PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : B29C 47/92, 49/04 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/06418

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. Mai 1991 (16.05.91)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE90/00824

(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Oktober 1990 (27.10.90)

(30) Prioritätsdaten:
P 39 36 301.5 1. November 1989 (01.11.89) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US):* KRUPP KAUTEX MASCHINENBAU GMBH [DE/DE]; D-5300 Bonn 3 (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US) :* KIEFER, Erich [DE/DE]; Siebengebirgsstr. 30, D-5300 Bonn 3 (DE). KLÜSENER, Peter [DE/DE]; Im Vogelsang 7, D-5300 Bonn 2 (DE).

(74) Anwalt: KOEPSELL, Helmut; Mittelstrasse 7, D-5000 Köln 1 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE, DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.

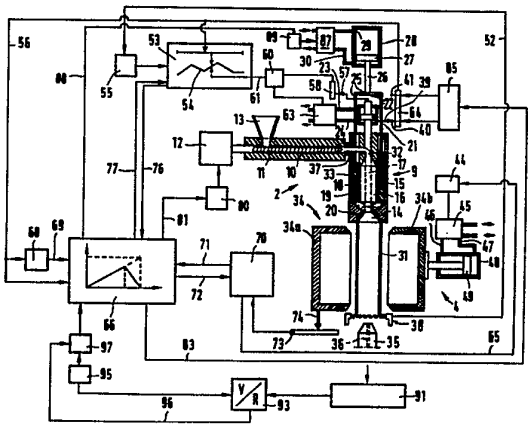
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS FOR THE PRODUCTION OF HOLLOW BODIES FROM THERMOPLASTIC MATERIAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON HOHLKÖRPERN AUS THERMOPLASTISCHEM KUNSTSTOFF

(57) Abstract

The invention concerns a process for the production of hollow bodies made from thermoplastic material by extrusion blowing. The process calls for discontinously produced preforms to be stretched in a blowing mould. During at least part of the extrusion-head loading phase typical of a process of this kind, the distance covered by an ejection piston (19) associated with the storage space (18) and the speed with which the ejection piston (19) is forced through the plasticized material in the storage space (18) are measured and each compared with a target value by a central control unit. Depending on the result of this comparison, at least one process parameter, e.g. extruder (10) throughput or ejection-piston (19) delivery-stroke length, can be adjusted in the same cycle so that substantially the required preform volume is ejected.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff mittels Extrusionsblasformen, bei welchem diskontinuierlich hergestellte Vorformlinge in einer Blasform aufgeweitet werden. Dabei werden zumindest während eines Teilabschnitts der für ein derartiges Verfahren typischen Füllphase eines Extrusionskopfes der zurückgelegte Weg eines einem Speicherraum (18) zugeordneten Ausstosskolbens (19) und die Geschwindigkeit, mit welcher der Ausstosskolben (19) durch das plastifizierte Material innerhalb des Speicherraums (18) verdrängt wird, erfasst und durch eine zentrale Steuer- und Regeleinrichtung und mit den jeweiligen Soll-Werten verglichen. Aufgrund des Vergleichsergebnisses kann dann wenigstens eine Betriebsgrösse des Prozesses, z.B. die Förderleistung des Extruders (10) oder das Ausmass des Entleerungshubs des Ausstosskolbens (19), noch in demselben Arbeitszyklus derart angepasst werden, dass im wesentlichen das erforderliche Vorformlingsvolumen ausgestossen wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark				

Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff, bei welchem Verfahren zunächst Vorformlinge diskontinuierlich hergestellt werden, die dann in dem Formnest einer unterteilten Blasform unter innerem Überdruck aufgeweitet werden. Eine dafür vorgesehene Extrusionsblasformmaschine weist eine Extrusionseinheit und eine Blasformeinheit auf, deren jeweilige Arbeitsabläufe aufeinander abgestimmt werden müssen.

Eine derartige Extrusionseinheit weist wenigstens einen kontinuierlich laufenden Extruder zum Plastifizieren des im allgemeinen granulatförmigen Kunststoffmaterials und einen Extrusionskopf auf, in welchem wenigstens ein Speicherraum zum Speichern des plastifizierten Materials und wenigstens ein zwischen zwei Endpositionen hubartig hin- und herbewegbares Mittel zum Entleeren des Speicherraums angeordnet sind. Dabei sind im allgemeinen der Speicherraum ringförmig und das Mittel zum Entleeren des Speicherraums als Ringkolben ausgebildet. Deshalb wird zur Vereinfachung im folgenden überwiegend von einem Ringkolben gesprochen, ohne daß damit eine Einschränkung verbunden sein soll.

Bei der diskontinuierlichen Bildung der Vorformlinge können in Abhängigkeit von der Hubbewegung des Ringkolbens innerhalb des Extrusionskopfes während eines Arbeitszyklus' zwei Betriebsphasen unterschieden werden. In der einen Betriebsphase, der Füll- oder Speicherphase, wird der Speicherraum unter Verdrängung des Ringkolbens mit plastifiziertem Material gefüllt, bis der Ringkolben seine Endposition am Ende des Füllvorganges

erreicht. In der folgenden Betriebsphase, der Ausstoß- oder Entleerungsphase, wird das gespeicherte Material unter Einwirkung des durch Antriebsmittel bewegten Ringkolbens aus dem Speicherraum ausgestoßen und in Richtung auf die Austrittsöffnung des Extrusionskopfes verdrängt, wobei das plastifizierte Material durch einen Verbindungskanal fließt, der zwischen Speicherraum und Austrittsöffnung angeordnet ist. Während dieser zweiten Betriebsphase wird das ausgestoßene Material für den Vorformling überwiegend durch die Verdrängung des Materials aus dem Speicherraum durch den Ringkolben gebildet. Es kommt allerdings ein Materialanteil hinzu, der von dem kontinuierlich laufenden Extruder während des Ausstoßhubes in den Extrusionskopf gefördert wird. Das Volumen des insgesamt aus dem Extrusionskopf austretenden Materials setzt sich demnach aus einem Volumenanteil, welcher zuvor in dem wenigstens einen Speicherraum gespeichert war, und einem Volumenanteil zusammen, welcher während der Ausstoßzeit von dem wenigstens einen Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird. Der ununterbrochene Betrieb des das Material plastifizierenden Extruders ist erwünscht, damit sich dessen Betriebszustand stabilisieren kann. Am Ende des Entleerungsvorgangs erreicht der Ringkolben seine andere Endposition.

Der während des Ausstoßvorgangs gebildete Vorformling, der im allgemeinen vertikal an der Austrittsöffnung des Extrusionskopfs hängt, wird von einer wenigstens zweigeteilten Blasform aufgenommen. Dabei wird zumindest ein Teilbereich des Volumen-Mittelabschnitts des den Vorformling bildenden Volumen-Gesamtabschnitts innerhalb des Formnestes der Blasform unter innerem Überdruck aufgeweitet. Die Endabschnitte des Volumengesamtabschnitts werden als Abfallmaterial durch einen Abquetschvorgang abgequetscht, an welchem die Blasformteile teilnehmen, so daß das Abfallmaterial außerhalb des Formnestes verbleibt. Nach dem Aufweiten des Volumen-Mittelabschnitts wird der gebildete Hohlkörper gekühlt, bis er eine ausreichende Steifig-

keit aufweist, so daß er beim Herausnehmen aus der Blasform seine Form behält.

Die Zykluszeit eines Arbeitszyklus' einer derartigen Blasformeinheit setzt sich demnach im wesentlichen aus Aufnahmezeit, Aufweitzeit, Kühlzeit und Entnahmezeit und Bewegungszeiten der Blasformteile zusammen, wobei ggf. noch weitere zusätzlich erforderliche Zeiten zu berücksichtigen sind, die jedem Fachmann bekannt sind und daher nicht weiter aufgeführt werden. Es ist bekannt, daß sich insbesondere die Kühlzeit auf die Dauer des gesamten Arbeitszyklus' auswirkt. Da die für die anderen Bewegungabläufe der Blasform benötigten Zeiten ebenfalls nicht ohne weiteres frei wählbar sind, wird üblicherweise die Zykluszeit der Blasformeinheit als Zykluszeit der gesamten Extrusionsblasformmaschine genommen.

Damit liegt auch die Zykluszeit für den Arbeitszyklus der zugeordneten Extrusionseinheit fest, da anzustreben ist, daß während eines Arbeitszyklus' der Blasformeinheit ein Vorformling hergestellt wird. In dem Fall, daß einem Kopf zwei oder mehrere Blasformeinheiten zugeordnet sind, entspricht die Zykluszeit für die Extrusionseinheit einem entsprechenden Bruchteil der Zykluszeit einer Blasformmaschine. Es können auch mehrere Extruder in einer Extrusionseinheit vorgesehen sein, wobei sich dies in der Regel auf eine Verringerung der benötigten Förderleistungen der einzelnen Extruder auswirkt. Im folgenden wird jedoch überwiegend von einem Extruder, dem eine Blasformeinheit zugeordnet ist, gesprochen, ohne daß damit eine Einschränkung verbunden sein soll.

Besonders günstig verläuft der Herstellungsprozeß in der Weise, daß der Vorformling möglichst genau dann ausgestoßen wird, wenn die Blasform zur Aufnahme desselben bereit ist. Davon abweichende Arbeitsabläufe der Blasformeinheit oder der Extrusionseinheit führen zu einer Verringerung der Produktivi-

tät und ggf. auch zu einer Verschlechterung der Qualität der Erzeugnisse.

In vielen Fällen ist es bei der Herstellung von Hohlkörpern mittels Extrusionsblasformen zweckmäßig, ggf. sogar erforderlich, die Wanddicke des Vorformlings während des Ausstoßvorganges z. B. dahingehend zu beeinflussen, daß die Bereiche des Vorformlings, die bei dem späteren Aufweiten desselben unter innerem Überdruck eine große Streckung erfahren, eine größere Wandstärke erhalten als jene Stellen, die nur wenig aufgeweitet werden. Dadurch können an die jeweiligen Erfordernisse angepaßte Hohlkörper, insbesondere solche mit im wesentlichen gleichbleibender Wandstärke hergestellt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß die Breite der im allgemeinen ringförmigen Austrittsöffnung des Extrusionskopfes in bekannter Weise, z. B. mittels eines bewegbaren Innenteils, erweitert oder verengt wird. Zur Bewegung des Innenteils wird dabei ein Wanddickenprogrammierer benutzt, der während der Entleerungsphase, also während des vom Ringkolben ausgeführten Entleerungshubes, das Innenteil der Austrittsöffnung in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg des Ringkolbens in eine vorbestimmte Stellung bringt, die der jeweils gewünschten Wandstärke entspricht. Dabei wird vorausgesetzt, daß im allgemeinen eine konstante Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens und eine konstante Förderleistung des Extruders gegeben sind. Ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Material im Blasverfahren, bei welchem die Vorformlinge diskontinuierlich unter Verwendung eines Wanddickenprogrammierers hergestellt werden, ist in der DE-AS 25 44 609 offenbart.

Insbesondere bei der Verwendung von Wanddickensteuerungen muß sichergestellt sein, daß der Vorformling mit dem gewünschten Volumen von der Extrusionseinheit ausgestoßen wird, da anderenfalls die vorbestimmte Wanddickenverteilung entlang der Längserstreckung des Vorformlings relativ zum Formnest der

Blasform verschoben wird, so daß ein Hohlkörper mit unzutreffender Wandstärkenverteilung entsteht.

Der Arbeitsablauf der Extrusionseinheit ist im allgemeinen so auf den Arbeitsablauf der Blasformeinheit einzustellen, daß innerhalb der Zeit eines Arbeitszyklus' einmal das für einen Vorformling erforderliche Volumen von dem Extruder plastifiziert wird. Aus dieser Bedingung ist lediglich die Förderleistung des üblicherweise kontinuierlich laufenden Extruders bestimmt. Zur Durchführung des einleitend beschriebenen Verfahrens sowie zur Auslegung des dafür benötigten Extrusionskopfes müssen noch weitere Betriebsgrößen für den Arbeitsablauf bestimmt werden, z. B. das Volumen des zu speichernden Materials, das durch den Hub des Ringkolbens innerhalb des Speicherraums eingestellt wird, und die Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens.

Bei der Einstellung dieser Betriebsgrößen ist darauf zu achten, daß das insgesamt aus der Austrittsöffnung austretende Material nicht nur dem Material entspricht, welches im Speicherraum in der Füllphase gesammelt wird. Vielmehr setzt es sich, wie bereits erwähnt, aus dem zuvor gespeicherten Material und dem während der Ausstoßphase von dem Extruder in den Extrusionskopf geförderten Material zusammen. Das Volumen des im Speicherraum zu sammelnden Materialanteils ist demnach so bemessen, daß es zusammen mit dem während der Ausstoßphase vom Extruder geförderten Materialanteil das Volumen ergibt, welches den Vorformling bildet.

Im folgenden wird das gesamte Volumen, welches den Vorformling bildet, mit Brutto-Volumen bezeichnet, welches demnach dem Materialvolumen des aufgeweiteten Hohlkörpers zuzüglich dem Materialvolumen des Abfallmaterials entspricht.

Es ist allgemein bekannt, daß aufgrund der im allgemeinen relativ engen Austrittsöffnung und des Verhaltens des Kunststof-

fes beim Austreten aus dieser Öffnung nicht beliebig hohe Austrittsgeschwindigkeiten des Materials eingestellt werden können, ohne daß unter Umständen auf der Oberfläche des Vorformlings Fließmarkierungen oder dgl. entstehen mit der Folge, daß der fertige Hohlkörper nicht die erforderliche Qualität bezüglich seiner Oberflächenbeschaffenheit aufweist. Demzufolge wird für die Austrittsgeschwindigkeit ein Geschwindigkeitsbereich gewählt, der für den jeweiligen Kunststoff bei gegebener Austrittsöffnung geeignet ist. Da während der Ausstoßphase einmal das erforderliche Brutto-Volumen aus der Austrittsöffnung austreten soll, kann mittels der geeigneten Austrittsgeschwindigkeit die Zeit, innerhalb welcher der Ausstoßvorgang stattfindet, bestimmt werden.

Die Zykluszeit der Extrusionseinheit kann demnach in zwei aufeinanderfolgende Zeitabschnitte, die Speicherzeit und die Ausstoßzeit, unterteilt werden. Durch den Arbeitsablauf der zugeordneten Blasformeinheit wird weiterhin der Zeitpunkt vorgegeben, zu welchem der Ausstoßvorgang frühestens beginnen kann, da erst zu diesem Zeitpunkt sich die unterteilte Blasform in ihrer Bereitstellung, in welcher sie den Vorformling aufnehmen kann, befindet. Dies ist deshalb wichtig, weil sich die Schließeinheit der Blasform in vielen Fällen fortwährend unter der Austrittsöffnung des Extrusionskopfes befindet, so daß ein Austreten des plastifizierten Materials bei noch geschlossener Blasform zu erheblichen Maschinenstörungen und/oder Arbeitsablaufstörungen führen kann.

Aus diesen drei Betriebsgrößen, nämlich Brutto-Volumen, Zykluszeit und Ausstoßzeit, die dem Extrusionsprozeß aufgrund des herzustellenden Vorformlings, des Arbeitsablaufs der Blasformeinheit und der Materialeigenschaft des thermoplastischen Kunststoffes vorgegeben sind, lassen sich die anderen Betriebsgrößen des idealen Extrusionsprozesses bestimmen.

Das Volumen des zu speichernden Materials ergibt sich aus der Menge Material, die während der Speicherzeit, die der Differenz zwischen Zyklus- und Ausstoßzeit entspricht, von dem Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird. Da der Kolben und dementsprechend der Speicherraum einen konstanten Querschnitt haben, liegt somit die Länge des Hubes fest, den der Kolben während der Speicherphase aufgrund dessen Verdrängung durch das plastifizierte Material ausführt. Diesen Hub muß der Ringkolben während der Ausstoßphase innerhalb der Ausstoßzeit in Richtung auf die Austrittsöffnung zurücklegen, so daß dessen Ausstoßgeschwindigkeit aus dieser Bedingung ermittelt werden kann.

Das zu speichernde Volumen ist dabei kleiner als das insgesamt aus dem Extrusionskopf austretende Volumen, wobei, wenn der Extrusionsprozeß entsprechend diesen Soll-Werten verläuft, während der Ausstoßphase gerade die Menge Material von dem Extruder plastifiziert wird, die der Differenz zwischen dem erforderlichen Volumen für einen Vorformling und dem gespeicherten Material entspricht.

Das zur Erläuterung der Erfindung angezogene Brutto-Volumen des Vorformlings ergibt sich aus dem Gewicht des herzustellenden Hohlkörpers zusammen mit den Abfallstücken, die am Aufweitprozeß nicht teilnehmen. Da die Dichte des thermoplastischen Kunststoffes in Abhängigkeit von der Temperatur und des Druckes Änderungen erfährt, weist dieselbe Masse des Kunststoffes während des Extrusionsprozesses unterschiedliche Volumen auf. Das Brutto-Volumen stellt daher eine abstrakte Größe dar, die am Ende des Fertigungsprozesses durch eine Gewichtskontrolle des insgesamt ausgestoßenen Materials überprüft werden kann. Das Brutto-Volumen zur Beschreibung des Prozesses ist deshalb vorteilhaft, weil die einstellbaren Betriebsgrößen des Extrusionsprozesses, nämlich Hub des Kolbens und Geschwindigkeit des Kolbens, während der Ausstoßphase ebenfalls geometrische Größen darstellen. In jedem Fall ist ein direkter Zu-

sammenhang zwischen dem erforderlichen Gewicht und dem eingestellten Brutto-Volumen gegeben, da bei zu niedrigem Gewicht des gesamten Vorformlings davon auszugehen ist, daß das gewählte Brutto-Volumen zu niedrig ist und umgekehrt.

Es ist bei dem Betrieb einer Extrusionseinheit zu berücksichtigen, daß das System, welches den Extrusionskopf und den wenigstens einen Extruder aufweist, Einflüssen unterliegt, die nicht vorhersehbar und nicht immer bestimmbar sind. Dabei handelt es sich unter anderem um Schwankungen der Temperatur und um Abweichungen der physikalischen Eigenschaften des zu verarbeitenden Kunststoffes von den Soll-Werten. Beide Einflüsse können beispielsweise zu Schwankungen der Viskosität des Kunststoffes im System führen, die sich insbesondere auch auf die Leistung des Extruders, also dessen Materialförderung pro Zeiteinheit, auswirken.

