausgebildet ist, der auf der dem ersten Druckraum (43) abgelegenen Seite mit einer ringförmigen, zweiten Wirkfläche einen zweiten Druckraum (58) begrenzt, daß dieser zweite Druckraum (58) fluidisch mit einem dritten Druckraum (65) verbunden ist, daß ein weiterer Elektromotor (70) vorhanden ist und daß von diesem ein in den dritten Druckraum (65) eintauchender Kolben (66) verfahrbar ist.

17. Einspritzaggregat nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (14) über ein Schubgelenk mit einem axial ortsfesten Teil (21) des ersten Elektromotors (20) oder mit einem rotierend antreibbaren und axial ortsfesten Teil (73, 79) gekoppelt ist.

18. Einspritzaggregat nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Elektromotor (20) eine rotierende Hohlwelle (21) aufweist, durch die sich das Antriebsteil (14) erstreckt und mit der das Antriebsteil (14) über eine Keilverzahnung (15, 22) gekoppelt ist.

19. Einspritzaggregat nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Elektromotor (71) seitlich des Antriebsteils (14) angeordnet ist und daß das Antriebsteil (14) vom ersten Elektromotor (71) über ein Getriebe 872, 73; 78, 79, 80) rotierend antreibbar ist.

20. Einspritzaggregat nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (75) zum Verfahren der Schnecke (14) ein elektrischer Rotationsmotor ist und daß von diesem Elektromotor (75) die Schnecke (14) über eine erste schaltbare Kupplung axial verfahrbar und über eine zweite schaltbare Kupplung drehend antreibbar ist.

21. Einspritzaggregat nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnecke (14) über ein Riemengetriebe drehend antreibbar ist.

22. Einspritzaggregat nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Kupplung ein gemeinsames vom Elektromotor (75) antreibbares Eingangselement haben.

5 23. Einspritzaggregat nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei gelöster erster Kupplung ein Staudruck im plastifizierten Kunststoffmaterial durch eine definierte Betätigung einer Bremse oder durch definierte Ansteuerung eines elektrischen Staudruckmotors eingestellt wird.

10 24. Antriebsvorrichtung nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gewindetrieb (101, 102) mit zwei miteinander in Eingriff stehenden Triebelementen (101, 102) vorhanden ist, von denen das eine Triebelement (101) vom ersten Elektromotor (24) drehend antreibbar ist und von denen ein Triebelement (101) zwischen der Einrichtung (40) zur Kraftübersetzung und
15 der Schnecke (14) angeordnet ist.