Nicht zuletzt aufgrund der vorbeschriebenen Einflüsse unterliegt das Extrusionsblasformverfahren, wie alle anderen technischen Verfahren, im allgemeinen mehr oder weniger großen Schwankungen und damit Ungenauigkeiten bezüglich eines einzuhaltenden vorgegebenen Soll-Betriebszustandes. Demzufolge werden die Beschaffenheiten der durch diesen Prozeß hergestellten Produkte ebenfalls Schwankungen aufweisen, die teilweise erhebliche Qualitätsminderungen bewirken können. Es sind daher Regeleinrichtungen erforderlich, welche die Abweichungen einzelner Vorrichtungen zur Durchführung des angewandten Verfahrens von einem einzuhaltenden Soll-Wert erfassen und entsprechende Veränderung der geregelten Betriebsgröße zur Anpassung an diesen Soll-Wert bewirken.

Bekannte Regeleinrichtungen für den Arbeitsablauf zur diskontinuierlichen Herstellung von Vorformlingen erfassen z. B. zum vorgegebenen Zeitpunkt des Ausstoßbeginns, zu dem die Blasform für die Aufnahme des Vorformlings bereit ist, die Position des Ringkolbens und vergleichen diese Ist-Position mit einer vor-

gegebenen Soll-Position. Andere Regeleinrichtungen erfassen den Zeitpunkt, zu welchem das zu speichernde Soll-Volumen im Speicherraum gesammelt ist und vergleichen diese Ist-Zeit mit einer eingestellten Soll-Zeit. Bei eventuellen Abweichungen der Ist-Werte von den Soll-Werten wird die Förderleistung des Extruders verändert mit dem Ziel, daß im nächsten Zyklus der innerhalb der Soll-Speicherzeit zurückgelegte Weg des Ringkolbens möglichst genau dem Soll-Wert entspricht. Nachteilig dabei ist, daß erst im nächsten Arbeitszyklus kontrolliert werden kann, ob das gewünschte Ergebnis erreicht worden ist, so daß im allgemeinen mehrere Zyklen erforderlich sein werden, um einen vorbestimmten Betriebszustand zu erreichen. Die bis dahin hergestellten Vorformlinge und somit auch die fertigen Hohlkörper werden demnach nicht die gewünschte Qualität aufweisen können.

Es ist zweckmäßig und aus der DE-OS 28 13 241 bekannt, den Extrusionskopf so auszubilden, daß das Maximalvolumen des Speicherraumes etwas größer ist als das Volumen, das bei Herstellung von Vorformlingen gespeichert werden muß. Dies bedeutet, daß der zur Herstellung eines Vorformlings für einen bestimmten Hohlkörper vom Ringkolben auszuführende Hub etwas kleiner ist als der durch den Speicherraum vorgegebene maximal mögliche Hub. In bekannter Weise wird dabei das Volumen des für den jeweiligen Vorformling zu speichernden Materialanteils dadurch eingestellt, daß im Bereich des maximal möglichen Hubes die Endpositionen der Hubbewegung des Ringkolbens und damit dessen Hub festgelegt werden, der somit normalerweise kleiner ist als der maximale Hub. Somit kann derselbe Kopf, der ein relativ teures Investitionsgut darstellt, für unterschiedliche Blasformen verwendet werden, für welche unterschiedliche Vorformlinge mit unterschiedlichen Brutto-Volumen erforderlich sind. Im Falle einer Abweichung der Förderleistung des Extruders, d.h., wenn das zu speichernde Volumen zu früh oder zu spät plastifiziert ist, kann bei einem derartigen Extrusionskopf zum Soll-Beginn der Ausstoßphase der Kolben in der Regel

einen Hub mit der eingestellten Länge durchführen, da der Extrusionskopf ein Ausgleichsvolumen aufweist, aus welchem bei zu niedriger Förderleistung zusätzliches Material entnommen oder in welchen bei zu hoher Förderleistung überschüssiges Material gespeichert werden kann.

Als Nachteil der bekannten Verfahren hat sich herausgestellt, daß der Füllzustand des Speicherraums nur einmal während eines Arbeitszyklus' erfaßt wird, ohne daß dabei erkannt werden kann, auf welche Art und Weise eine ggf. festgestellte Abweichung entstanden ist. Hat z. B. der Ringkolben seine Soll-Position nicht erreicht, weil der Extruder nur für einen kurzen Moment einen Leistungseinbruch, z. B. infolge eines fehlerhaften Nachrutschens des Granulats im zugeordneten Einfülltrichter hatte, wird bei den bekannten Regelungen die Förderleistung des Extruders erhöht werden, obwohl die Förderleistung wieder dem Soll-Wert entspricht. Dies hat zur Folge, daß im nächsten Zyklus der Ringkolben seine Soll-Position viel zu früh erreicht, so daß mehrere Eingriffe notwendig sind, um den Prozeß zu stabilisieren. Weiterhin wird bei bekannten Verfahren die Menge des während der Ausstoßphase in den Extrusionskopf geförderten Materials nicht ausreichend berücksichtigt, so daß den steigenden Anforderungen an die Genauigkeit der herzustellenden Hohlkörper nicht genügend Folge geleistet wird.

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff im Extrusionsblasformverfahren der einleitend beschriebenen Art verfügbar zu machen, das die oben aufgeführten Nachteile vermeidet oder zumindest merklich reduziert. Insbesondere soll die Erfindung die Produktivität derartiger Maschinen dahingehend verbessern, daß möglichst wenige Hohlkörper, die nicht den Qualitätsanforderungen entsprechen, hergestellt werden. Darüber hinaus soll das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglichen, das Einrichten, also das Vorbereiten

einer Maschine für die Produktion eines bestimmten Hohlkörpers, zu vereinfachen.

Als Lösung schlägt die Erfindung vor, die Betriebszustände der einzelnen Aggregate einer Extrusionsblasformmaschine zu erfassen und in einer Steuer- und Regeleinrichtung miteinander zu verknüpfen. In dieser Steuer- und Regeleinrichtung werden, ausgehend von den vorgegebenen Betriebsparameter Brutto-Volumen, Zykluszeit und Ausstoßzeit, die für einen Arbeitszyklus erforderlichen Soll-Werte der den Extrusionsprozeß beeinflussenden Werte, nämlich Soll-Hub des Ringkolbens, Soll-Förderleistung des Extruders sowie die Soll-Geschwindigkeit des Ringkolbens während der Ausstoßphase gemäß den einleitenden Ausführungen ermittelt.

Bei Auftreten einer Abweichung wird in Abhängigkeit von deren Ausmaß noch während desselben Arbeitszyklus' wenigstens eine Betriebsgröße und/oder eine Vorgabe für eine Betriebsgröße des anschließenden Ausstoßvorganges derart verändert, daß im wesentlichen das vorbestimmte Brutto-Volumen des Vorformlings ausgestoßen wird.

Dazu werden zumindest einmal während des Füllvorganges der zurückgelegte Weg des Ringkolbens und die Geschwindigkeit, mit welcher der Ringkolben von dem plastifizierten Material in der Speicherphase verdrängt wird, erfaßt und innerhalb der zentralen Steuer- und Regeleinheit mit zugeordneten Soll-Werten verglichen. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Füllvorganges wird dabei als Maß für die Förderleistung des Extruders genommen. Zweckmäßig wird es dabei sein, die Geschwindigkeit und den zurückgelegten Weg des Ringkolbens zur Erhöhung der Genauigkeit mehrmals während der Füllphase oder wenigstens über einen Teilabschnitt der Füllphase kontinuierlich zu erfassen.

Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme werden mit einfachen Mitteln der Zeitablauf des Arbeitszyklus der Extrusionseinheit und die Förderleistung des wenigstens einen Extruders, die durch den zurückgelegten Weg und die Geschwindigkeit des Ringkolbens wiedergegeben werden, zumindest während eines bestimmten Zeitabschnitts der Füllphase überwacht. Eventuelle Abweichungen von den jeweiligen Soll-Werten werden daher rechtzeitig erkannt, so daß ein frühzeitiger Regeleingriff auf entsprechende Betriebsgrößen erfolgen kann.

Durch diese Erfassung der Betriebszustände kann in vorteilhafter Weise der Extrusionsprozeß dahingehend optimiert werden, daß noch in demselben Arbeitszyklus, in welchem die Abweichung festgestellt worden ist, ein Eingriff auf Betriebsgrößen erfolgen kann, um noch einen Vorformling mit dem vorgegebenen Brutto-Volumen zu erzeugen. Die Einleitung eines Eingriffs sollte dabei vorteilhaft nur bis zu einem Zeitpunkt und in einer Weise erfolgen, daß Auswirkungen des Eingriffs noch in demselben Arbeitszyklus überwacht werden können. Insbesondere wird eine Anpassung der Betriebsgrößen darauf hinauslaufen, daß unabhängig von der Art und dem Zeitpunkt des Auftretens einer Abweichung ein Vorformling ausgestoßen wird, der das erforderliche Brutto-Volumen mit größtmöglicher Genauigkeit aufweist, wobei die Zykluszeit nicht oder nur geringfügig beeinflußt wird. Dadurch wird eine gleichbleibende Qualität des Hohlkörpers bei hoher Produktivität gewährleistet.

Zur Anpassung erforderliche Eingriffe auf Betriebsgrößen können dabei nicht nur die Förderleistung des Extruders, sondern beispielsweise auch die Länge des durchzuführenden Hubes des Ringkolbens oder die Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens in der anschließenden Ausstoßphase betreffen. Die letztgenannten Eingriffe haben den Vorteil, daß sie im Gegensatz zu einem Eingriff auf das relativ langsam reagierende Extrudersystem sich direkt auf den jeweiligen Ausstoßvorgang nahezu ohne Zeitverzögerung auswirken.

Weiterhin besteht ein Vorteil darin, daß die Förderleistung des Extruders direkt erfaßt wird, so daß ein stabiler Betriebszustand des letzteren, der in der Regel erwünscht ist, erkannt und aufrechterhalten werden kann. Dadurch werden häufige Eingriffe auf die Betriebsgrößen des Extruders vermieden, so daß dieser schnell eine günstige Betriebsweise annehmen kann. Zweckmäßig kann es dabei sein, eine Veränderung der Förderleistung des Extruders erst dann vorzunehmen, wenn sie über einen bestimmten Zeitraum eine zulässige Abweichung überschreitet. Jedoch soll bei kleinen Abweichungen oder kurzfristigen Schwankungen der Förderleistung des Extruders, die auch eine Abweichung des ausgestoßenen Brutto-Volumens vom Sollwert bewirken würden, durch die Steuer- und Regeleinrichtung gemäß der Erfindung ggf. ein Eingriff auf andere Betriebsgrößen möglich sein, so daß trotzdem das erforderliche Brutto-Volumen mit größtmöglicher Genauigkeit ausgestoßen wird.

Dabei kann es sich in vorteilhafter Weise darum handeln, bei kleinen Abweichungen oder kurzfristigen Schwankungen in der Förderleistung des Extruders oder bei Abweichungen, die erst kurz vor dem Beginn der Ausstoßphase festgestellt werden, so daß die Auswirkungen einer Änderung der Förderleistung des Extruders nicht mehr kontrolliert werden können, durch einen Eingriff das Ausmaß des Entleerungshubes des Ringkolbens und/oder dessen Geschwindigkeit während des Ausstoßens so zu ändern, daß das erforderliche Brutto-Volumen erzeugt wird. Da diese Betriebsgrößen in der Regel kurzfristig neu eingestellt werden können, ist es gemäß der Erfindung besonders zweckmäßig, den zurückgelegten Weg und die Geschwindigkeit des Ringkolbens zumindest am Ende der Füllphase oder kurz davor zu erfassen, da davon auszugehen ist, daß die Abweichungen der Förderleistung des Extruders während der Ausstoßphase erhalten bleiben und somit mit diesen erfassten Werten Aussagen über den weiteren Verlauf des Extrusionsprozesses gemacht werden können, anhand welcher die anderen Betriebsgrößen zur Erzie-

lung eines möglichst genauen Brutto-Volumens verändert werden können.

So ist es z. B. möglich, bei zu geringer Förderleistung des Extruders aus dem Speicherraum eine entsprechend größere Materialmenge, bei zu hoher Förderleistung des Extruders dagegen aus dem Speicherraum eine entsprechend kleinere Materialmenge auszustoßen. Dies ist jedenfalls dann durchführbar, wenn, wie bereits erwähnt, der Speicherraum ein maximales Volumen aufweist, welches größer ist als das zu speichernde Soll-Volumen für einen Vorformling, wobei dann auch die Soll-Hublänge des Ringkolbens kleiner ist als der maximal mögliche Kolbenweg. Diese Ausgestaltung gibt die Möglichkeit, bei zu hoher Förderleistung des Extruders das Ausmaß des Kolbenhubs gegenüber dem Soll-Wert zu verkürzen, so daß auch ein geringerer Materialanteil als der zu speichernde Soll-Anteil aus dem Speicherraum durch den Ringkolben ausgestoßen wird. Dabei ergibt dieser geringere Materialanteil zusammen mit dem aufgrund der höheren Förderleistung nunmehr größeren Materialanteil, der während der Ausstoßphase von dem Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird, die erforderliche Materialmenge für einen Vorformling. Dies hat zur Folge, daß ein Teil des gespeicherten Materialanteils zumindest während der darauffolgenden Füllphase noch im Speicherraum verbleibt.

Umgekehrt gilt, daß bei zu niedriger Förderleistung des Extruders aus dem Materialvorrat im Speicherraum des Extrusionskopfes durch entsprechende Vergrößerung des Ausmaßes des Entleerungshubes des Ringkolbens zusätzlich Material zur Bildung des Vorformlings ausgestoßen wird. Dieses zusätzliche Material ist so bemessen, daß das insgesamt aus dem Speicherraum ausgestoßene Material zusammen mit der aufgrund der zu niedrigen Förderleistung nunmehr verringerten Materialmenge, die während der Ausstoßphase von dem Extruder plastifiziert wird, die erforderliche Materialmenge für einen Vorformling ergibt.

Wichtig ist dabei, daß bei Abweichungen der Förderleistung des Extruders von dessen Soll-Förderleistung nicht nur die Lage des Soll-Hubes des Ringkolbens innerhalb des größer bemessenen Speicherraums verschoben wird und der Ringkolben nur diesen Soll-Hub durchführt, sondern daß auch die Länge des Hubes verändert wird, um die Abweichungen der Förderleistung des Extruders während der Ausstoßphase auszugleichen.

Die Verlängerung oder Verkürzung des Kolbenhubs hat bei unveränderter Geschwindigkeit des Kolbens während des Ausstoßes eine Veränderung der Ausstoßzeit zur Folge. Jedoch kann durch eine entsprechende Veränderung der Ausstoßgeschwindigkeit erreicht werden, daß die Soll-Ausstoßzeit möglichst genau eingehalten wird. Durch einen derartigen Eingriff auf die Länge des Hubes einerseits und die Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßens andererseits können sowohl das erforderliche Brutto-Volumen für einen Vorformling als auch die Zykluszeit eingehalten werden. Weiterhin wird, da innerhalb der vorgesehen Soll-Ausstoßzeit das Soll-Volumen für den Vorformling aus der Austrittsöffnung austritt, die für den thermoplastischen Kunststoff günstige Austrittsgeschwindigkeit eingehalten.

Wenn unter den genannten Voraussetzungen die Geschwindigkeit des Ringkolbens, mit welcher der Entleerungshub durchgeführt wird, keine Änderung erfährt und somit die für die Durchführung eines kürzeren oder längeren Hubes benötigte Zeit gegenüber der Soll-Zeit kürzer bzw. länger wird, muß dies bei erfasster Förderleistung des Extruders auch zu einer entsprechenden, zusätzlichen Änderung des Entleerungshubes führen, damit die vom Extruder in dieser Zeitdifferenz plastifizierte Materialmenge, die demnach größer oder kleiner als die plastifizierte Materialmenge bei Soll-Bedingungen ist, ebenfalls ausgeglichen wird. Bei dieser Verfahrensweise tritt zwar eine Änderung der Zykluszeit des Extrusionssystems auf, die jedoch aufgrund des geringen Anteils des während der Ent-

leerungsphase vom Extruder hinzugeförderten Materials so gering ist, daß sie normalerweise in Kauf genommen werden kann.

Bei einer diskontinuierlich arbeitenden Extrusionseinheit, die zur Beeinflussung der Wandstärke des Vorformlings eine Wanddickensteuerung aufweist, wird im allgemeinen der zurückgelegte Weg des Ringkolbens während des Ausstoßens als Steuersignal für die Einstellung des die Wandstärke beeinflussenden Mittels genommen. Häufig wird dabei so vorgegangen, daß der eingestellte Hub in eine Vielzahl von gleich großen Streckenabschnitten unterteilt wird, so daß jeder Streckenabschnitt einem bestimmten, aus dem Extrusionskopf austretenden Volumenanteil entspricht. Bei konstanter Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens setzt sich dieser Volumenanteil aus dem dem Streckenabschnitt entsprechenden gespeicherten Volumen und dem entsprechenden Bruchteil des während der Ausstoßzeit von dem Extruder plastifizierten Materialvolumens zusammen.

Damit jeder Streckenabschnitt des jeweiligen Kolbenhubes wieder einem gleich großen Volumenabschnitt entspricht, ist es erforderlich, die durch die Eingriffe gemäß der Erfindung veränderte Länge des Hubes jeweils dem Wanddickenprogramm zugrunde zu legen und diese in die gleiche Anzahl von Streckenabschnitten zu unterteilen. Dadurch wird gewährleistet, daß jedem Programmpunkt der Wanddickensteuerung wieder ein gleich großes ausgetretenes Volumen zugeordnet ist, so daß keine Verzerrung der Wanddickenverteilung auftritt.

Entsprechendes gilt, wenn die Wanddickensteuerung in Abhängigkeit von der Ausstoßzeit abläuft. In diesem Fall müßte die jeweils geänderte Zeit der Ausstoßphase dem Wanddickenprogramm zugrunde gelegt werden. Diese zeitabhängige Steuerung der Wanddicke ist jedoch bei diskontinuierlicher Vorformlingsherstellung nicht üblich.

Aufgrund des Vorhandenseins einer zentralen Steuer- und Regeleinheit, die mit einem geeigneten Rechner versehen ist, kann der gesamte Betriebsablauf des Extrusionssystems überwacht werden, wobei der Rechner aus den erfaßten Betriebsdaten jeweils die Änderungen errechnet, die sich aus den jeweiligen Abweichungen vom Soll-Zustand ergeben und erforderlich sind, um das gewünschte Betriebsergebnis zu erhalten. Insbesondere wird dies durch die Überwachung des Betriebszustandes des Extruders während der Füllphase erreicht, wodurch Abweichungen rechtzeitig erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden können. Die Änderungen können dazu dienen, die jeweilige Abweichung vom Betriebszustand, z.B. bei der Förderleistung des Extruders, möglichst schnell und möglichst weitgehend zu beseitigen. Es kann aber auch so verfahren werden, daß die Abweichung durch Änderung einer anderen Betriebsgröße, beispielsweise durch Änderung der Länge des Hubes des dem Speicherraum zugeordneten Ringkolbens und/oder dessen Geschwindigkeit während der Ausstoßphase, kompensiert wird.

Auf welche Art und Weise bestimmte Eingriffe gemäß der Erfindung erfolgen können, wird im folgenden anhand der Zeichnung, insbesondere anhand der Volumen-Zeit-Diagramme (V-t-Diagramme) eines Arbeitszyklus' einer diskontinuierlich arbeitenden Extrusionseinheit, erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Schema ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens,

Fig. 2 ein V-t-Diagramm eines idealen Arbeitszyklus',

Fig. 3 ein V-t-Diagramm mit einer Abweichung vom idealen Arbeitszyklus,

Fig. 4 ein V-t-Diagramm mit einer anderen Abweichung vom idealen Arbeitszyklus,

Fig. 5-8 jeweils ein V-t-Diagramm, bei welchen die Auswirkungen unterschiedlicher Eingriffsmöglichkeiten gemäß der Erfindung dargestellt sind,

Fig. 8A einen vergrößerten Ausschnitt der Fig. 8 und

Fig. 9-10 jeweils ein V-t Diagramm, bei welchen die Auswirkungen weiterer Eingriffsmöglichkeiten der Erfindung dargestellt sind.

Die in Fig. 1 der Zeichnung im Schema dargestellte Vorrichtung zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff mittels Extrusionsblasformen weist eine Extrusionseinheit 2 und eine Blasformeinheit 4 auf. Der Extrusionskopf 9 der Extrusionseinheit 2 besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse 15, einem stationären Dorn 16, einem darin koaxial verschiebbar angeordneten Kern 17 und einem in einem Speicherraum 18 axial beweglichen ringförmig ausgebildeten Kolben 19. Der Kern 17 stellt an seinem unteren Ende 14 die innere Begrenzung einer ringspaltförmigen Austrittsöffnung 20 dar. Im oberen Endbereich ist der Kern 17 mit einem Kolben 21 versehen, der innerhalb eines Zylinders 22 geführt ist. Die Zu- und Ableitungen für das im allgemeinen hydraulische Arbeitsmedium sind mit 23 und 24 bezeichnet. Der Kolben 19 ist mittels über seinen Umfang verteilt angeordneten Stangen 25 oder dgl. mit der Kolbenstange 26 eines Kolbens 27 verbunden, der in einem Zylinder 28 verschiebbar angeordnet ist. Zu- und Ableitungen 29 und 30 sind für das normalerweise hydraulische Arbeitsmedium vorgesehen.

Dem Extrusionskopf 9 ist ein Extruder 10 vorgeschaltet, dessen Schnecke 11 durch einen Motor 12 angetrieben wird. Das im allgemeinen granulatförmige thermoplastische Material wird dem Extruder 10 über einen Trichter 13 zugeführt. Der Extruder 10 mündet in eine Eintrittsöffnung 37 des Gehäuses 15 des Extrusionskopfes 9. Das plastifizierte Material wird dabei durch zwei einander gegenüberliegende, sich nach unten erweiterende Kanäle 32 in eine ringförmige Querschnittsform gebracht und strömt über einen Zwischenkanal 33, der durch den Dorn 16 und den beweglichen Ringkolben 19 gebildet wird, in den Speicherraum 18.

Unterhalb des Extrusionskopfes 9 ist die Blasformeinheit 4 angeordnet, die eine aus zwei Formhälften 34a, 34b bestehende Blasform 34 aufweist. Der Blasform 34 ist ein Dorn 35 zugeordnet, der zur Zufuhr eines Druckmittels, z. B. Druckluft, dient, durch welches der Vorformling 31 entsprechend der durch das Formnest der geschlossenen Blasform 34 gebildeten Kontur aufgeweitet wird. Die Zufuhr des Druckmittels erfolgt über eine Bohrung 36 im Dorn 35. Für die Bewegung der Blasformhälften ist der Blasformhälfte 34b ein Antriebskolben 49, der in einem Zylinder 48 verschiebbar ist, zugeordnet. Durch bekannte Synchronisationsmittel wird bewirkt, daß sich die Blasformhälften 34a, 34b gleichmäßig in Richtung auf den Vorformling 31 bewegen können. Diese Synchronisationsmittel sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt, zumal sie jedem Fachmann geläufig sind. Es ist auch üblich, jeder Blasformhälfte 34a, 34b ein eigenes Antriebsmittel 48, 49 zuzuordnen.

Zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung ist eine Steuer- und Regeleinrichtung vorgesehen, deren zentrale Recheneinheit mit 66 bezeichnete ist. In dieser Einheit, die z. B. ein Mikrocomputer sein kann, werden die erfaßten Betriebszustände ausgewertet und eventuelle Anpassungen der Betriebsgrößen der Extrusions- und Blasformeinheit vorgegeben.

Zur Erfassung des zurückgelegten Weges des Ringkolbens 19 ist ein Positionsgeber 64 mit einem Positionsanzeiger 39, welcher z. B. als Potentiometer ausgebildet sein kann, vorgesehen. Über die Leitung 56 steht der Positionsgeber 64 mit der zentralen Steuer- und Regeleinrichtung 66 in Verbindung, in welcher die Ist-Position mit der Soll-Position des Ringkolbens 19 verglichen und ausgewertet wird. In der Umrechnungseinheit 68 wird aus dem Positionssignal 56 die momentane Geschwindigkeit des Ringkolbens 19 ermittelt, die über die Leitung 69 der zentralen Einheit 66 eingegeben wird, in welcher die Ist-Geschwindigkeit mit der vorgegebenen Soll-Geschwindigkeit sowohl während der Füllphase als auch während der Ausstoßphase ver-

glichen wird. Entsprechend der einleitenden Erläuterung stellen diese Betriebsgrößen die wesentlichen Kontrollgrößen des Extrusionsprozesses dar, da durch sie der Zeitablauf des Prozesses erfaßt werden kann. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens 19 während der Füllphase wird dabei als Maß für die Förderleistung des Extruders 10 genommen, dessen Antriebsmotor 12 mit einer Regelvorrichtung 80 verbunden ist, die ihrerseits über die Leitung 81 mit der zentralen Einheit 66 verbunden ist.

Zur Beeinflussung der Wanddicke des Vorformlings weist die Extrusionseinheit 2 einen beweglichen Düsenkern 17 auf, dessen Bewegungen während des Ausstoßvorgangs durch einen Programmierer 53 geregelt werden. Entsprechend dem durch die Kurve 54 repräsentierten Programm wird in Abhängigkeit vom zurückgelegten Hub des Ringkolbens 19 der Kern 17 bewegt. Dazu ist ein Ventil 63 vorgesehen, das mit den Zu- und Ableitungen 23, 24 der Kolben-Zylindereinheit 21, 22 zusammenwirkt. Der Regler 60 vergleicht die über Positionsanzeiger 57 und Positionsgeber 58 ermittelte tatsächliche Lage des Kerns 17 mit dessen Soll-Lage, welche durch das Wanddickenprogramm über die Leitung 61 vorgegeben ist. Der zurückgelegte Hub wird über die Leitung 56 vom Positionsgeber 64 dem Wanddickenprogrammierer 53 eingegeben.

Zur Kontrolle der vorgegebenen Endlänge des Vorformlings 31 kann beispielsweise wenigstens eine Lichtschranke 38 vorgesehen sein, um z. B. feststellen zu können, ob der Vorformling eine Längung oder Kürzung aufgrund der dem Kunststoff innewohnenden Eigenschaften erfahren hat. Die wenigstens eine Lichtschranke ist über eine Leitung 52 mit einer Regeleinrichtung 55 mit dem Wanddickenprogrammierer 54 verbunden ist, wodurch z. B. eine Verstellung des Wanddickenprogramms zur Beeinflussung der ausgestoßenen Länge des Vorformlings 31 bewirkt werden kann, ohne daß das Brutto-Volumen des Vorformlings 31 verändert wird. Der Wanddickenprogrammierer 54 und die zentrale

Steuer- und Regeleinheit sind durch die Leitungen 76 und 77 miteinander verbunden, so daß bei eventuellen gegenseitigen Beeinflussungen, z. B. durch Veränderung des durchzuführenden Hubes des Ringkolbens 19, die Programmabläufe aneinander angeglichen werden können.

Während des Ausstoßvorganges wird die Soll-Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens 19 über ein Ventil 87, welches mit der Kolben-Zylindereinheit 27, 28 des Antriebsmittels des Ringkolbens 19 zusammenwirkt, eingestellt. Dazu ist das Ventil 87 mit einer Steuereinheit 89 verbunden, die ihr Eingangssignal über die Leitung 88 von der zentralen Einheit 66 erhält. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens 19 wird dabei durch den Positionsgeber 64 erfaßt und über die Umrechnungseinheit 68 der zentralen Steuereinheit 66 eingegeben. Es kann aber auch ein separater Geschwindigkeitsmesser vorgesehen sein.

Die Länge des durchzuführenden Hubes des Ringkolbens 19, durch welchen das auszustoßende Volumen des innerhalb des Speicherraumes 18 gespeicherten Materials bestimmt wird, kann durch die Einstellvorrichtung 85 festgelegt werden, die in Abhängigkeit von einem über die Leitung 83 von der zentralen Steuer- und Recheneinheit 66 abgegebenen Signal den Hubweg des Ringkolbens 19 und die sich daraus ergebenden Endpositionen 40 und 41 der Hubbewegung einstellt.

Der Bewegungsablauf der Blasformeinheit 4 wird durch eine Steuereinheit 70 kontrolliert und eingestellt, durch welche die Zykluszeit, die Kühlzeit und andere notwendige Zeiten der Blasformeinheit vorgegeben werden. Die Signale für die Steuerung der Bewegung werden dabei über eine Leitung 65 der Steuereinrichtung 44 zugeführt, die mit einem Ventil 45 für die Zu- und Ableitungen 46, 47 der zugeordneten Kolben-Zylindereinheit 49, 48 verbunden ist. Die jeweilige Stellung der Blasform wird über einen Positionsgeber 73, der als Potentiometer ausgebildet sein kann, der Steuereinheit 70 eingegeben.

Die Steuereinheit 70 wirkt über die Leitungen 71 und 72 mit der zentralen Regel- und Steuereinheit 66 für den Extrusionsprozeß zusammen. Insbesondere werden durch die Steuereinheit 70 über die Leitung 71 der zentralen Steuer- und Regeleinheit 66 die einzuhaltende Zykluszeit sowie der Zeitpunkt, zu welchem die Blasform 34 zur Aufnahme eines Vorformlings bereit ist, vorgegeben.

Zur Gewichtskontrolle des ausgestoßenen Vorformlings ist eine Waage 91 vorgesehen, mit welcher der aufgeweitete Hohlkörper mit den Abfallstücken gewogen werden kann. Die Waage 91 steht in Verbindung mit einer Vergleichseinrichtung 93, in welcher das Ist-Gewicht mit dem durch die Vorgabeeinheit 95 vorgegebenen Soll-Gewicht verglichen wird. Diese Gewichtskontrolle kann z.B. bei jedem hergestellten Vorformling erfolgen, wobei es jedoch auch ausreichend sein kann, lediglich das Gewicht eines Vorformligs von mehreren Vorformlingen, die in aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen hergestellt worden sind, zu messen. Der Sollwert des Gewichtes wird in einer Umrecheneinheit 97 in ein Brutto-Volumen ungerechnet der zentralen Steuer- und Regeleinrichtung 66 eingegeben. Über eine Leitung 96 steht die Vergleichseinrichtung 93 mit der Umrecheneinheit 97 in Verbindung, so daß bei Abweichungen des Gewichts des Vorformlings die Umrechnung korrigiert werden kann. Die Umrechnung berücksichtigt die Dichte des jeweiligen Kunststoffmaterials, ohne daß der die Dichte kennzeichnende Wert als absolute Größe bekannt sein muß.

In Fig. 2 ist der ideale Verlauf eines Arbeitszyklus' einer Extrusionseinheit einleitend beschriebener Art dargestellt. Die mit V bezeichnete Ordinate stellt das plastifizierte Volumen des Kunststoffes dar. Auf der mit t bezeichneten Abszisse sind die verschiedenen Zeitabschnitte des Arbeitsablaufes eines Extrusionsprozesses eingetragen. Durch die feststehende Geometrie des Speicherraums und des Ringkolbens innerhalb des Extrusionskopfes kann einem Volumen direkt ein zurückgelegter

Hub des Ringkolbens zugeordnet werden, so daß bei entsprechender Maßstabswahl auch der Hub des Ringkolbens auf der Ordinate abgelesen werden kann. Demnach entspricht der Kurvenverlauf dem Bewegungsablauf des Ringkolbens, der als maßgebende Kontrollgröße für den gesamten Arbeitszyklus herangezogen wird. Der Vorteil einer Darstellung der Volumen kann darin gesehen werden, daß außer der Bewegung des Kolbens auch das Volumen des während der Ausstoßphase extrudierten Materials sowie die Förderleistung des Extruders gezeigt werden.

Die Randbedingungen für den Extrusionsprozeß sind durch das erforderliche Brutto-Volumen V_B (Strecke EC) für einen Vorformling einerseits und die Zeit t_Z (Strecke AE) für einen Arbeitszyklus andererseits vorgegeben.

Entsprechend der einleitenden Erläuterung läßt sich aus den Kenngrößen des Extrusionskopfes und des Kunststoffes eine günstige Austrittsgeschwindigkeit des Kunststoffmaterials aus der Austrittsöffnung während des Ausstoßvorganges bestimmen. Daraus ergibt sich mit dem insgesamt auszustoßenden Volumen V_B die Ausstoßzeit t_A (Strecke DE) als weitere Vorgabegröße. Mit diesen Vorgabegrößen V_B, t_Z und t_A können alle weiteren Soll-Werte für den Extrusionsprozeß ermittelt werden.

Die Förderleistung des kontinuierlich laufenden Extruders ergibt sich aus der Steigung der Strecke AC der Fig. 2, da innerhalb der Zeit eines Arbeitszyklus' t_Z das Brutto-Volumen V_B für einen Vorformling von dem Extruder plastifiziert werden muß. Aus dem Verlauf der Strecke AB sind sowohl die Soll-Geschwindigkeit als auch die Soll-Position des Ringkolbens während der Speicherphase herleitbar. Somit kann während der Speicherphase die Förderleistung des Extruders kontinuierlich oder zu bestimmten Zeitpunkten kontrolliert werden, indem die Geschwindigkeit und/oder der zurückgelegte Weg des Ringkolbens erfaßt werden. In der Ausstoßphase (Strecke DE) hingegen kann

die Förderleistung des Extruders nicht durch die Geschwindigkeit und/oder die Position des Ringkolbens erfaßt werden.

Aus der Zykluszeit t_Z und der Ausstoßzeit t_A läßt sich der Anteil des Gesamtvolumens V_B errechnen, der in dem Speicherraum während der Füllphase gesammelt werden muß. Das Verhältnis des zu speichernden Volumens V_S (Strecke DB) zum Brutto-Volumen V_B (Strecke EC) entspricht dem Verhältnis der Speicherzeit t_S (Strecke AB), die sich aus der Differenz von der Zykluszeit t_Z und der Ausstoßzeit t_A ergibt, zur Zykluszeit t_Z (Strecke AE). Demzufolge gilt die Beziehung

$$\frac{V_S}{V_B} = \frac{t_Z - t_A}{t_Z}$$

so daß

$$V_S = V_B \cdot \frac{(t_Z - t_A)}{t_Z} \quad .$$

Die Strecke DB entspricht dabei auch dem Soll-Hub des Ringkolbens. Aus dem Verlauf der Strecke BE können die Soll-Geschwindigkeit und der zurückzulegende Weg des Ringkolbens während der Ausstoßphase hergeleitet werden.

Da im allgemeinen das erforderliche Brutto-Volumen eines Vorformlings unter anderen Bedingungen, insbesondere hinsichtlich des herrschenden Druckes, bestimmt wird, müssen wegen der Kompressibilität des Kunststoffes die im Speicherraum herrschenden Druckverhältnisse, Materialparameter und andere Einflußgrößen bei der Anwendung der obigen Beziehung der jeweiligen Volumen des verwendeten Materials berücksichtigt werden. Da diese Einflußgrößen jedoch überwiegend in einem mehr oder weniger konstanten Verhältnis zueinander stehen, kann der sich daraus ergebende Unterschied zwischen dem Brutto-Volumen einer bestimmten Masse im Extrusionskopf einerseits und dem

Brutto-Volumen dieser Masse im fertigen Artikel andererseits bei den hier angestellten prinzipiellen Darstellungen unberücksichtigt bleiben.

Da dieser Unterschied jedoch in der Praxis nicht einwandfrei bestimmt werden kann, wird das Gesamtgewicht des Vorformlings als Vorgabe für das Brutto-Volumen V_B genommen, indem das Gewicht mit einem bestimmten Umrechnungsfaktor in das Brutto-Volumen umgerechnet wird. Das Gewicht des insgesamt ausgestoßenen Materials kann nach einem Arbeitszyklus durch Wiegen des aufgeweiteten Hohlkörpers zusammen mit den Abfallteilen erfaßt werden, wobei bei zu hohem Gewicht das einzuhaltende Brutto-Volumen gesenkt und bei zu niedrigem Gewicht das einzuhaltende Brutto-Volumen erhöht wird, wobei vorausgesetzt ist, daß durch den Extrusionsprozeß das jeweils zugrunde liegende Brutto-Volumen hergestellt worden ist.