1/10

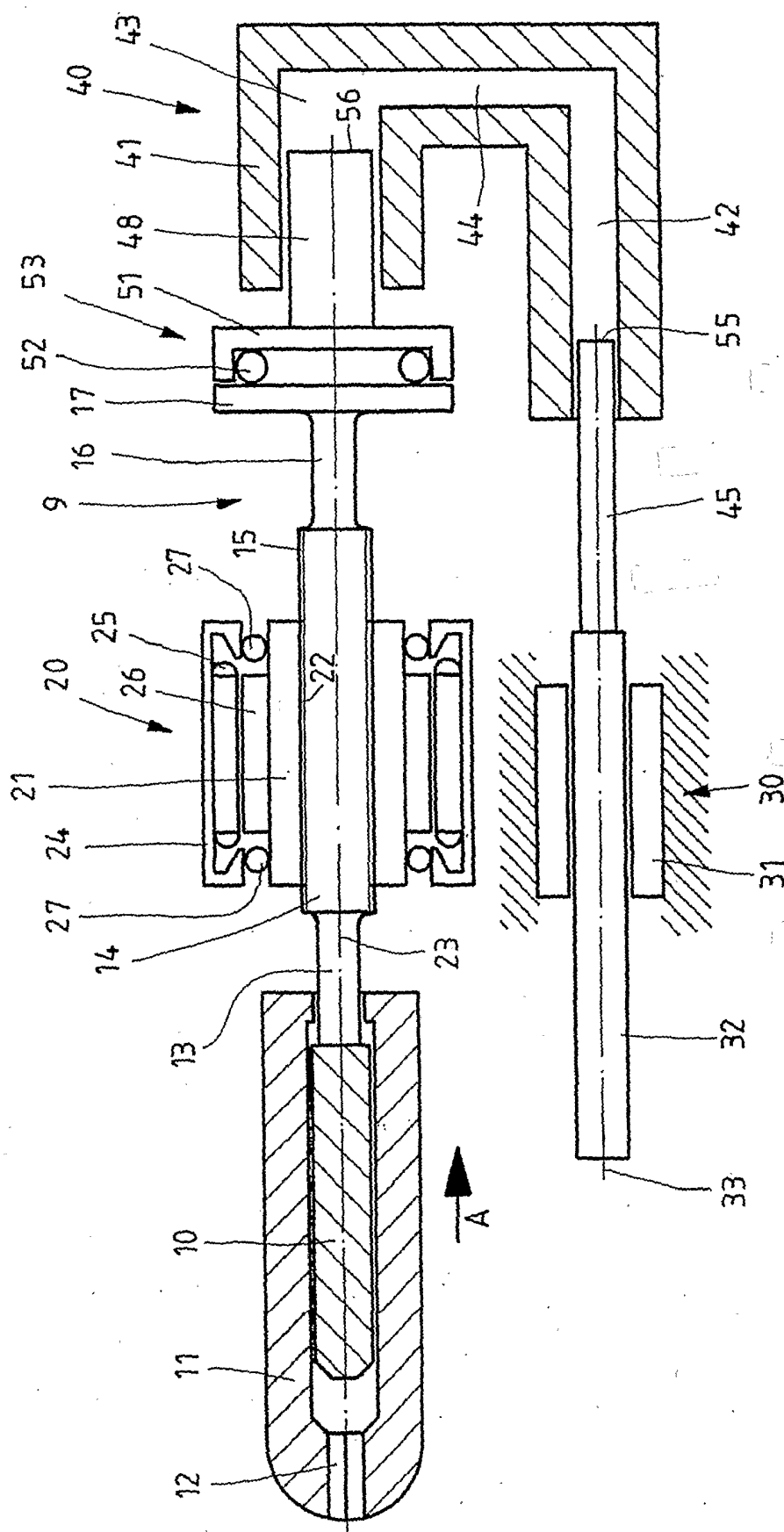


FIG.1