Aus Fig. 2 läßt sich weiterhin entnehmen, daß der in einem Arbeitszyklus hergestellte Vorformling mit dem Brutto-Volumen V_B sich zusammensetzt aus dem Materialanteil V_S (Strecke DB oder EF), der im Speicherraum während der Speicherzeit t_S gesammelt wird, und dem Materialanteil V_E (Strecke FC), der während der Ausstoßphase von dem wenigstens einen Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird.

Aus dem Diagramm und der einleitend erörterten Arbeitsweise derartiger Extrusionseinheiten geht hervor, daß das Brutto-Volumen, die Zykluszeit und die Ausstoßzeit Vorgabegrößen darstellen, die zur Durchführung von Korrekturmaßnahmen nicht oder nur in engen Grenzen verändert werden können. Korrekturmaßnahmen können während eines Arbeitszyklus' die Förderleistung des Extruders, die Länge des Hubes des Ringkolbens und dessen Geschwindigkeit während des Ausstoßvorganges betreffen.

In Fig. 3 ist eine Abweichung der Förderleistung des Extruders dargestellt. Im folgenden werden vom Soll-Verlauf abweichende

Betriebzsustände mit ' oder " gekennzeichnet. In diesem Beispiel wird eine geringere Menge Material pro Zeiteinheit von dem Extruder plastifiziert. Dies hat zur Folge, daß das eingestellte Volumen V_S des zu speichernden Materials ebenfalls zu einem späteren Zeitpunkt D' erreicht sein wird. Zu diesem späteren Zeitpunkt wird das Material mit der eingestellten Geschwindigkeit des Ringkolbens aus dem Speicherraum verdrängt, so daß die Soll-Ausstoßzeit t_A, allerdings zeitverschoben (t_A') eingehalten wird, da der durchzuführende Hub des Ringkolbens und dessen Ausstoßgeschwindigkeit unverändert bleiben. Dies hat zur Folge, daß aufgrund der geringeren Förderleistung des Extruders während der Ausstoßphase weniger Materialvolumen V_E' (Strecke F'C') in den Extrusionskopf gefördert wird und demnach das ausgestoßene Volumen V_B' kleiner als das Soll-Volumen V_B eines Vorformlings ist. Weiterhin wird sich dadurch eine längere Zykluszeit t_Z' (Strecke AE') einstellen.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die dargestellten V-t-Diagramme nur den qualitativen Verlauf eines Extrusionsprozesses wiedergeben. Aufgrund der gewählten Achsenaufteilungen des Koordinatensystems können daher die Volumenabweichungen sehr klein und damit unbedeutend erscheinen. Es ist aber offensichtlich, daß auch bereits geringe Volumenabweichungen des ausgestoßenen Materials Längenänderungen des Vorformlings bewirken können, die z. B. eine Wanddickenverteilung bezüglich der Längserstreckung des Vorformlings erheblich verschieben können, so daß der fertige Hohlkörper nicht die gewünschte Wandstärkenverteilung aufweist. Anhand der gezeigten Beispiele sollen lediglich die prinzipiellen Verfahrensweisen erläutert werden.

Bekannte Vorrichtungen erfassen in der Regel entweder die Zeitdifferenz (Strecke DD') zwischen der Soll-Zeit und der Ist-Zeit, zu welcher das zu speichernde Material im Speicherraum gesammelt ist, oder zum Soll-Zeitpunkt D, zu welchem das gespeicherte Material ausgestoßen werden soll, die Position B"

des Ringkolbens und vergleichen diese mit seiner Soll-Position B. Aufgrund des Vergleichsergebnisses wird ein Eingriff eingeleitet, der in diesem Fall eine Erhöhung der Förderleistung des Extruders bewirkt. Ein derartiger Eingriff wird sich dabei aufgrund der langsamen Reaktion des Extruders im allgemeinen erst im folgenden Arbeitszyklus auswirken können, so daß zumindest in diesem Zyklus ein Vorformling erzeugt wird, der nicht den gewünschten Anforderungen entspricht. Weiterhin ist es nachteilig, daß frühestens am Ende der Speicherphase des nächsten Zyklus' die Wirkung des Eingriffs kontrolliert werden kann.

In Fig. 4 ist ein nur für kurze Zeit andauernder Förderleistungseinbruch des Extruders dargestellt, nach welchem der Extruder wieder seine Soll-Förderleistung erreicht. Eine derartige Förderleistungsänderung kann z. B. durch verzögertes Nachrutschen des granulatförmigen Kunststoffes im Einfülltrichter verursacht werden. Entsprechend der Darstellung wird das zu speichernde Volumen erst zu einem späteren Zeitpunkt D' in dem Speicherraum gespeichert sein. Da in diesem Fall bereits nach kurzer Zeit die Förderleistung des Extruders wieder dem Soll-Wert entspricht und somit die Strecke A'C' parallel zur Strecke AC verläuft, wird während der Ausstoßphase (Strecke D'E') das erforderliche Volumen V_E vom Extruder in den Extrusionskopf gefördert, so daß das erforderliche Brutto-Volumen, allerdings zu einem späteren Zeitpunkt (E'), ausgestoßen wird.

Aber auch in diesem Fall wird durch bekannte Regeleinrichtungen entweder die Differenz zwischen Soll-Zeit und Ist-Zeit (Strecke DD'), in welcher das zu speichernde Materialvolumen gespeichert ist, oder die Differenz zwischen Soll-Position des Ringkolbens und seiner Ist-Position (Strecke BB"), in welcher er sich nach der Soll-Speicherzeit D befindet, erfaßt. Dies hat zur Folge, daß auch in diesem Beispiel die Förderleistung des Extruders durch einen Regeleingriff verändert wird, obwohl

sie nach nur kurzzeitiger Abweichung ihren Soll-Wert wieder erreicht hatte mit der Folge, daß im nächsten Arbeitszyklus vom Soll-Betriebszustand abweichende Bedingungen vorliegen, die zu einem fehlerhaften Vorformling führen.

Die Beispiele in Fig. 3 und 4 zeigen, daß Extrusionsprozesse mit bekannten Regel- und Steuereinrichtungen, welche lediglich einmal pro Zyklus den Betriebszustand erfassen, zumindest innerhalb des Arbeitszyklus', in welchem die Abweichung aufgetreten ist, einen Vorformling erzeugen, der in einer von der Soll-Zykluszeit abweichenden Zykluszeit hergestellt wird und der ggf. ein vom Soll-Wert abweichendes Brutto-Volumen aufweist. Weiterhin werden durch derartige Regel- und Steuereinrichtungen Eingriffe bewirkt, die eine Veränderung einer Betriebsgröße frühestens im nächsten Arbeitszyklus zur Folge haben, so daß deren Wirkungen demnach erst in diesem festgestellt werden können. Mithin kann es dabei vorkommen, daß Eingriffe zu dem Zeitpunkt ihrer Einleitung nicht mehr erforderlich waren. Derartig fehlgehende Eingriffe in den Extrusionsprozeß sind insbesondere darauf zurückzuführen, daß während der gesamten Speicherphase, welche in der Regel länger als die Ausstoßphase, in vielen Fällen sogar bis zu 90% der Zykluszeit andauern kann, keine der maßgebenden Betriebsgrößen, insbesondere die Förderleistung des Extruders und die Position des Ringkolbens erfaßt, ausgewertet und eventuell angepaßt werden. In der Regel werden daher mehrere Arbeitszyklen benötigt, um aufgetretene Schwankungen auszugleichen.

Mit einer Regel- und Steuereinrichtung gemäß der Erfindung sollen die Nachteile der bekannten Regeleinrichtungen dadurch vermieden werden, daß zumindest während eines Teilabschnitts der Füllphase die Geschwindigkeit des Ringkolbens als Maß für die Förderleistung und/oder dessen Position erfaßt und durch die zentrale Regel- und Steuereinheit ausgewertet werden. In Abhängigkeit von Zeitpunkt und Ausmaß eventueller Abweichungen

vom Soll-Zustand werden dann Eingriffe eingeleitet, so daß mit größtmöglicher Genauigkeit das erforderliche Brutto-Volumen für einen Vorformling ausgestoßen wird. Dabei soll weiterhin angestrebt werden, daß die Zykluszeit der zugeordneten Blasformeinheit eingehalten wird. Anhand der folgenden Figuren soll die Verfahrensweise erläutert werden, wobei zum Vergleich auch der ideale Verlauf gemäß Fig. 2 gezeigt ist.

In Fig. 5 ist ein Bewegungsablauf des Ringkolbens dargestellt, der sich einstellen kann, wenn die Förderleistung des Extruders durch eine Regel- und Steuereinrichtung gemäß der Erfindung geregelt wird. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens und dessen Positionen werden dabei mehrmals während der Füllphase erfaßt und in der Steuer- und Regeleinrichtung ausgewertet mit der Folge, daß bei eventuellen Abweichungen der dadurch erfaßten Förderleistung des Extruders diese korrigiert wird. Es ist offensichtlich, daß durch diese Erfassung der Ist-Werte und einen Vergleich mit den Soll-Werten Eingriffe bewirkt werden können, die noch in demselben Arbeitszyklus wirksam werden, und deren Wirkung in letzterem noch kontrolliert werden kann. Dies hat zur Folge, daß das Ende der Speicherphase zum richtigen Zeitpunkt D erreicht werden kann, wobei ebenfalls eine Förderleistung des Extruders eingestellt sein kann, die im wesentlichen dem Soll-Wert entspricht. Da sich eventuelle Schwankungen der Förderleistung des Extruders nunmehr nur noch in der Ausstoßphase und demnach nur noch bezüglich des während dieser Zeit extrudierten Volumens V_E auswirken können, kann in der Regel das erforderliche Brutto-Volumen V_B mit großer Genauigkeit ausgestoßen werden. Jedenfalls werden Schwankungen, die in der Entleerungsphase auftreten, im allgemeinen quantitativ nicht sehr ins Gewicht fallen und können in manchen Fällen in Kauf genommen werden.

Es ist bekannt, daß ein stabiler Betriebszustand eines Extruders von einer Vielzahl von Einflüssen abhängt, so daß in der Regel auch geringfügige Veränderungen durch äußere Eingriffe

längerfristige Ausgleichsvorgänge zur Folge haben können. Es wird daher anzustreben sein, häufige Eingriffe auf den Betriebszustand des Extruders zu vermeiden. Demzufolge kann es in manchen Fällen unter Umständen nachteilig sein, einen Extrusionsprozeß derart zu regeln, daß sich ein Arbeitsablauf gemäß Fig. 5 ergibt.

Vielmehr wird es oft zweckmäßig sein, Eingriffe in den Betriebszustand des Extruders erst dann einzuleiten, wenn die Abweichungen der Förderleistung einen vorbestimmten Toleranzbereich überschreiten. Dies kann z. B. dann der Fall sein, wenn die Extrusionseinheit nach einer Betriebspause wieder angefahren wird, so daß sich erst noch ein stabiler Betriebszustand aller Einflußgrößen einstellen muß, die sich auf die Förderleistung des Extruders auswirken. Die bis zum Erreichen des stabilen Betriebszustandes entstehenden Abweichungen des Extrusionsprozesses können durch Veränderung anderer Betriebsgrößen ausgeglichen werden. Dies ist deshalb möglich, weil durch die Überwachung der Geschwindigkeit des Ringkolbens und dessen Position durch die zentrale Steuer- und Regeleinheit Aussagen bezüglich des Ausmaßes der Abweichung während des weiteren Verlaufs und am Ende des Extrusionsprozesses gemacht werden können, aus welchem Eingriffe auf andere Betriebsgrößen hergeleitet werden können, um das für einen Vorformling erforderliche Brutto-Volumen auszustoßen. Es wird dabei im folgenden davon ausgegangen, daß sich die in der Füllphase eingestellten Abweichungen der Förderleistung in der Ausstoßphase weiter fortsetzen. Abweichungen, die erst in der Ausstoßphase auftreten, können nicht erfaßt und demnach nicht ausgewertet werden.

In Fig. 6 sind, ausgehend von einer Förderleistung des Extruders, die kleiner als die Soll-Förderleistung ist, Auswirkungen von Eingriffen dargestellt, die zu Veränderungen des Volumens des zu speichernden Materials und/oder der Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßvorganges

führen, so daß im wesentlichen das erforderliche Brutto-Volumen ausgestoßen wird. Bei der ersten Möglichkeit, die in der Fig. 6 mit ' bezeichnet ist, wird das Volumen des zu speichernden Materials V_S' derart vergrößert (Strecke D'B'), daß während des Ausstoßvorganges bei der eingestellten Soll-Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens das vom Extruder in den Extrusionskopf geförderte Material V_E' (Strecke F'C') zusammen mit dem in diesem Arbeitszyklus gespeicherten Material V_S' das erforderliche Brutto-Volumen V_B ergibt. Es werden sich dabei sowohl ein anderer Zeitpunkt des Ausstoßbeginns (D') als auch eine veränderte Ausstoßzeit t_A' sowie eine andere Zykluszeit t_Z' einstellen. Weiterhin ist es dabei erforderlich, daß dem Ringkolben innerhalb des Speicherraums ein größerer Hub als der Soll-Hub zur Verfügung steht, damit die zum Ausgleich der abweichenden Förderleistung des Extruders vergrößerte zu speichernde Materialmenge im Speicherraum untergebracht werden kann.

Bei der mit " bezeichneten zweiten Möglichkeit wird vom Soll-Ausstoßbeginn (D) das bis zu diesem Zeitpunkt gespeicherte Material (Strecke DB") mit verringerter Ausstoßgeschwindigkeit aus dem Speicherraum verdrängt. Es wird sich demnach eine längere Ausstoßzeit $t_A"$ einstellen, innerhalb welcher entsprechend mehr Material (Strecke F"C') vom Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird, die zusammen mit dem zwar gespeicherten Material $V_S"$ das erforderliche Brutto-Volumen V_B ergibt. Eine derartige Regelung wird dann zweckmäßig sein, wenn kein größerer Hub des Kolbens innerhalb des Speicherraumes zum Ausgleich der Förderleistung zur Verfügung steht. Weiterhin ist ein derartiger Eingriff nur dann möglich, wenn sich durch die veränderte Austrittsgeschwindigkeit des Kunststoffes aus der Austrittsöffnung während des Ausstoßvorganges keine qualitätsmindernden Beeinflussungen des Vorformling ergeben. Auch diese Regelmöglichkeit hat eine Veränderung der Zykluszeit t_Z' zur Folge.

Bei beiden in Fig. 6 gezeigten Möglichkeiten werden sich von den Soll-Volumenanteilen V_S und V_E abweichende Volumenanteile V_S' und V_E' bzw. V_S'' und V_E'' einstellen, die zusammen das erforderliche Brutto-Volumen V_B ergeben. Dabei führen die Ausgleichsvorgänge zu einer Veränderung der Zykluszeit und der Ausstoßzeit. Der parallel verlaufende Arbeitsablauf der Blasformmaschine muß ggf. darauf eingestellt werden. Es ist weiterhin ersichtlich, daß die gezeigte Regelmöglichkeit zu einer Zykluszeitverlängerung und damit lediglich zu einer Verringerung der Produktivität führt, wobei der dadurch hergestellte Vorformling jedoch den gewünschten Erfordernissen genügt.

In den Fig. 7 - 10 werden daher weitere Regelmöglichkeiten dargestellt, die im Idealfall keine Veränderungen der Zykluszeit bewirken, wobei weiterhin das erforderliche Brutto-Volumen eines Vorformlings aus dem Extrusionskopf ausgestoßen wird. Gemäß den einleitend erläuterten konstruktiven Gegebenheiten ist es im allgemeinen üblich, daß der durchzuführende Hub des Ringkolbens, durch welchen das Volumen des zu speichernden Materials bestimmt wird, kleiner ist als der durch den Speicherraum vorgegebene maximal mögliche Hub, so daß das zu speichernde Volumen nur einen Teil des maximalen Volumens des zur Verfügung stehenden Speicherraums ausfüllt. In vielen Fällen wird die Anordnung der den Hub begrenzenden Positionen im Speicherraum so getroffen sein, daß sowohl bei der Ausstoßbewegung als auch bei der Bewegung des Kolbens während der Füllphase der Ringkolben einen längeren Weg durchführen kann als der Soll-Weg und somit mehr Material aus dem Speicherraum verdrängen kann als in der vorhergehenden Speicherphase gefördert wurde, bzw. mehr Material im Speicherraum gesammelt werden kann als ausgestoßen wird. Es kann also eine Materialmenge V_K vom Kolben ausgestoßen werden, die nicht mit der zuvor gespeicherten Materialmenge V_S übereinstimmt. Dieses zusätzliche Volumen stellt ein Ausgleichsvolumen oder eine Reserve dar, das zum Ausgleich von Abweichungen der Förderleistung des Extruders verwendet werden kann.

In Fig. 7 ist zusätzlich auf der Ordinate noch ein maximales Volumen V_{max} des zur Verfügung stehenden Speicherraums dargestellt, innerhalb dessen sich das Volumen des zu speichernden Materials befindet.

Ausgehend von einer in Fig. 7 dargestellten zu geringen Förderleistung des Extruders wird der durchzuführende Hub des Ringkolbens im anschließenden Ausstoßvorgang so eingestellt, daß sich das aus dem Speicherraum verdrängte Material aus dem Volumenanteil, welcher innerhalb der Speicherzeit in diesem Zyklus plastifiziert und in den Speicherraum gefördert wurde und dem Volumenanteil, der am Ende des jeweiligen Zyklus' zur Erzielung des erforderlichen Bruttovolumens V_B fehlt, zusammensetzt. Das ausgestoßene Volumen für einen Vorformling wird demnach aus dem im Zyklus gespeicherten Material, dem während der Ausstoßphase vom Extruder geförderten Material und einem Ausgleichsvolumen, welches im Speicherraum als Reserve z. B. aus vorangegangenen Zyklen vorhanden ist, gebildet.

Die auszugleichende Materialmenge läßt sich aus dem dargestellten Kurvenverlauf ermitteln. Am Ende der Zykluszeit t_Z (Zeitpunkt E) soll ein neuer Vorformling mit dem Bruttovolumen V_B zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend dem Verlauf der Förderleistung (Strecke AC'), die während der Speicherphase, insbesondere am Ende derselben erfaßt wird, ist zu erwarten, daß zum Zeitpunkt E, also wenn der gesamte Vorformling ausgestoßen ist, vom Extruder nur ein Materialvolumen plastifiziert wurde, welches der Strecke EC' entspricht. Das Materialvolumen, welches der Strecke CC' entspricht, fehlt und muß ausgeglichen werden.

Bis zum vorgegebenen Zeitpunkt D wurde innerhalb der Speicherzeit t_S infolge der zu niedrigen Förderleistung des Extruders nur die Materialmenge V_S' (Strecke EF') gespeichert. Wenn der Entleerungsvorgang des Speichers zum vorgegebenen Zeitpunkt D

beginnt, muß das aus dem Speicherraum auszustoßende Volumen V_K' gegenüber dem in diesem Zyklus angespeicherten Volumen V_S' um den Fehlbetrag in der Förderung des Extruders bis zum Ende des Zyklus' erhöht werden (Strecke CC'), um das insgesamt erforderliche Bruttovolumen V_B zu erhalten.

Zum Zeitpunkt D beginnt der Ringkolben seinen Ausstoßhub in einer Position, welche dem Punkt B' entspricht. Bei Durchführung des Soll-Hubes würde das Volumen V_S ausgestoßen, wobei die fehlende Menge Kunststoff V_H' (Strecke FF') aus einer Reserve innerhalb des Speicherraums entnommen werden muß. Während der Ausstoßphase wird vom Extruder die Materialmenge V_E' (Strecke F'C') plastifiziert, die wegen der Abweichung des Extruders ebenfalls geringer als die Soll-Menge V_E ist. Die Parallele zur Soll-Förderung (Strecke AC) durch den Punkt B' ergibt auf der Ordinate EC einen Schnittpunkt C", dessen Abstand zu C' dem Volumen entspricht, das von dem Extruder infolge seiner zu niedrigen Förderleistung während der Ausstoßphase zu wenig gefördert wurde. Um das der Strecke C'C" entsprechendem Volumen V_A' muß daher das zu speichernde Soll-Volumen V_S vergrößert werden, indem der Hub des Ringkolbens gegenüber dem Soll-Ausstoßhub entsprechend verlängert wird.

Auch dieser Materialanteil muß aus der Reserve des Speicherraums entnommen werden. Die Summe des fehlenden Materials, das aus dem Speicherraum bereitgestellt werden muß, entspricht den Abschnitten GE bzw. FF' zuzüglich C'C" oder CC'. Der Hubweg des Ringkolbens endet also nicht in einer Position, die dem Punkt E entspricht, sondern zum Zeitpunkt E bei dem tiefer liegenden Punkt G.

Wegen des größeren erforderlichen Hubes des Ringkolbens ist eine Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit notwendig, wenn in der gleichen Zeit (Ausstoßzeit t_A) das Bruttovolumen für einen Vorformling aus der Öffnung des Kopfes austreten soll. Der Kurvenabschnitt B'G weist daher einen etwas steileren Verlauf

als der Kurvenabschnitt BE des Soll-Zustandes auf. Durch die angepasste Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens wird gleichzeitig bewirkt, daß die für das Kunststoffmaterial geeignete Austrittsgeschwindigkeit eingehalten wird, da in der gleichen Zeit die gleiche Menge Kunststoff aus dem Extrusionskopf austritt.

In den im folgenden beschriebenen Fig. 8 und 9 sind zum besseren Verständnis die in der Fig. 7 gezeigte Abweichung sowie jene abweichende Volumen V_S' und V_E', die sich aus dieser Abweichung ergeben würden, dargestellt.

In Fig. 8 ist eine Regelmöglichkeit dargestellt, bei welcher der Ringkolben seine Geschwindigkeit entsprechend dem Soll-Zustand (Steigung der Strecke BE) während der Ausstoßphase beibehält. Wegen des längeren Hubes aufgrund des um V_L' (Strecke H'H") vergrößerten, aus dem Speicherraum auszustoßenden Volumens V_K' wird sich eine längere Ausstoßzeit t_A' einstellen. Diese Verlängerung der Ausstoßzeit muß bei der Bemessung des längeren Hubes und somit von V_L' berücksichtigt werden, da in dieser Zeit weiterhin Material (Strecke K'H') von dem Extruder plastifiziert wird und aus dem Extrusionskopf austritt. Bei gleicher Abweichung der Förderleistung wird daher das Ausgleichsvolumen V_L' gemäß Fig. 8 kleiner sein als das Ausgleichsvolumen V_A' gemäß Fig. 7, da in der verlängerten Ausstoßzeit ein größeres Volumen $V_E"$ in den Extrusionskopf gefördert wird. Das während der verlängerten Zykluszeit t_Z' vom Extruder insgesamt plastifizierte Materialvolumen entspricht der Strecke E'H'. Aufgrund der längeren Zykluszeit und des durchzuführenden Hubes, der bei zu niedriger Förderleistung länger als der vorhergehende Hub während der Füllphase ist, endet der Ausstoßhub des Ringkolbens zum Zeitpunkt E' in der tiefer liegenden Position G'.

Bei einer Regelung gemäß Fig. 8 wird sich eine verlängerte Zykluszeit t_Z' einstellen. Dies kann jedoch auch bei unveränder-

ter Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßens, durch eine Regelung gemäß Fig. 9 vermieden werden. Dabei beginnt der Ausstoßvorgang schon zu einem früheren Zeitpunkt D', der zusammen mit einer Verlängerung des Hubes und somit einer Vergrößerung der auszustoßenden Materialmenge V_K" so gewählt ist, daß in der dadurch längeren Ausstoßzeit t_A" soviel Material V_E" vom Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird, daß das Soll-Brutto-Volumen aus dem Extrusionskopf austritt. Das insgesamt ausgestoßene Material V_B setzt sich demnach zusammen aus dem in der verkürzten Speicherzeit t_S' gesammelten Material V_S", dem in der verlängerten Ausstoßzeit t_A" von dem Extruder plastifizierten Material V_E" und aus dem Ausgleichsvolumen V_H", das dem zu wenig gesammelten Materialvolumen (Strecke F"F) entspricht, sowie dem Ausgleichsvolumen V_M', welches dem vom Extruder in der Ausstoßphase zu wenig geförderten Material (Strecke C'C") entspricht. Der Punkt C" entspricht dabei dem Schnittpunkt einer Parallelen zur Soll-Förderleistung-Linie AC durch den Punkt B" mir der Ordinate EC. Die Volumen V_S" und V_H" ergeben zusammen wieder das zu speichernde Soll-Volumen V_S , so daß der Ringkolben lediglich den, um einen dem Volumen V_M' entsprechenden Weg verlängerten Soll-Hub durchfahren muß. Diese Regelmöglichkeit ist nur dann durchführbar, wenn durch den früheren Beginn des Ausstoßvorganges der Arbeitsablauf der zugeordneten Blasformmaschine nicht gestört wird.

Es ist selbstverständlich, daß die gezeigten Ausgleichsvorgänge sinngemäß auch auf solche Abweichungen übertragbar sind, die durch eine zu große Förderleistung des Extruders verursacht werden. Das Beispiel in Fig. 10 zeigt eine gleichmäßig zu hohe Förderleistung des Extruders entsprechend dem Linienzug AB'C'. Am Ende des Arbeitszyklus' zum Zeitpunkt E soll wiederum das Volumen V_B für einen Vorformling ausgestoßen sein. Infolge einer gegenüber der Soll-Förderleistung (Linienzug ABC) höheren Förderleistung ist am Ende der Zykluszeit vom Extruder ein Volumen (Strecke EC') gefördert worden,

welches größer als das auszustoßende Brutto-Volumen V_B für einen Vorformling ist.

In der Speicherphase t_S wurde ein um das Volumen V_H' (Strecke FF') gegenüber dem zu speichernden Soll-Volumen V_S vergrößertes Volumen V_S' gesammelt. Der Verlauf der Förderleistung, die während der Füllphase erfaßt wird, läßt erwarten, daß in der Ausstoßphase bis zum Zeitpunkt E ebenfalls ein Überschuß gegenüber der Soll-Förderung anfällt. Der auf die Ausstoßphase zu beziehende Überschußanteil V_A' entspricht demnach dem Abstand zwischen dem Punkt C' und dem Schnittpunkt C" einer durch den Punkt B' gehenden Parallelen zur Soll-Förderleistung-Linie AC mit der Ordinate EC'.

Wenn zum Zeitpunkt D der Ausstoßvorgang von einer Ringkolbenstellung, die dem Punkt B' entspricht, beginnt, muß die Länge des Soll-Hubes um einen dem Volumen V_A' entsprechenden Weg verkürzt werden, der dem Abstand C"C' entspricht, damit das erforderliche Brutto-Volumen ausgestoßen werden kann. Die Materialmenge, die dem in der Speicherphase t_S zuviel geförderten Material V_H' (Strecke BB') zusammen mit dem während der Ausstoßphase t_A zuviel geförderten Material V_A' (Strecke C'C") entspricht, muß vorübergehend in den Speicherraum aufgenommen werden.

Das auszustoßende Brutto-Volumen V_B setzt sich demnach aus der während der Ausstoßphase t_A vom Extruder gefördertem Materialmenge V_E' (F'C') und der aus dem Speicherraum von dem Ringkolben ausgestoßenen Menge V_K', die kleiner als das zu speichernde Soll-Volumen V_S ist, zusammen.

Die Verkürzung der Länge des Ausstoßhubes hat zur Folge, daß zur Erzielung der vorgegebenen Ausstoßzeit t_A die Geschwindigkeit des Kolbens reduziert werden muß. Der Kurvenabschnitts B'G verläuft daher etwas weniger steil als der Verlauf des Kurvenabschnittes BE des Soll-Zustandes. Der Ausstoßhub des

Ringkolbens endet also zum Zeitpunkt E in der höher liegenden Position G.

Bei anderen Regelmöglichkeiten wird darauf zu achten sein, daß ein ggf. erforderlicher Ausgleichsvorgang eine kürzere Zykluszeit und/oder einen früheren Ausstoßbeginn zur Folge haben kann, die unter Umständen den vorgegebenen Zeitabläufen des zugeordneten Blasformprozesses nicht angepaßt werden können, da z. B. die Blasform zu einem früheren Ausstoßbeginn noch nicht zur Aufnahme eines Vorformlings bereit ist.

Theoretisch sind die Regelmöglichkeiten gemäß den Fig. 7 - 10 durch die Grenzen des maximalen Hubes des Ringkolbens Beschränkungen unterworfen, falls das Ausgleichsvolumen bei zu hoher Förderleistung des Extruders vollständig gefüllt oder bei zu niedriger Förderleistung vollständig entleert wird. Die Grenzen werden im allgemeinen dann erreicht sein, wenn der Extruder über mehrere Arbeitszyklen gleichgerichtete Abweichungen aufweist. Zu diesem Zeitpunkt muß die Förderleistung derart verändert werden, daß sich entweder der Soll-Zustand einstellt oder zumindest wieder eine Ausgleichsregelung z. B. gemäß den Fig. 7-10 möglich wird. Es kann dabei vorgesehen werden, z. B. bei zu geringer Förderleistung des Extruders bei Erreichen der vollständigen Entleerung des Speicherraums den Extruder auf einen stabilen Betriebszustand zu bringen, der eine geringfügig höhere Förderleistung zur Folge hat. Nach mehreren Zyklen wird es dann erforderlich sein, eine geringfügig kleinere Förderleistung einzustellen, da der Speicherraum nunmehr weitgehend gefüllt ist. Zweckmäßig kann es auch sein, einen vollständig entleerten Speicherraum dadurch aufzufüllen, daß durch zumindest einen Zyklus mit verlängerter Zykluszeit das Ausgleichsvolumen des Speicherraums wieder aufgefüllt wird. Umgekehrt könnte durch zumindest einen Zyklus mit verkürzter Zykluszeit das vollständig gefüllte Ausgleichsvolumen des Speicherraums zumindest teilweise wieder entleert werden. Bei den letztgenannten Möglichkeiten muß jedoch auch die Zy-

kluszeit der zugeordneten Blasformmaschine berücksichtigt werden, damit derartige Veränderungen den Blasformprozeß nicht beeinträchtigen. Besonders zweckmäßig wird es sein, solche Ausgleichsvorgänge für das Ausgleichsvolumen des Speicherraums einzuleiten, bevor die unveränderbaren konstruktiv vorgegebenen Anschlagspositionen für den Ringkolben erreicht werden, so daß sichergestellt ist, daß in jedem Zyklus ein Vorformling mit dem erforderlichen Brutto-Volumen ausgestoßen wird. Die vorstehend erörterten Möglichkeiten werden jedoch in vielen Fällen nicht erforderlich sein, da im allgemeinen die Förderleistung des Extruders nicht ausschließlich in einer Richtung von der Soll-Förderleistung abweicht.

Vorteilhaft ist bei den in den Fig. 6 - 10 gezeigten Regelungen, daß die durchzuführenden Ausgleichsvorgänge auch dann noch zum gewünschten Erfolg führen, wenn z. B. Abweichungen der Förderleistung des Extruders, die auch den zulässigen Toleranzbereich überschreiten können, kurz vor dem Ende der Füllphase festgestellt werden, so daß die Auswirkungen eines Eingriffes auf den Betriebszustand des Extruders nicht mehr während desselben Arbeitszyklus' überwacht werden könnten. Da die in Fig. 6 - 10 gezeigten Anpassungen in erster Linie Betriebsgrößen für den anschließenden Ausstoßvorgang sind, können die Anpassungen nahezu ohne Zeitverzögerung vorgenommen werden. Insbesondere wird durch diese Regelungen ein häufiger Regeleingriff auf den Betriebszustand des Extruders vermieden, wobei trotzdem mit hoher Genauigkeit das Brutto-Volumen des Vorformlings ausgestoßen wird.

Insbesondere wird es daher zweckmäßig sein, daß der Förderzustand des Extruders, der durch die Geschwindigkeit und den Weg-Zeitverlauf des Ringkolbens während der Füllphase bestimmt ist, zumindest kurz vor oder beim Beginn der Ausstoßphase zu erfassen, um eine Aussage über die Förderleistung während der Ausstoßphase zu erhalten, so daß ggf. entsprechende Eingriffe auf die Betriebsgrößen durchgeführt werden können.

Es kann aber auch zweckmäßig sein, bei zu großen Abweichungen der Förderleistung des Extruders zunächst auf diesen Betriebszustand, z. B. gemäß der Regelmöglichkeit nach Fig. 5 einzugreifen und, falls dieser Eingriff nicht den vollen Erfolg zeigt, eine Regelung gemäß den Fig. 6 - 10 ergänzend durchzuführen.

Es ist selbstverständlich, daß eine Regelung gemäß Fig. 7 oder 10 auch auf eine Abweichung, die in Fig. 4 gezeigt ist, anwendbar ist. In einem solchen Fall müßte lediglich das fehlende Materialvolumen (Strecke B'B) aus dem Ausgleichsvolumen des Speicherraums entnommen werden, welches während der Füllphase t_S zuwenig im Speicherraum gespeichert wurde, da die Förderleistung des Extruders wieder ihren Soll-Wert erreicht hat. Ein zusätzliches Volumen V_A' müßte demnach nicht ausgestoßen werden. Insbesondere bei einer derartigen Störung des Betriebszustandes sind die Vorteile der erfindungsgemäßen Steuer- und Regeleinheit zu erkennen. Da im Gegensatz zu bekannten Regelungen die Förderleistung des Extruders während der Füllphase überwacht wird, erfolgt lediglich ein Ausgleich des fehlenden gespeicherten Materials, weil die zum Ende des Füllvorgangs wieder vorhandene Soll-Förderleistung erfaßt wird. Ein in diesem Fall sonst üblicher, fehlgehender Eingriff auf den Betriebszustand des Extruders wird somit nicht durchgeführt mit der Folge, daß im anschließenden Arbeitszyklus die gewünschte Extruderleistung jedenfalls dann eingestellt bleibt, wenn keine zusätzlichen Einflüsse auftreten.