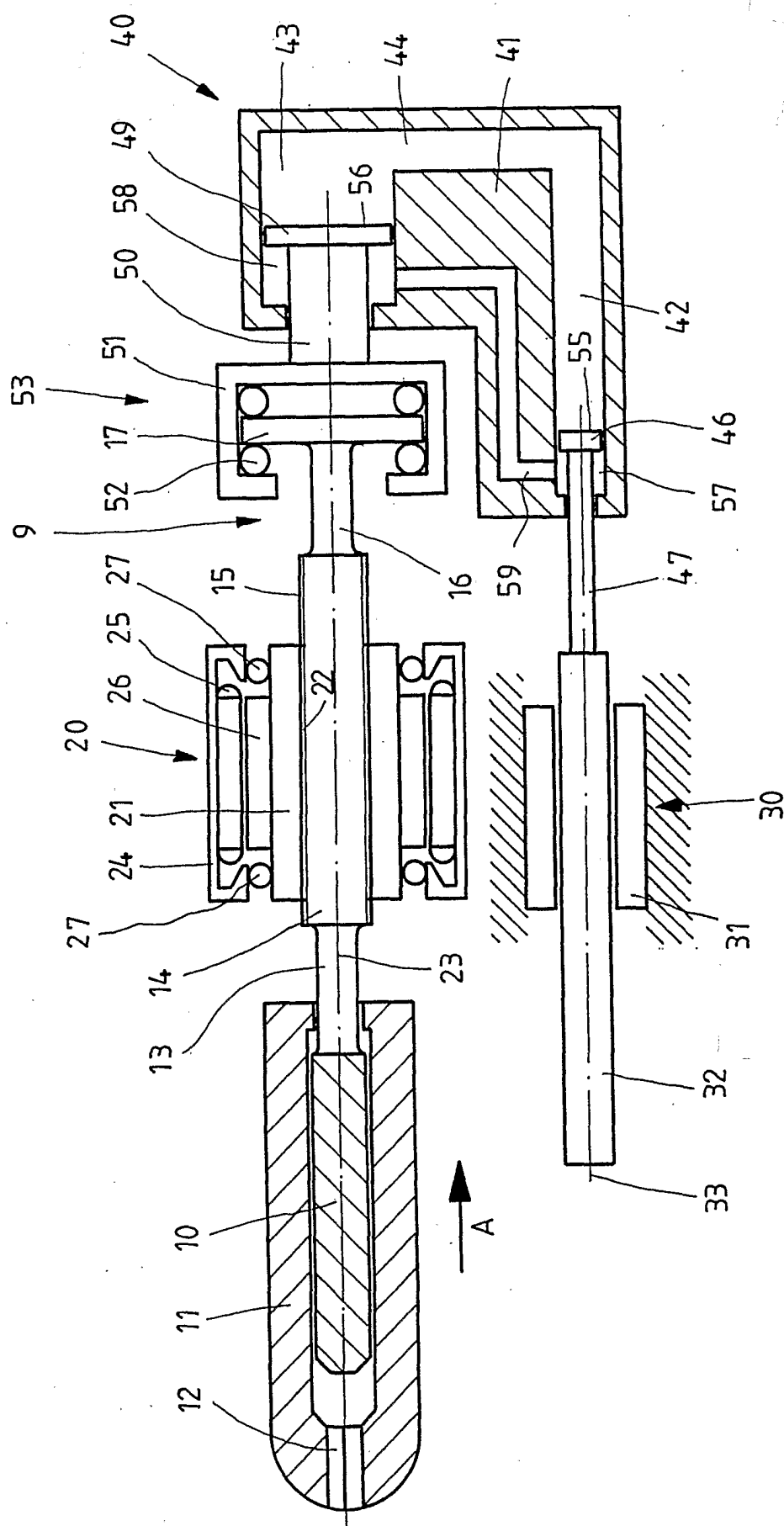


FIG. 2

4/10

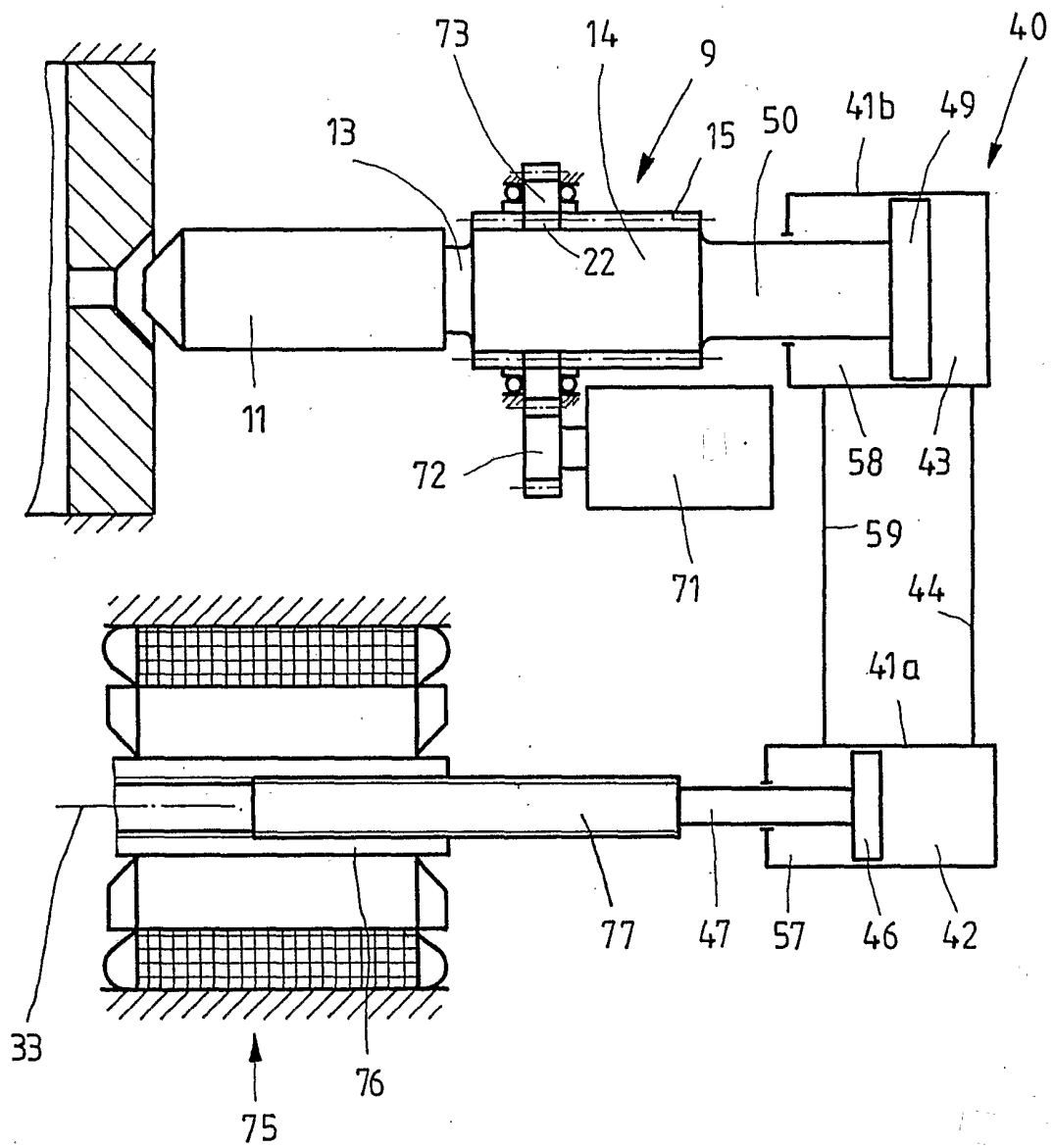


FIG. 4

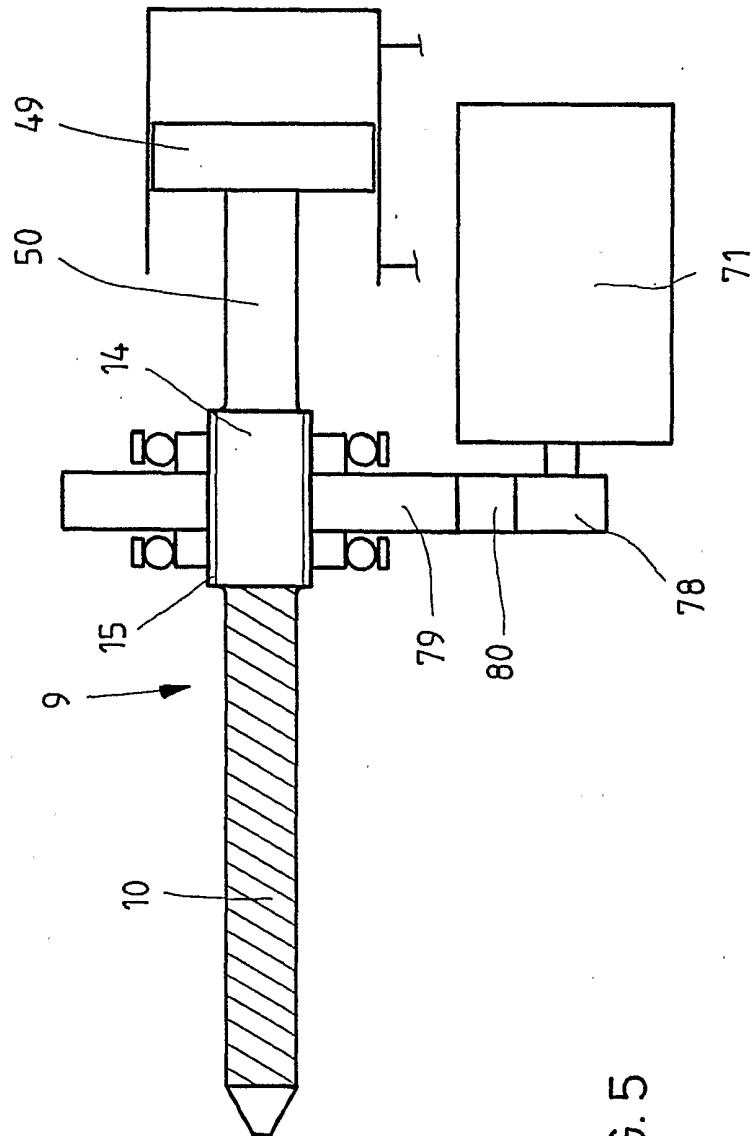