Die Beschreibung der Erfindung bezieht sich im wesentlichen auf Extrusionseinheiten, die einen Extruder aufweisen und denen eine Blasform zugeordnet ist. Selbstverständlich ist die Erfindung auch auf solche Extrusionseinheiten anwendbar, die z. B. zur Bildung mehrschichtiger Vorformlinge eine entsprechende Anzahl von Extrudern aufweisen. Sind der Extrusionseinheit zwei oder mehr Blasformeinheiten zugeordnet, kommt der

Erfindung eine besondere Bedeutung zu, da der Anteil des während der Entleerungsphase in den Extrusionskopf geförderten Materialvolumens größer ist mit der Folge, daß Abweichungen der Förderleistung des Extruders größere Auswirkungen haben werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff mittels Extrusionsblasformen, bei welchem Verfahren absatzweise Vorformlinge (31) hergestellt werden unter Verwendung einer Extrusionseinheit (2), die wenigstens einen kontinuierlich laufenden Extruder (10), einen Extrusionskopf (9), wenigstens einen Speicherraum (18) zum Speichern des in dem wenigstens einen Extruder plastifizierten Materials und wenigstens ein zwischen zwei Endpositionen hubartig hin- und herbewegbares Mittel zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums aufweist, wobei ein Arbeitszyklus (t_Z) der Extrusionseinheit zwei Betriebsphasen (t_A, t_S) aufweist und in einer der Betriebsphasen (t_S) der wenigstens eine Speicherraum unter Verdrängung des wenigstens einen Mittels zum Entleeren des Speicherraumes zumindest teilweise gefüllt und während der anderen Betriebsphase (t_A) das in dem wenigstens einen Speicherraum befindliche Kunststoffmaterial mittels des durch Antriebsmittel bewegten wenigstens einen Mittels zum Entleeren des Speicherraumes in Richtung auf die Austrittsöffnung (10) des Extrusionskopfes vorbewegt und aus der Austrittsöffnung ein Volumenabschnitt des plastifizierten Materials zur Bildung des Vorformlings ausgestoßen wird, wobei der ausgestoßene Volumenabschnitt (V_B) ein Volumen aufweist, das sich aus einem Volumenanteil (V_S), welcher zuvor in dem wenigstens einen Speicherraum gespeichert war, und einem Volumenanteil (V_E) zusammensetzt, welcher während der Ausstoßzeit (t_A) von dem wenigstens einen Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird, und zumindest ein Teilabschnitt des Volumenabschnitts innerhalb des Formnestes einer unterteilten Blasform (34), die wenigstens zwei zueinander bewegbare Formteile (34a, 34b) aufweist, welche das Formnest begrenzen, unter innerem Überdruck aufgeweitet und gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einmal während des Füllvorgangs (t_S) der zurückgelegte Weg und/oder die Geschwindigkeit des wenigstens

einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums (18) zur Ermittlung der Ist-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) erfaßt wird und in einer Steuer- und Regeleinrichtung (66) mit Soll-Werten des zurückgelegten Weges bzw. der Geschwindigkeit, die der Soll-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) entspricht, verglichen werden und zumindest bei einer ein vorgegebenes Ausmaß überschreitenden Abweichung von wenigstens einem Soll-Wert in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis wenigstens eine Betriebsgröße der Extrusionseinheit (2) und/oder der Vorgabewert wenigstens einer Betriebsgröße geändert wird, so daß das vorbestimmte Volumen (V_B) für einen Vorformling mit größtmöglicher Genauigkeit aus dem Extrusionskopf (9) ausgestoßen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll-Förderleistung des wenigstens einen Extruders aus dem vorbestimmten Volumen (V_B) des auszustoßenden Vorformlings und der vorbestimmten Zeit eines Arbeitszyklus' (t_Z) in der Steuer- und Regeleinrichtung (66) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewicht des ausgestoßenen Vorformlings gemessen und mit einem vorgegebenen Soll-Gewicht verglichen wird, wobei in Abhängigkeit von der festgestellten Abweichung das vorbestimmte Volumen V_B des auszustoßenden Vorformlings zur Bestimmung der Soll-Förderleistung verändert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewicht wenigstens eines der Vorformlinge gemessen wird, die in mehreren aufeinander folgenden Arbeitszyklen angefertigt worden sind.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewicht des aufgeweiteten Hohlkörpers mit seinen Abfallstücken gemessen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zum Ende des Füllvorgangs (t_S) die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums (18) zur Ermittlung der Ist-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) erfaßt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest am Ende des Füllvorgangs (t_S) der zurückgelegte Weg und die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels (19) zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraums (18) zur Ermittlung der Ist-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) erfaßt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu mehreren Zeitpunkten während des Füllvorgangs (t_S) der zurückgelegte Weg und/oder die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums (18) zur Ermittlung der Ist-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) erfaßt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens während eines Teilabschnitts des Füllvorgangs (t_S) der zurückgelegte Weg und/oder die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums (18) zur Ermittlung der Ist-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) kontinuierlich erfaßt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt des Feststellens einer Abweichung von einem Soll-Wert durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße noch während des Arbeitszyklus' der Extrusionseinheit durchgeführt wird, in welchem die Abweichung festgestellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße noch in derselben Betriebsphase durchgeführt wird, in welcher die Abweichung festgestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße in der Betriebsphase desselben Arbeitszyklus' durchgeführt wird, die der Betriebsphase folgt, in welcher die Abweichung festgestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung der Ist-Förderleistung von der Soll-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) dessen Förderleistung nur dann eine Änderung erfährt, wenn die Auswirkungen der Änderung in demselben Arbeitszyklus kontrolliert werden können.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung der Ist-Förderleistung von der Soll-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) das Ausmaß des Hubes des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums (18) für die anschließende Ausstoßphase verändert wird, um so die aus der Abweichung sich ergebende Mengendifferenz zumindest teilweise zu kompensieren, wobei der maximale Hub innerhalb des wenigstens einen Speicherraums (18) größer als der Soll-Hub des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) ist.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Soll-Hub des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) dem zu speichernden Soll-Volumen (V_S) entspricht, wobei das Verhältnis von dem zu speichernden Soll-Volumen (V_S) zu dem für einen Vorformling erforderlichen Volumen (V_B) gleich dem Ver-

hältnis von der Differenz zwischen der Zykluszeit (t_Z) und der Ausstoßzeit (t_A) zur Zykluszeit (t_Z) ist.

17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung der Ist-Förderleistung von der Soll-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels (19) zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraums (18) für die anschließende Ausstoßphase verändert wird derart, daß das vorbestimmte Volumen (V_B) für einen Vorformling mit größtmöglicher Genauigkeit aus dem Extrusionskopf (9) ausgestoßen wird.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausstoßgeschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) aus dem durchzuführenden Hub während der Ausstoßzeit in der Steuer- und Regeleinrichtung (66) ermittelt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung der Ist-Förderleistung von der Soll-Förderleistung des wenigstens einen Extruders (10) das Ausmaß des Hubes und die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums (18) für die anschließende Ausstoßphase verändert werden derart, daß einerseits das vorbestimmte Volumen (V_B) für einen Vorformling mit größtmöglicher Genauigkeit aus dem Extrusionskopf (9) ausgestoßen wird und andererseits die Soll-Ausstoßzeit (t_A) mit größtmöglicher Genauigkeit eingehalten wird.

20. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Länge des Hubes des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) des wenigstens einen Speicherraums der Menge des thermoplastischen Materials entspricht, die gleich der Differenz zwischen der Soll-Fördermenge (V_E) und der Ist-Fördermenge (V_E', V_E'') des wenigstens einen Extruders während der Soll-Ausstoßzeit (t_A) ist.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialmenge, die aufgrund der Änderung der Ausstoßzeit, die durch die Änderung der Länge des Hubes bei gegenüber dem Soll-Zustand unveränderter Ausstoßgeschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) bewirkt wird, zuviel oder zuwenig von dem wenigstens einen Extruder (10) in den Extrusionskopf (9) gefördert wird, bei der Änderung der Länge des Hubes berücksichtigt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit während der Ausstoßphase des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) so verändert wird, daß in der dadurch veränderten Ausstoßzeit (t_A', t_A'') eine Menge thermoplastischen Materials (V_E', V_E'') von dem wenigstens einen Extruder (10) in den Extrusionskopf (9) gefördert wird, die der Differenz zwischen dem erforderlichen auszustoßenden Volumen (V_B) eines Vorformlings und der vorher gespeicherten Menge (V_S', V_S'') des thermoplastischen Kunststoffes entspricht.

23. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die mittels der veränderten Länge des Hubes des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) einzustellende Mengendifferenz (V_A') zwischen der durch dieses Mittel ausgestoßenen Menge (V_K') und der zu speichernden Soll-Menge (V_S) der Menge des thermoplastischen Kunststoffes entspricht, die aufgrund der veränderten Förderleistung des wenigstens einen Extruders (6) während der Ausstoßzeit, die durch die veränderte Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren (19) zumindest näherungsweise der Soll-Ausstoßzeit (t_A) entspricht, zu viel oder zu wenig in den Extrusionskopf (9) gefördert würde.

FIG.1

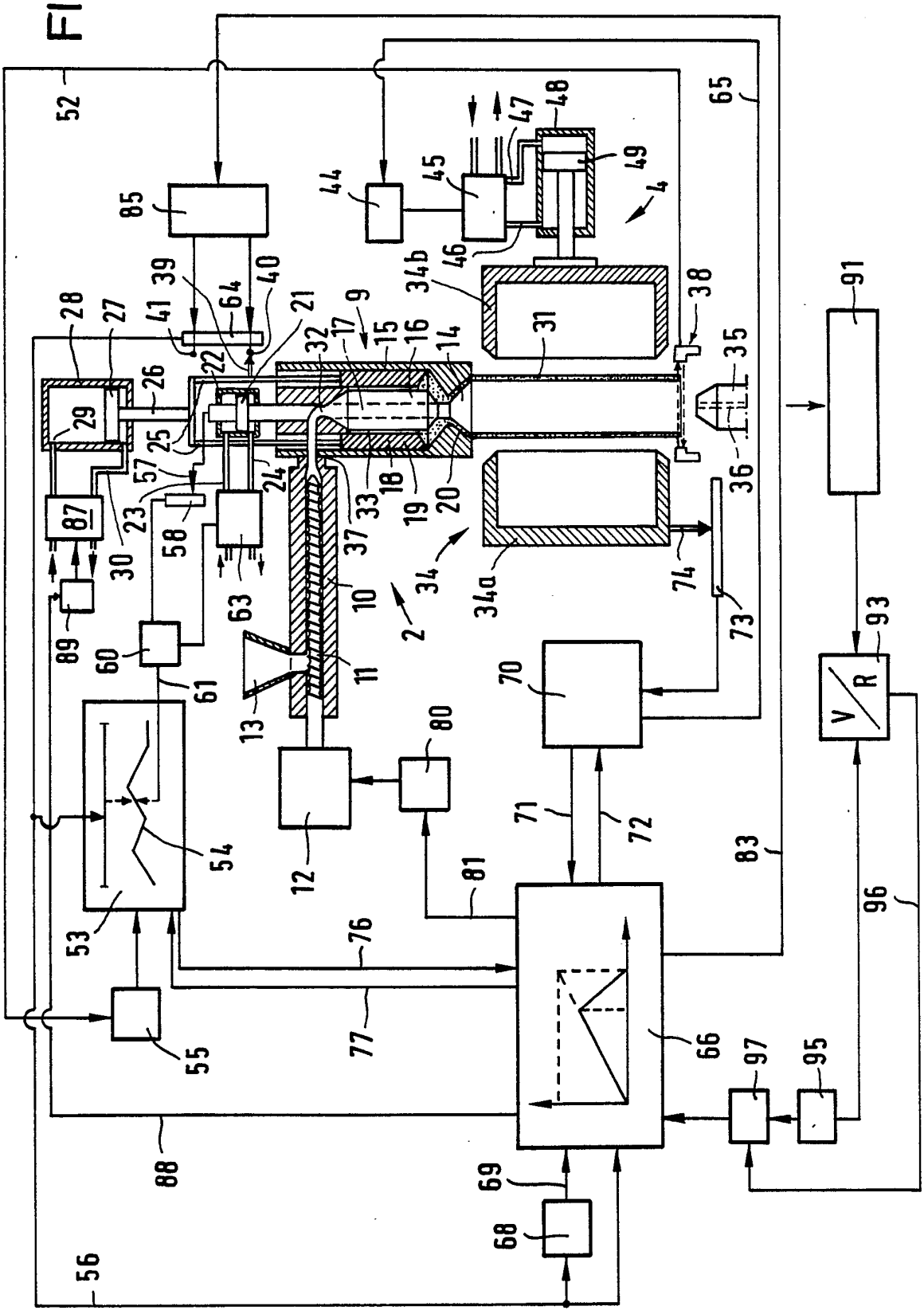

52
65
85
44
45
47
48
49
4
46
34b
38
91
39
64
40
41
21
9
17
15
16
14
31
35
28
27
22
32
26
29
25
57
24
18
20
36
87
30
23
58
33
19
37
34
74
34a
73
89
60
63
10
2
93
61
11
70
13
80
71
72
12
81
83
54
53
76
96
55
77
66
97
95
88
69
68
56