FIG. 5

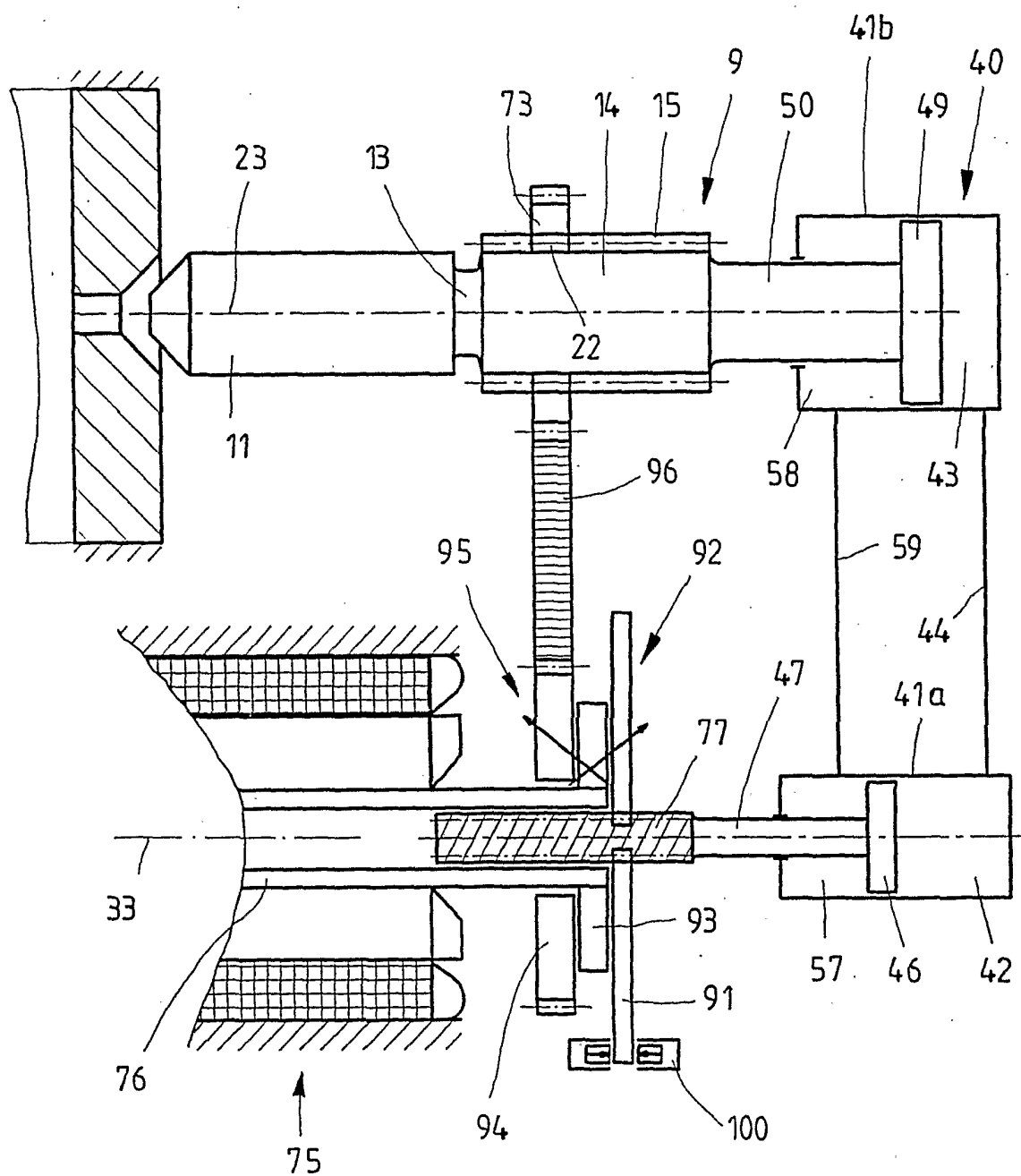


FIG. 6

8/10

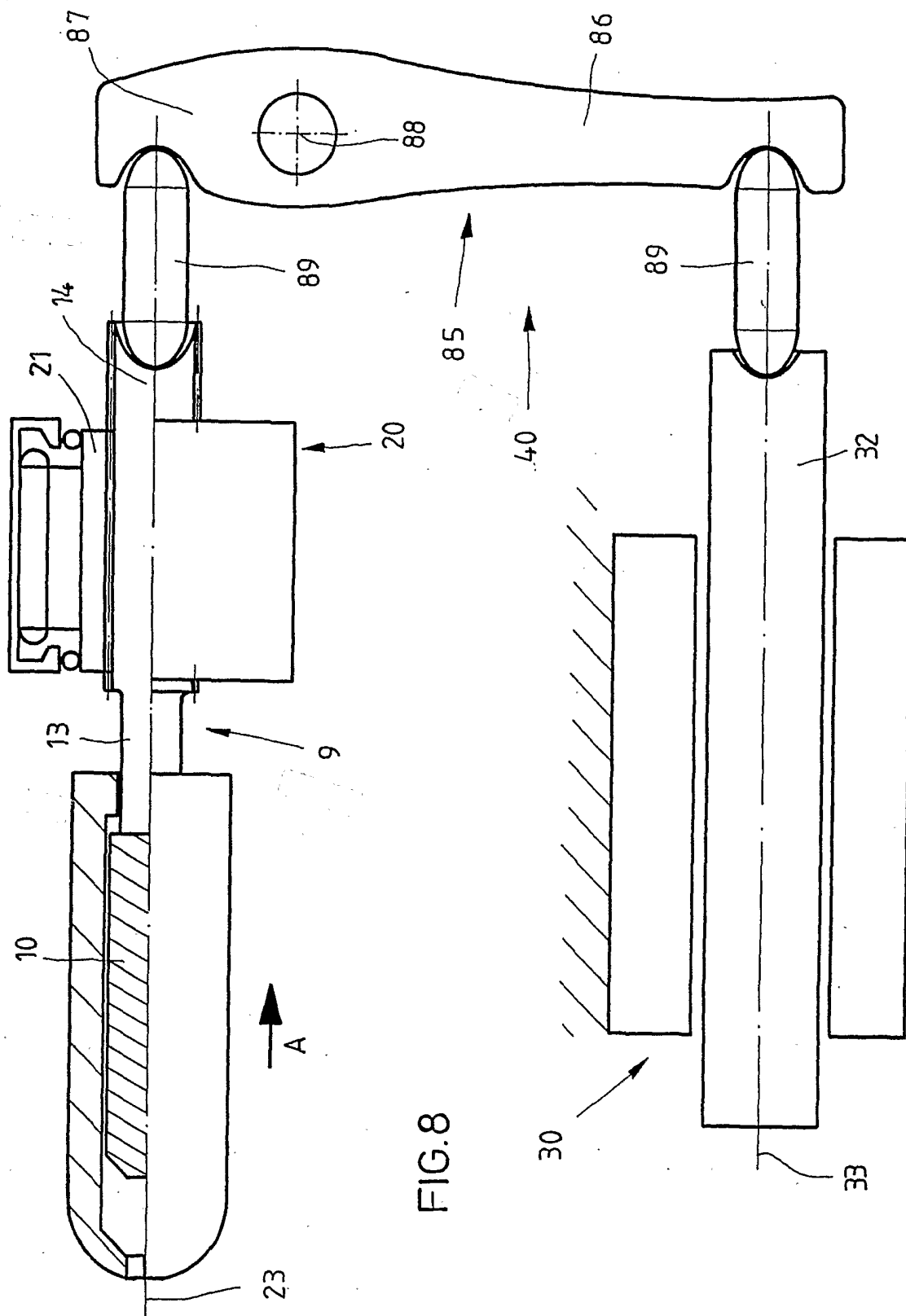