FIG.2

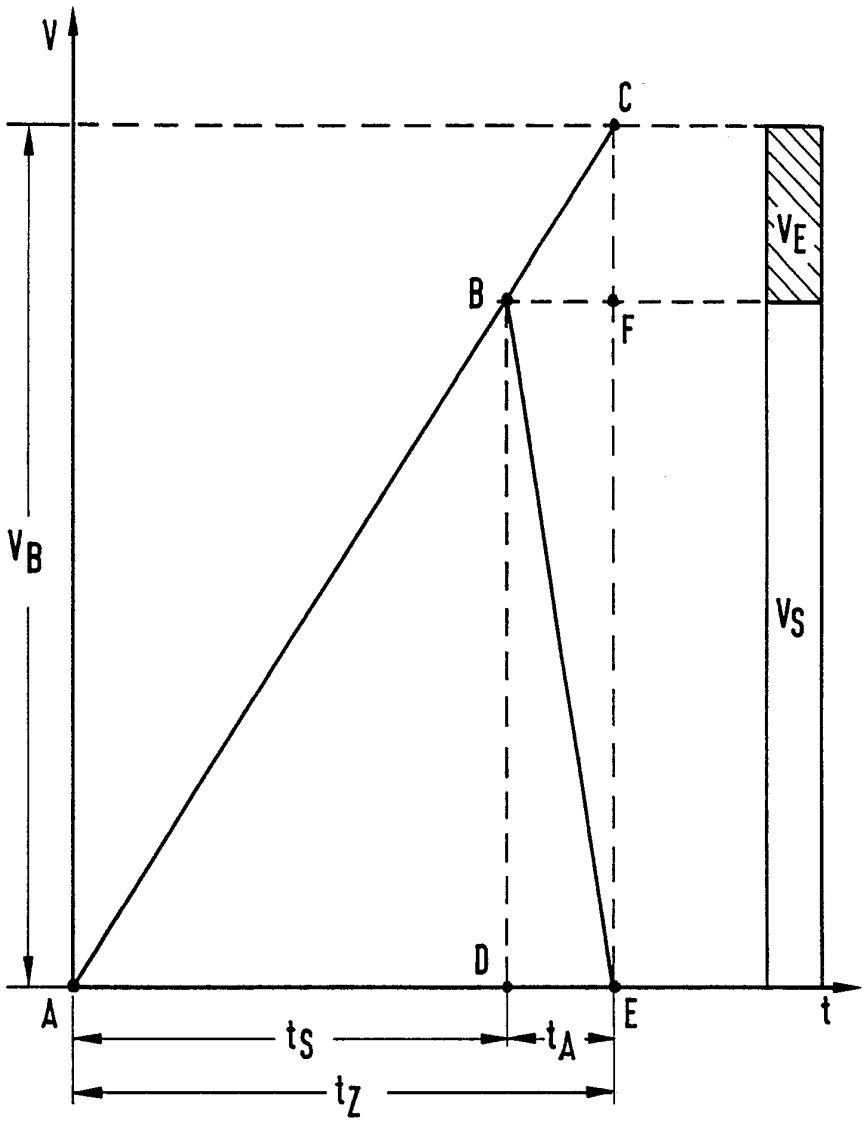


FIG.3

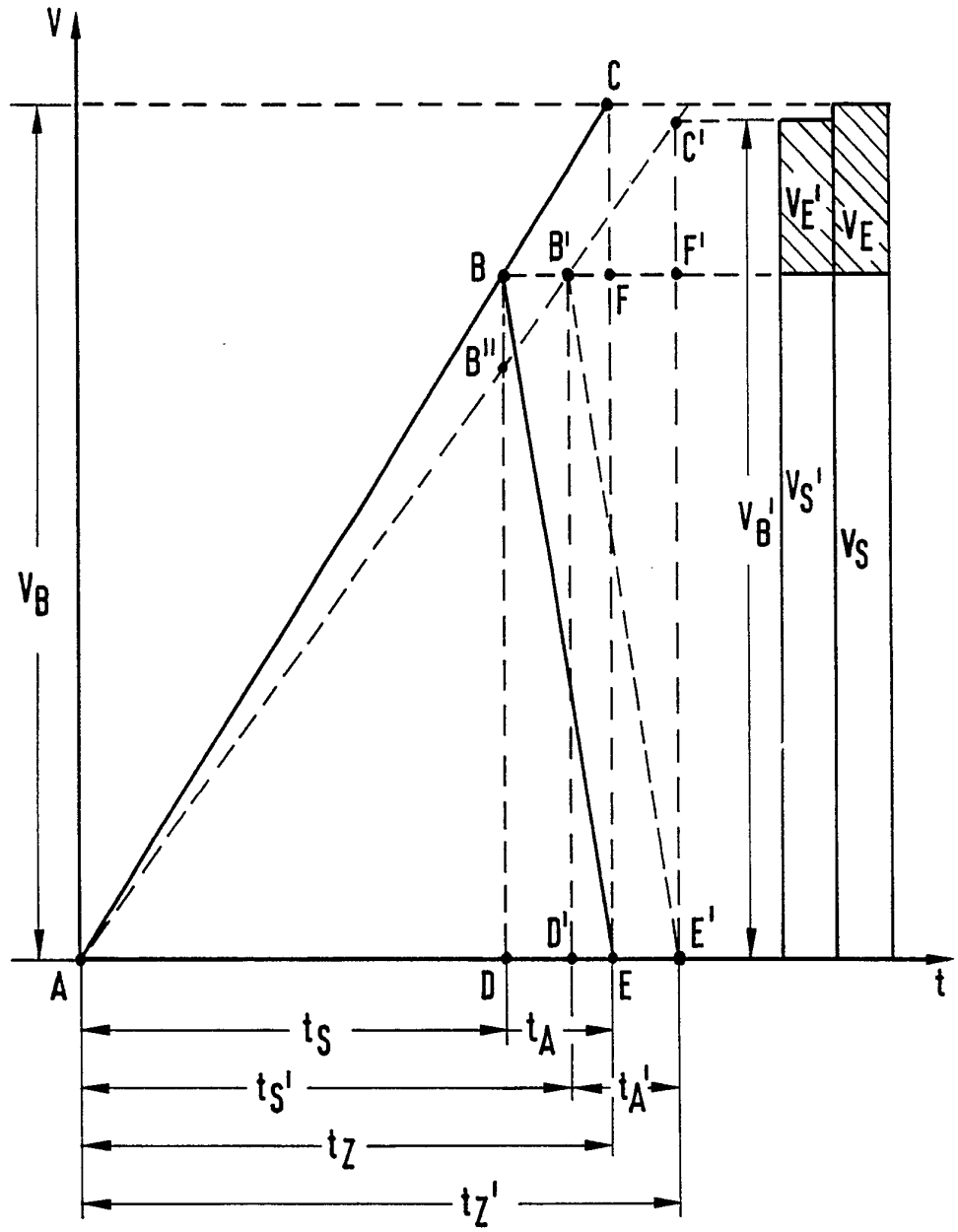


FIG. 4

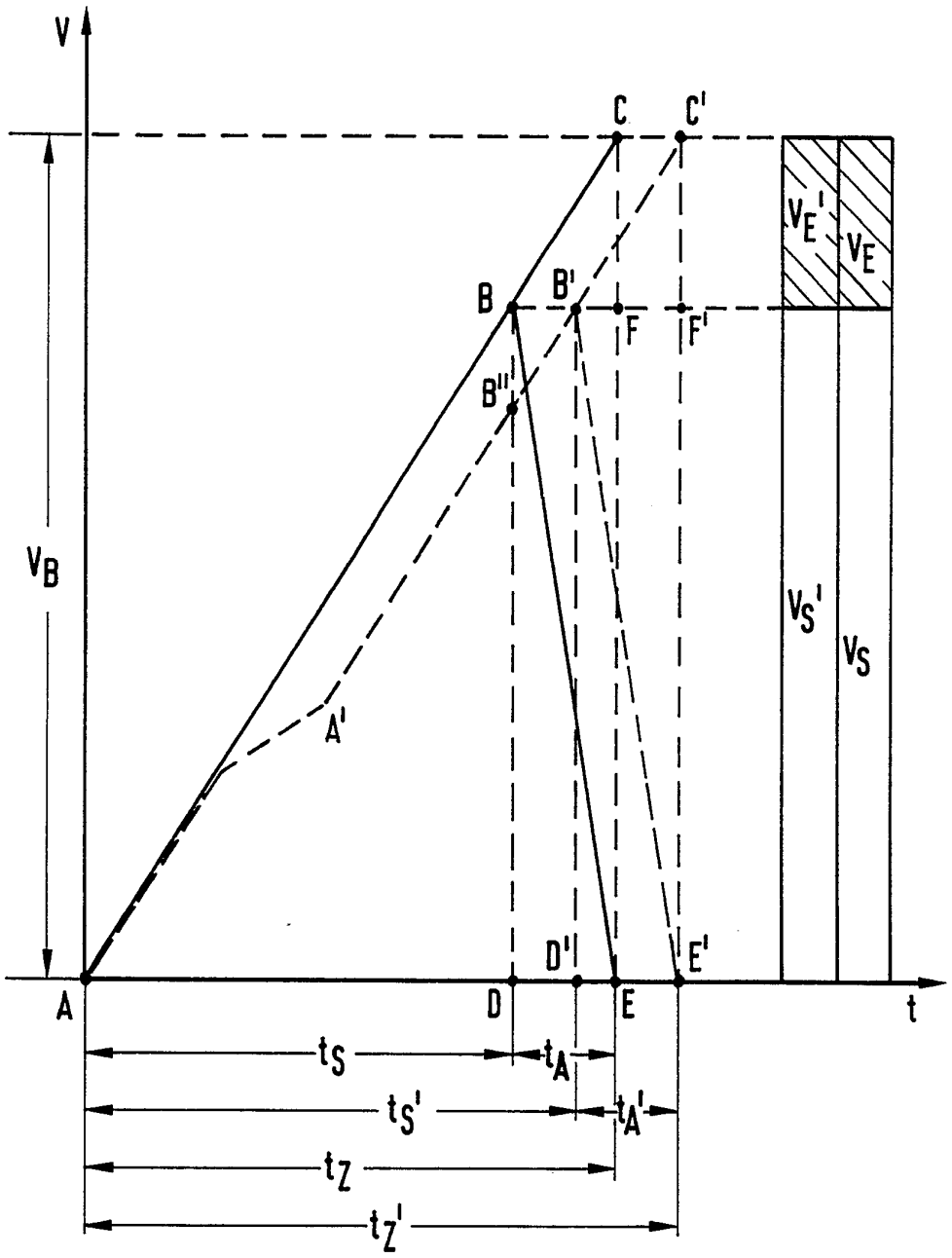


FIG.5

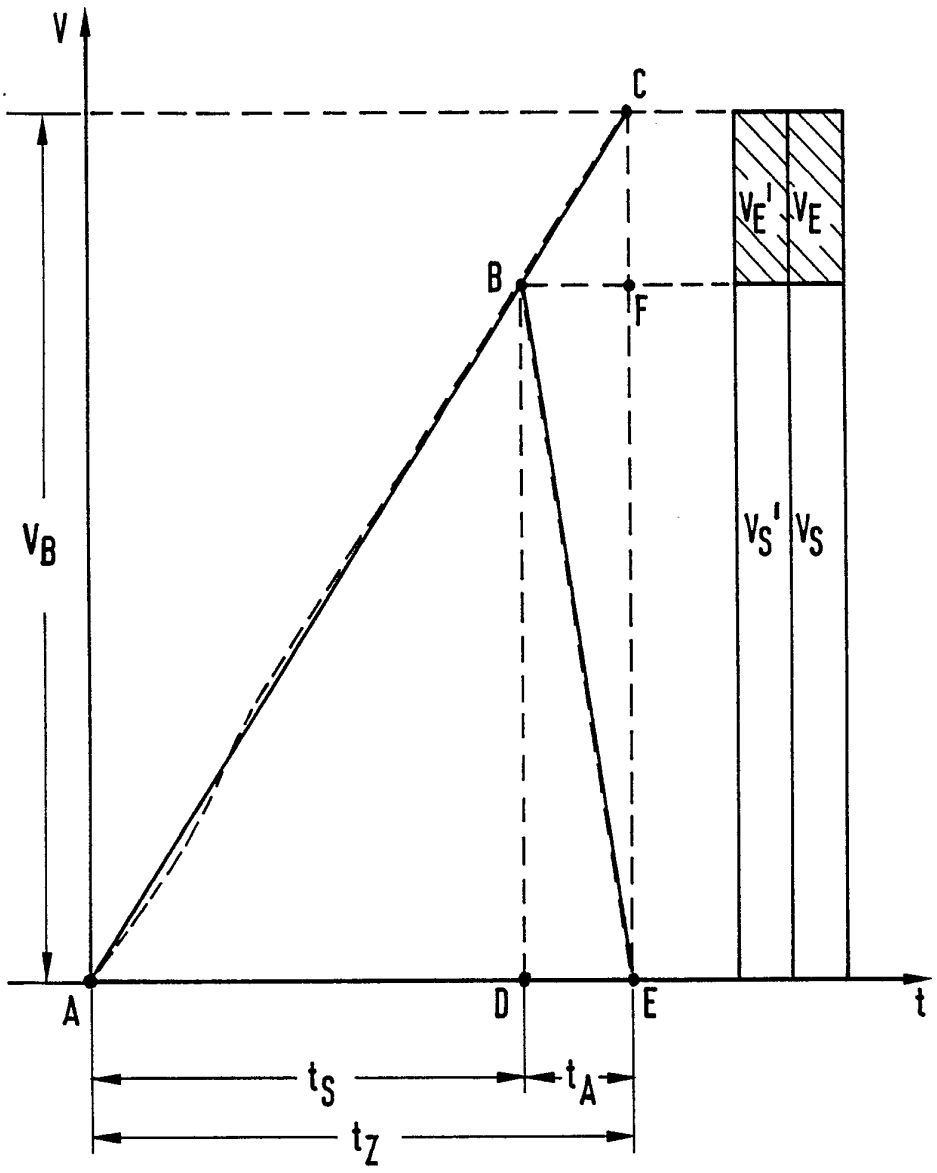


FIG.6

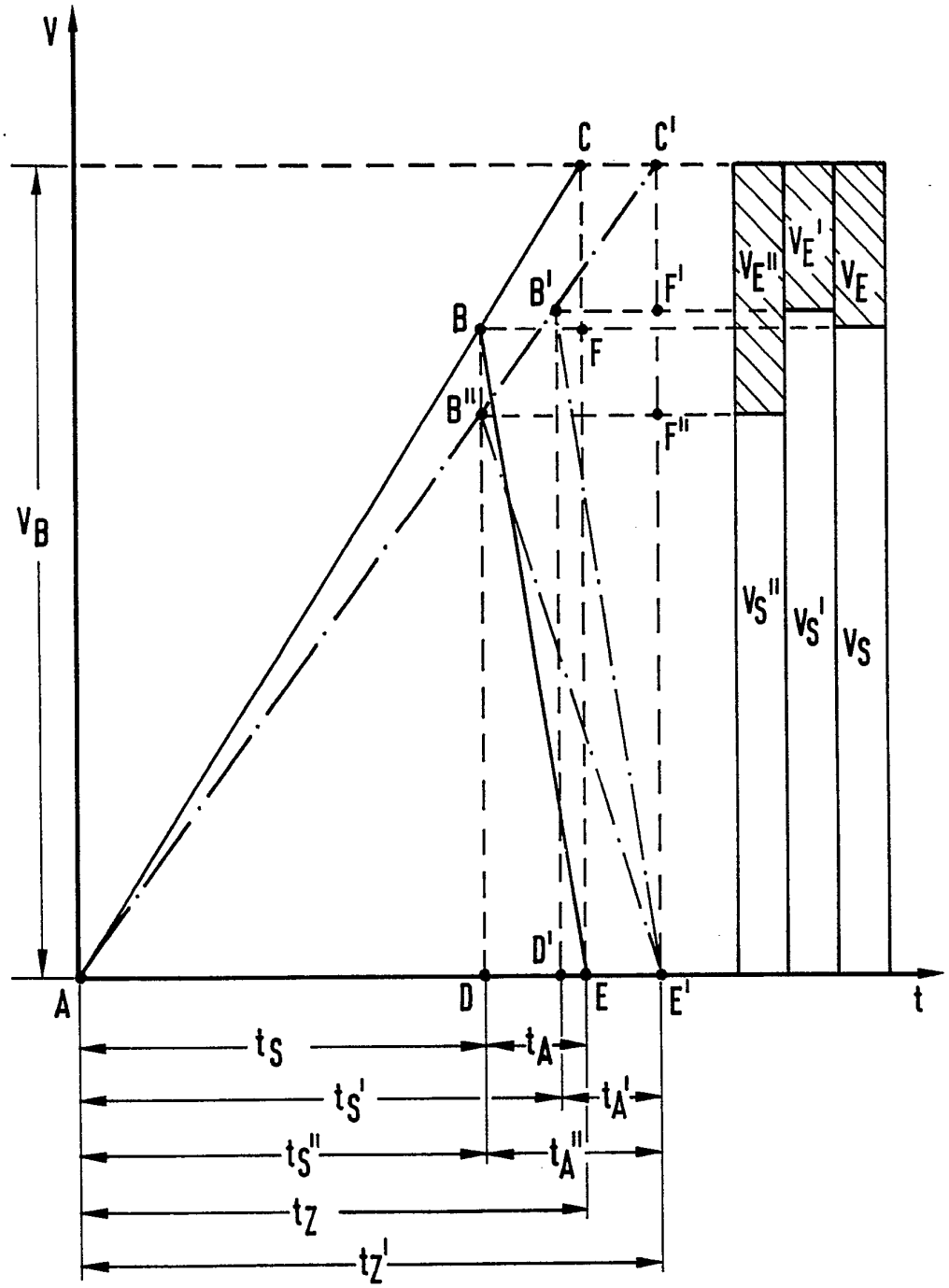


FIG.7

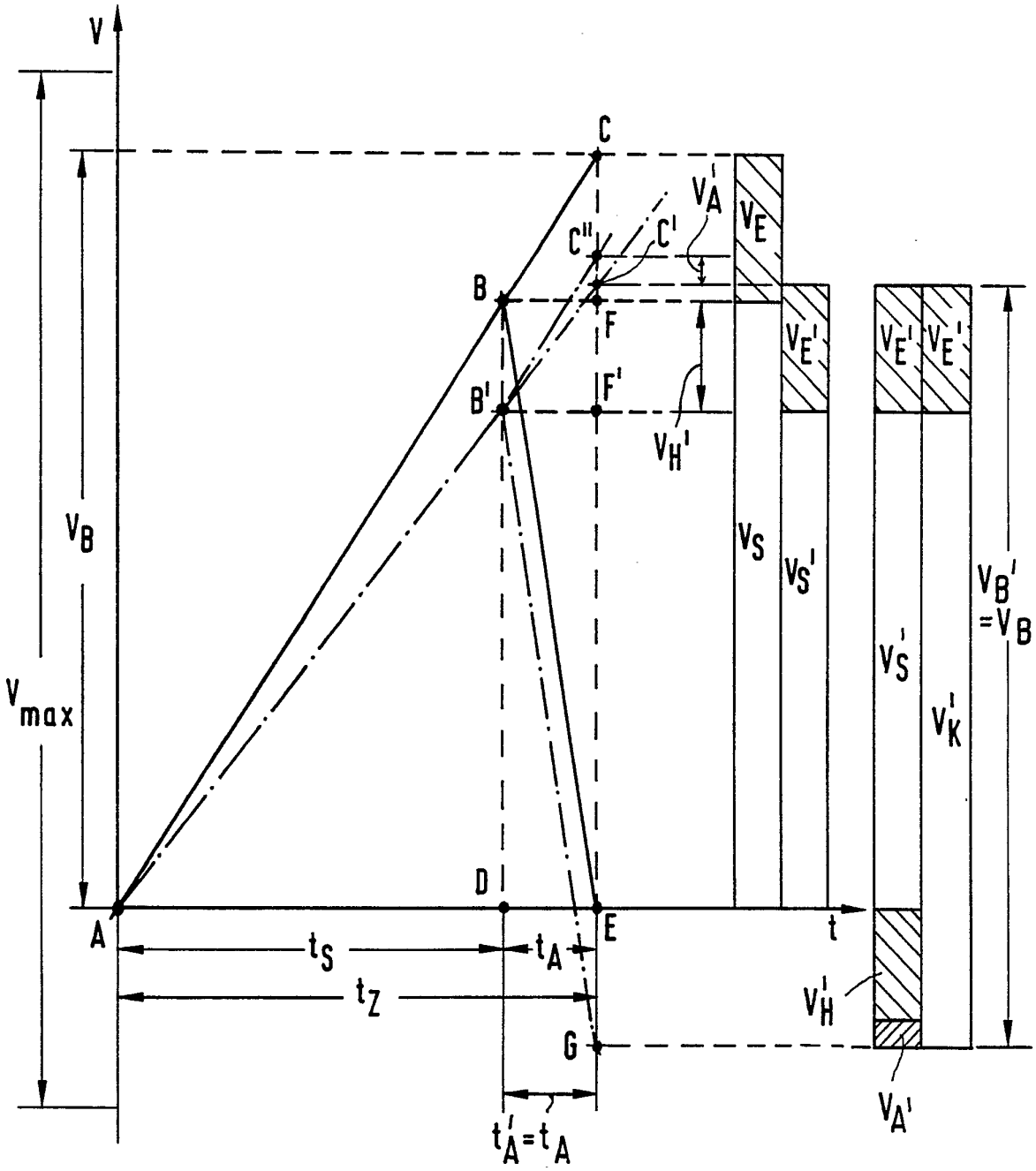

V
C
C''
C'
V'A
VE
B
F
VE'
VE'
VE'
B'
F'
VH'
VB
VS
VS'
VB'
=VB
Vmax
V'S
V'K
D
A
E
t
tS
tA
tZ
V'H
G
V'A
t'A=tA

FIG.8

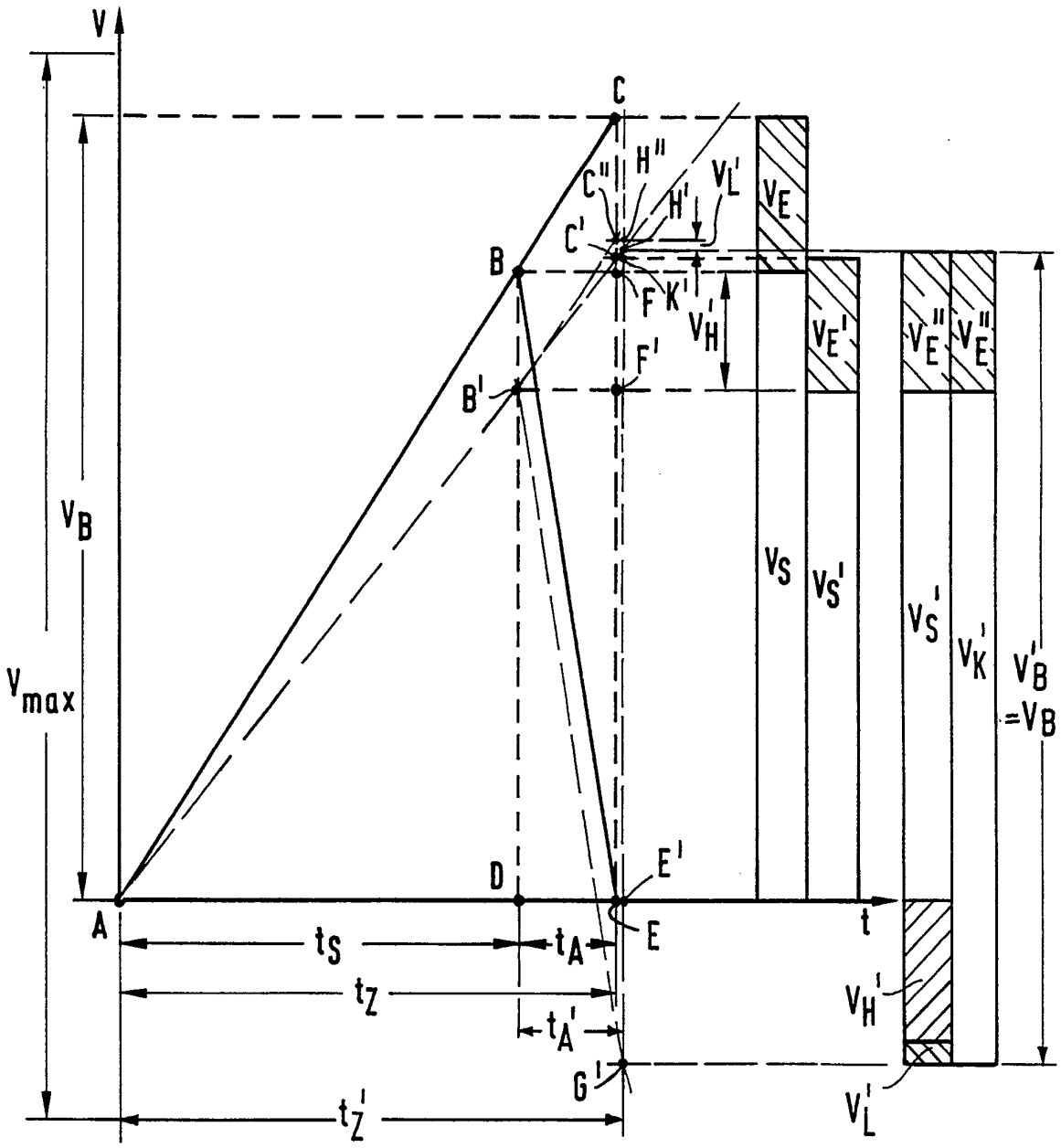

V
C
H''
C''
V_L'
V_E
H'
C'
B
F
K'
V_H'
V_E'
V_E''
V_E''
F'
B'
V_B
V_S
V_S'
V_S'
V_K'
V_B'
=V_B
V_max
D
E'
A
E
t
t_S
t_A
t_Z
V_H'
t_A'
G'
t_Z'
V_L'

FIG.8A

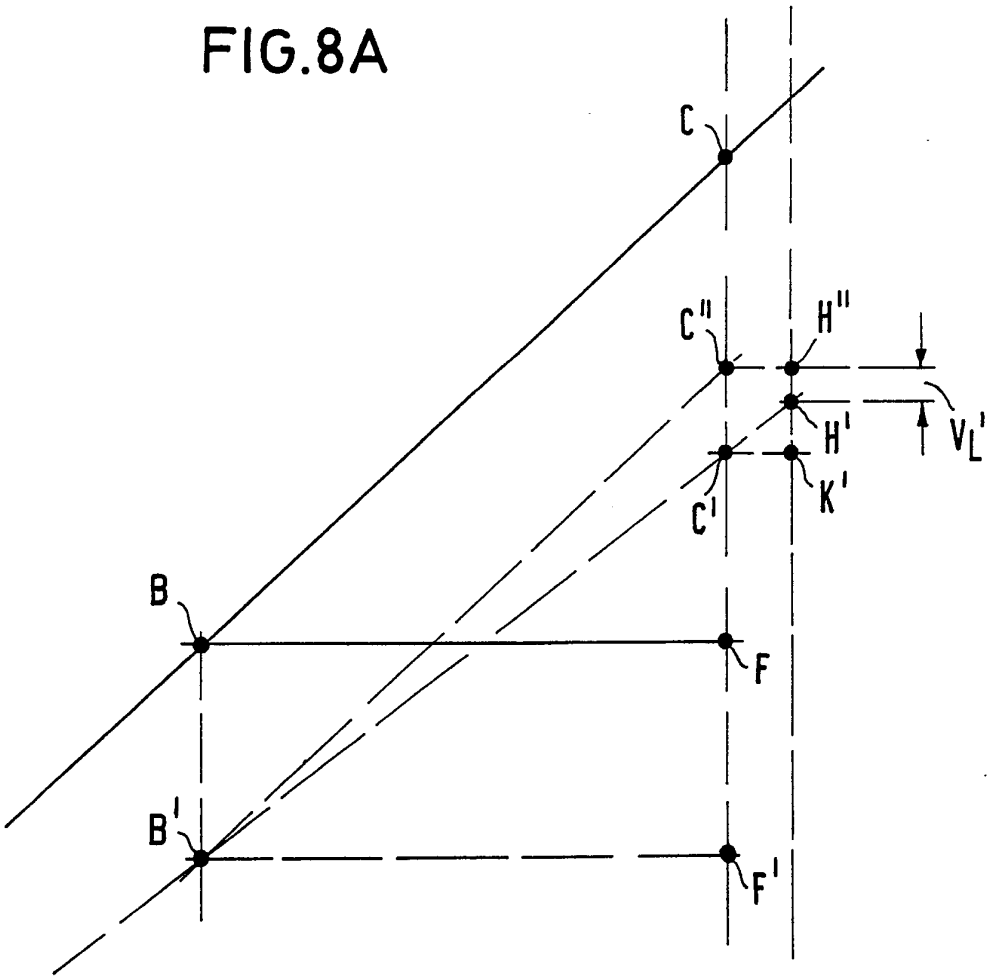


FIG.9

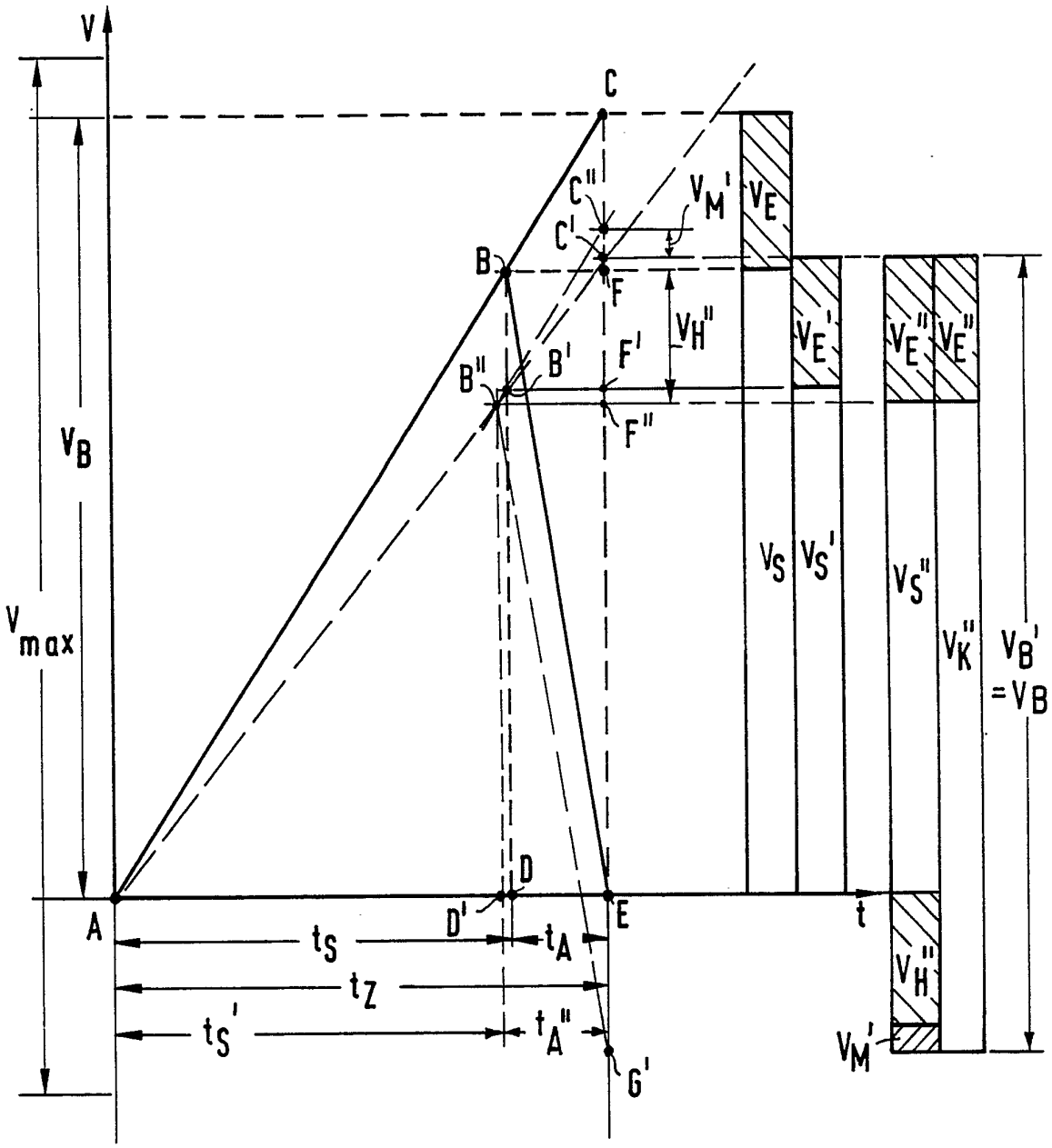
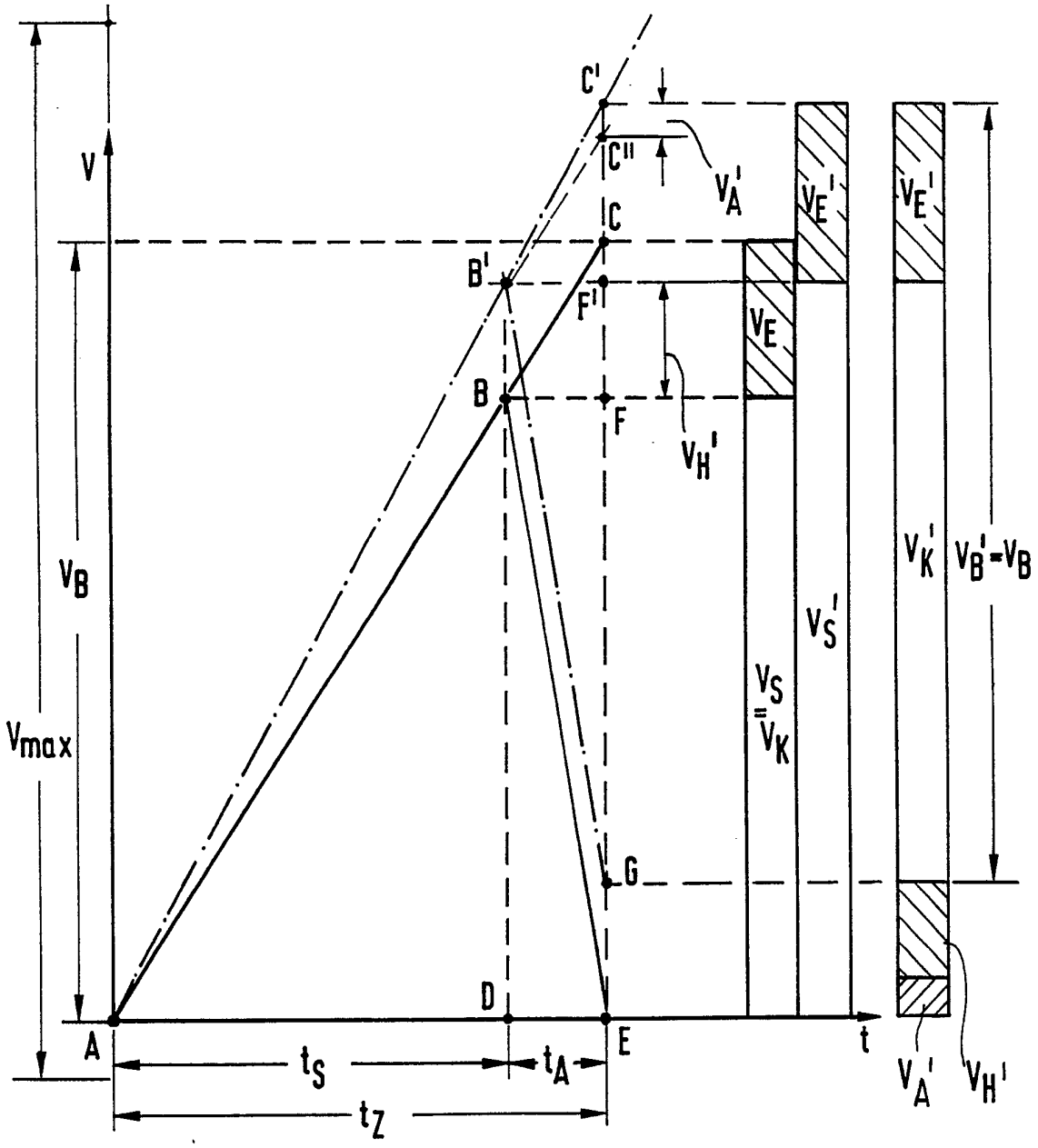

V
C
C''
C'
V_M'
V_E
B
F
V_H''
V_E'
V_E''
V_E''
B''
B'
F'
F''
V_B
V_S
V_S'
V_S''
V_K''
V_B'
= V_B
V_max
D
D'
E
t
A
t_S
t_A
t_Z
t_S'
t_A''
G'
V_H''
V_M'

FIG.10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 90/00824

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) [6]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.[5] B29C 47/92, B29C 49/04

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched [7]

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl.[5]	B 29C

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched [8]

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT [9]

Category *	Citation of Document, [11] with indication, where appropriate, of the relevant passages [12]	Relevant to Claim No. [13]
X	Conference Proceedings of New York ANTEC `89, Society of Plastic Engineers 47th Annual Technical Conference Exhibits, 1 -4 May 1989 H. Schrand: "Adaptive control loops reduce scrap", pages 952-953 see the right-hand column,line 29 - left-hand column,line 9;figure 3	1,2,6-23
Y	--	3-5
Y	Kunststoffe, vol. 70,No. 9,September 1980, (München, DE), R. Hegele et al. "Gewichtsregelung an kontinuierlich extrudierenden Blasformanlagen" pages 522-524, see the whole article	3-5
A	-- US, A, 4338071 (W. DAUBENBÜCHEL) 6 July 1982 see claims 1-3;figures (cited in the application)	1,2,6-9,15-23
A	-- EP, A, 0334449 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GmbH) 27 September 1989 see claims;figure	1,2,6-9,15-23
	-- ./.	

* Special categories of cited documents: [10]

"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

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

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
23 January 1991 (23.01.91)	7 February 1991 (07.02.91)
International Searching Authority	**Signature of Authorized Officer**
EUROPEAN PATENT OFFICE	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	EP, A, 0334448 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GmbH) 27 September 1989 see claims;figure	1,2,6-9,15-23
A	EP, A, 0004281 (MOOG GmbH) 3 October 1979 see claims;figures (cited in the application)	1,2,6-9,15-23
A	US, A, 3865528 (L.G. ROESS) 11 February 1975 see figures	1,2,6-9,15-23
A	EP, A, 0027575 (MOOG GmbH) 29 April 1981 see claims	1,2,6-9,15-23
A	EP, A, 0026828 (KRUPP KAUTEX MASCHINENBAU GmbH) 15 April 1981 see figure	1,3-5

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. DE 9000824 SA 41038

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 30/01/91
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 4338071	06-07-82	DE-A,B,C 2544609	21-04-77
		AT-B- 372039	25-08-83
		CH-A- 605081	29-09-78
		FR-A,B 2327064	06-05-77
		GB-A- 1560423	06-02-80
EP-A- 0334449	27-09-89	DE-A- 3809857	05-10-89
		JP-A- 1281918	13-11-89
		US-A- 4971542	20-11-90
EP-A- 0334448	27-09-89	DE-A- 3809856	05-10-89
		JP-A- 1278325	08-11-89
		US-A- 4959001	25-09-90
EP-A- 0004281	03-10-79	DE-B- 2813241	04-10-79
		JP-A,B,C54127966	04-10-79
		US-A- 4224561	23-09-80
US-A- 3865528	11-02-75	DE-A- 2445394	07-05-75
		GB-A- 1486823	28-09-77
		JP-A,B,C50075250	20-06-75
EP-A- 0027575	29-04-81	DE-A- 2940904	23-04-81
		JP-A,B,C56095651	03-08-81
EP-A- 0026828	15-04-81	DE-A- 2940418	16-04-81
		AT-T- E7120	15-05-84
		JP-A,B,C56095650	03-08-81
		US-A- 4382761	10-05-83
		US-A- 4474716	02-10-84

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 90/00824

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)[6]

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

Int.Cl.[5] B 29 C 47/92, B 29 C 49/04

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff[7]

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int.Cl.[5]	B 29 C

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen[8]

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN[9]

Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung[11], soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile[12]	Betr. Anspruch Nr.[13]
X	Conference Proceedings of the New York ANTEC '89, Society of Plastic Engineers 47th Annual Technical Conference Exhibits, 1.-4. Mai 1989, H. Schrand: "Adaptive control loops reduce scrap", Seiten 952-953, siehe rechte Spalte, Zeile 29 - linke Spalte, Zeile 9; Figur 3	1,2,6-23
Y	--	3-5
Y	Kunststoffe, Band 70, Nr. 9, September 1980, (München, DE), R. Hegele et al.: "Gewichtsregelung an kontinuierlich extrudierenden Blasformanlagen", Seiten 522-524, ./.	3-5

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen[10]:

"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 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. Januar 1991	- 7 FEB 1991
Internationale Recherchenbehörde	**Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten**
Europäisches Patentamt	MISS D.S. KOWALCZYK

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	siehe den ganzen Artikel	
	--	
A	US, A, 4338071 (W. DAUBENBÜCHEL) 6. Juli 1982 siehe Ansprüche 1-3; Figuren (in der Anmeldung erwähnt)	1,2,6-9, 15-23
	--	
A	EP, A, 0334449 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GmbH) 27. September 1989 siehe Ansprüche; Figur	1,2,6-9, 15-23
	--	
A	EP, A, 0334448 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GmbH) 27. September 1989 siehe Ansprüche; Figur	1,2,6-9, 15-23
	--	
A	EP, A, 0004281 (MOOG GmbH) 3. Oktober 1979 siehe Ansprüche; Figuren (in der Anmeldung erwähnt)	1,2,6-9, 15-23
	--	
A	US, A, 3865528 (L.G. ROESS) 11. Februar 1975 siehe Figuren	1,2,6-9, 15-23
	--	
A	EP, A, 0027575 (MOOG GmbH) 29. April 1981 siehe Ansprüche	1,2,6-9, 15-23
	--	
A	EP, A, 0026828 (KRUPP KAUTEX MASCHINENBAU GmbH) 15. April 1981 siehe Figur	1,3-5

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9000824
SA 41038

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 30/01/91
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4338071	06-07-82	DE-A,B,C 2544609	21-04-77
		AT-B- 372039	25-08-83
		CH-A- 605081	29-09-78
		FR-A,B 2327064	06-05-77
		GB-A- 1560423	06-02-80
EP-A- 0334449	27-09-89	DE-A- 3809857	05-10-89
		JP-A- 1281918	13-11-89
		US-A- 4971542	20-11-90
EP-A- 0334448	27-09-89	DE-A- 3809856	05-10-89
		JP-A- 1278325	08-11-89
		US-A- 4959001	25-09-90
EP-A- 0004281	03-10-79	DE-B- 2813241	04-10-79
		JP-A,B,C54127966	04-10-79
		US-A- 4224561	23-09-80
US-A- 3865528	11-02-75	DE-A- 2445394	07-05-75
		GB-A- 1486823	28-09-77
		JP-A,B,C50075250	20-06-75
EP-A- 0027575	29-04-81	DE-A- 2940904	23-04-81
		JP-A,B,C56095651	03-08-81
EP-A- 0026828	15-04-81	DE-A- 2940418	16-04-81
		AT-T- E7120	15-05-84
		JP-A,B,C56095650	03-08-81
		US-A- 4382761	10-05-83
		US-A- 4474716	02-10-84

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82