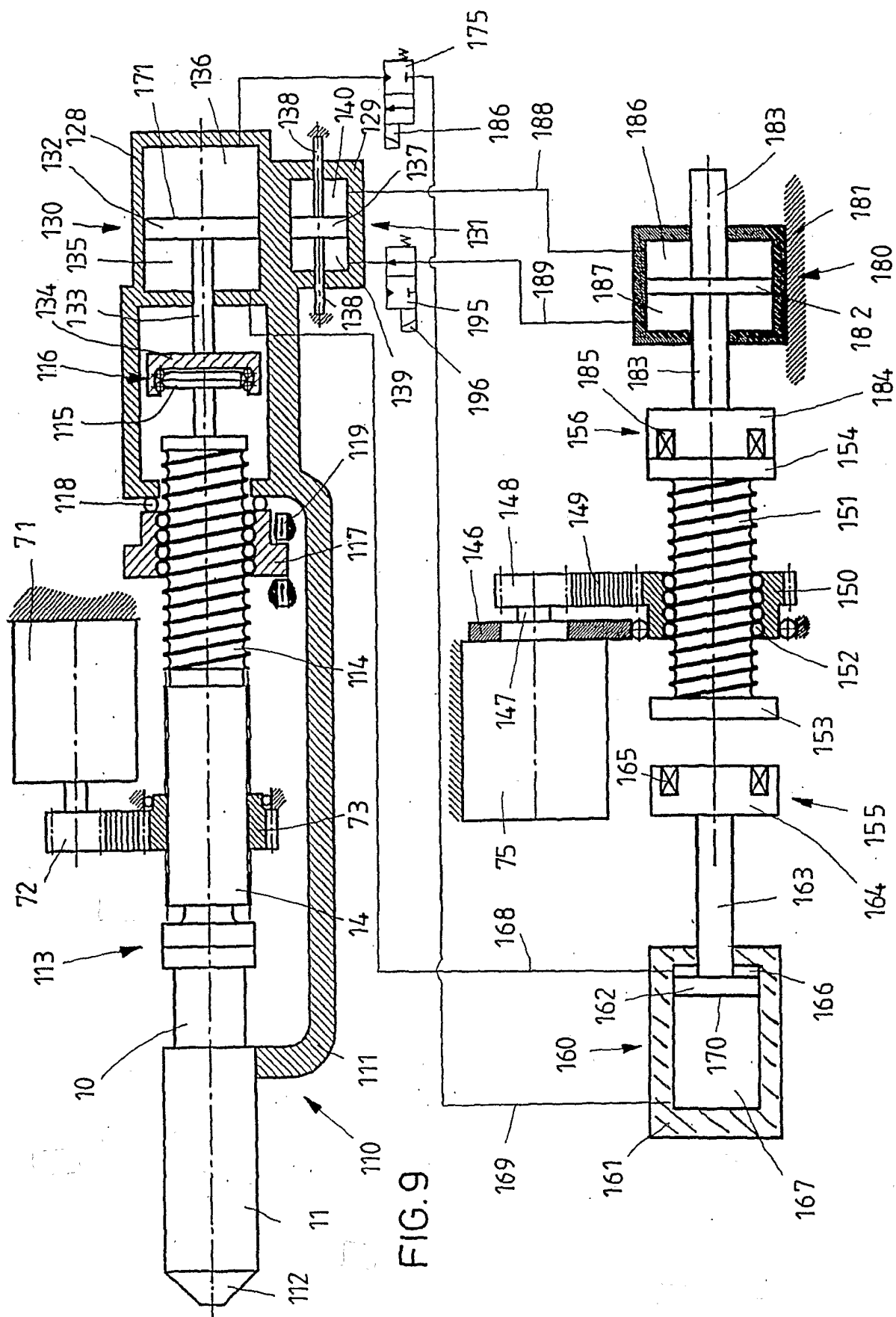
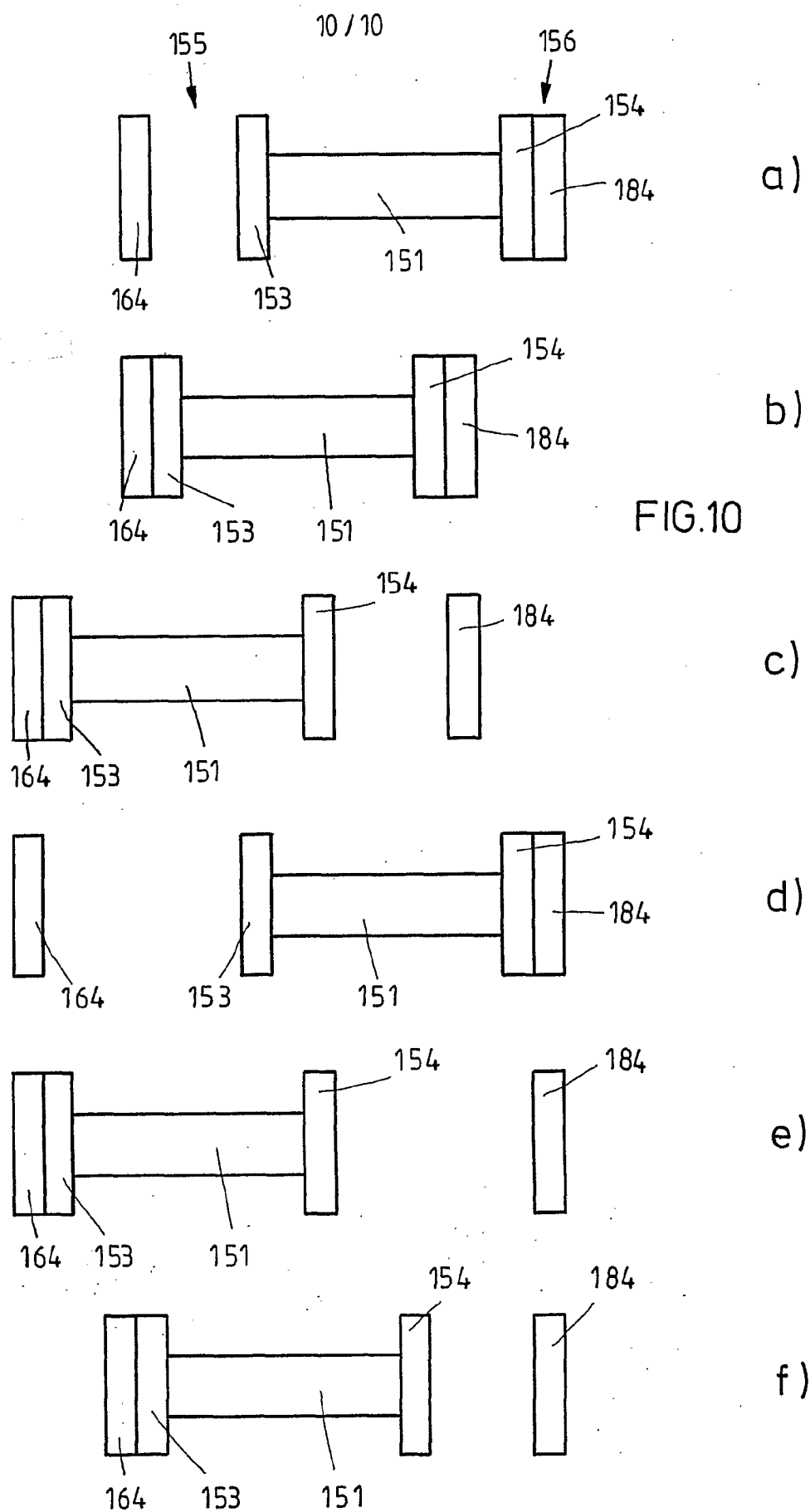


FIG. 8





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/08443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B29C45/50

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)

IPC 7 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 practical, search terms used)

PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 300 (M-433), 27 November 1985 (1985-11-27) -& JP 60 139419 A (FANUC KK), 24 July 1985 (1985-07-24)	1, 2, 4, 12, 17, 19
Y	abstract	18
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 167 (M-488), 13 June 1986 (1986-06-13) -& JP 61 019326 A (FANUC KK), 28 January 1986 (1986-01-28) abstract	1, 2, 4, 6, 17, 19
X	DE 10 91 744 B (ANKERWERK GEBR. GOLLER) 27 October 1960 (1960-10-27) the whole document	1, 2, 9, 10, 19
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in 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 document 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 December 2001

Date of mailing of the international search report

13/12/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bollen, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/08443

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 536 (M-1052), 27 November 1990 (1990-11-27) -& JP 02 227230 A (TOSHIBA MACH CO LTD), 10 September 1990 (1990-09-10) abstract -----	1,2, 9-11,19
A	EP 0 723 848 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 31 July 1996 (1996-07-31)	1,2,4,17
Y	claims 1,2; figure 4 -----	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/08443

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 60139419 A	24-07-1985	JP 1016647 B JP 1532334 C	27-03-1989 24-11-1989
JP 61019326 A	28-01-1986	JP 1743261 C JP 4030896 B	15-03-1993 25-05-1992
DE 1091744 B		NONE	
JP 02227230 A	10-09-1990	NONE	
EP 0723848 A	31-07-1996	JP 2866019 B2 JP 8197595 A AT 178526 T CN 1134875 A ,B DE 69601951 D1 DE 69601951 T2 EP 0723848 A1 KR 196469 B1 US 5679384 A	08-03-1999 06-08-1996 15-04-1999 06-11-1996 12-05-1999 09-12-1999 31-07-1996 15-06-1999 21-10-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08443

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B29C45/50

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 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)

PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 300 (M-433), 27. November 1985 (1985-11-27) -& JP 60 139419 A (FANUC KK), 24. Juli 1985 (1985-07-24)	1, 2, 4, 12, 17, 19
Y	Zusammenfassung	18
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 167 (M-488), 13. Juni 1986 (1986-06-13) -& JP 61 019326 A (FANUC KK), 28. Januar 1986 (1986-01-28) Zusammenfassung	1, 2, 4, 6, 17, 19
X	DE 10 91 744 B (ANKERWERK GEBR. GOLLER) 27. Oktober 1960 (1960-10-27) das ganze Dokument	1, 2, 9, 10, 19
	--- -/--	

☒ 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 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

6. Dezember 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/12/2001

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

Bollen, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08443

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 536 (M-1052), 27. November 1990 (1990-11-27) -& JP 02 227230 A (TOSHIBA MACH CO LTD), 10. September 1990 (1990-09-10) Zusammenfassung ---	1,2, 9-11,19
A	EP 0 723 848 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 31. Juli 1996 (1996-07-31)	1,2,4,17
Y	Ansprüche 1,2; Abbildung 4 -----	18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08443

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 60139419 A	24-07-1985	JP 1016647 B JP 1532334 C	27-03-1989 24-11-1989
JP 61019326 A	28-01-1986	JP 1743261 C JP 4030896 B	15-03-1993 25-05-1992
DE 1091744 B		KEINE	
JP 02227230 A	10-09-1990	KEINE	
EP 0723848 A	31-07-1996	JP 2866019 B2 JP 8197595 A AT 178526 T CN 1134875 A ,B DE 69601951 D1 DE 69601951 T2 EP 0723848 A1 KR 196469 B1 US 5679384 A	08-03-1999 06-08-1996 15-04-1999 06-11-1996 12-05-1999 09-12-1999 31-07-1996 15-06-1999 21-10-1997