

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2833/88

(51) Int.Cl.⁶ : **B29C 47/92**

(22) Anmeldetag: 18.11.1988

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1995

(45) Ausgabetag: 28. 5.1996

(56) Entgegenhaltungen:

DE 3535470A1 EP 287551A1 EP 0153511B1 US 4768940A

(73) Patentinhaber:

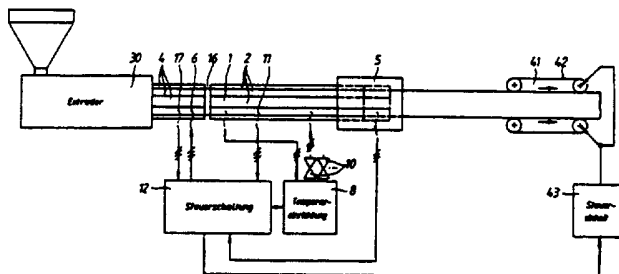
CINCINNATI MILACRON AUSTRIA GESELLSCHAFT M.B.H.
A-1232 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

DOBROWSKY JOSEF DIPL.ING.
TULLNERBACH - IRENTAL, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) EINRICHTUNG ZUM REGELN DER WANDSTÄRKE

(57) Einrichtung zum Regeln der Wandstärke bei Rohren und Profilen aus thermoplastischen Kunststoffmassen, bei dem diese Massen durch einen Extrudierspalt, in dessen Bereich die Temperatur geregelt wird, hindurch ausgetrieben und danach durch eine Kalibrierform im Bereich einer Kühlzone zur Kalibrierung hindurch bewegt werden. Um bei einer solchen Einrichtung eine gleichmäßige Wanddicke des extrudierten Profiles zu erzielen, ist vorgesehen, daß die sich in Abhängigkeit von einer Temperaturänderung im Bereich der Kalibrierform einstellende Änderung der Wandstärke des Rohres oder Profiles erfaßt und die Temperatur in Abhängigkeit von dem erfaßten Zusammenhang und der vorgegebenen Soll-Wandstärke geregelt wird, wobei die Temperatur im Bereich der Kalibrierform in der Kühlzone abschnittsweise getrennt voneinander in sich in Umfangsrichtung derselben erstreckenden Abschnitten, bzw. Sektoren geregelt wird.



Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Regeln der Wandstärke eines aus thermoplastischen Kunststoffmassen durch Extrusion hergestellten Rohres oder Profiles mit einem durch einen Düsen und Dornkörper gebildeten Extrusionsspalt, dessen Düse vorzugsweise in eine Anzahl von Sektoren mit in deren Heizleistung getrennt regelbaren Heizeinrichtungen unterteilt ist, und einer nachgeschalteten Kalibrierform, deren Innenwände die äußere Form des extrudierten Rohres oder Profiles bestimmen und mittels einer Temperiereinrichtung temperierbar sind.

Die EP 0 153 511 B1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Extrudieren eines Kunststoffrohres mit geregelter Wandstärkencicke, wobei die Temperatur in jedem einer Mehrzahl von über den Extrusionsspalt der Strangpreßdüse angeordneten temperaturgeregelten Sektoren als eine Funktion der Wanddickenmessungen geregelt wird, die mittels eines Wanddickenmeßgerätes an einer Anzahl von Meßpunkten durchgeführt werden. Die Wanddicke wird in einem Meßsektor in mehreren Punkten gemessen, der Mittelwert bestimmt sowie mit dem Mittelwert in sämtlichen Meßsektoren gemessenen Werten verglichen und die Temperatur durch Heizen als eine Funktion des festgestellten Unterschieds geregelt, um den gemessenen Unterschied zu beseitigen, wobei die Heizeinrichtungen nur die Temperatur einer Oberfläche des Kunststoffrohrkörpers im Formgebungsende beeinflussen.

Weiters ist in der EP 0 287 551 A1 ein Verfahren zum Regeln der Dicke eines extrudierten Kunststoffgegenstandes angegeben, wobei der Extrusionsspalt eine Mehrzahl von Sektoren mit regelbarer Heizquelle und einem Temperaturmeßgerät umfaßt. Die Temperatur eines jeden Sektors wird geregelt und abgestimmt, um eine Änderung der dem jeweiligen Sektor entsprechenden Wandstärke zu bewirken, sodaß eine gewünschte Wandstärkenverteilung erreicht wird.

Bei derartigen bekannten Verfahren erfolgt eine Regelung der Wandstärke des extrudierten Rohres oder Profiles durch Änderung der Temperatur im Bereich des Extrusionsspalt. Danach wird das extrudierte Profil oder Rohr in einer Kalibrierform an deren gekühlte Innenwände durch einen im Bereich der Innenwände erzeugten Unterdruck oder bei Hohlprofilen durch einen im Inneren des Hohlprofiles erzeugten Überdruck angelegt und damit die äußere Form des Profiles kalibriert.

Ziel der Erfindung ist es nun, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art anzugeben, bei dem die vorgegebene Wandstärke eines extrudierten Profils präziser als bisher gefertigt werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Innenwand der Kalibrierform in einander in Umfangsrichtung benachbarte Abschnitte bzw. Sektoren unterteilt ist, die voneinander thermisch entkoppelt sind, wobei den einzelnen Sektoren oder Abschnitten unabhängig voneinander regelbare Temperiereinrichtungen zugeordnet sind.

Dadurch ist eine voneinander unabhängige Regelung der Temperatur der einzelnen Umfangsabschnitte der Kalibrierform möglich, wodurch eine Beeinflussung der Wandstärke des extrudierten Profiles oder Rohres in weiten Grenzen möglich ist.

Durch die in Umfangsbereichen unterschiedliche Kühlung der Kalibrierform kommt es zu einer unterschiedlich raschen Erstarrung des extrudierten Profiles, wobei sich bei gleichbleibender Abzugsgeschwindigkeit des extrudierten Profiles oder Rohres in jenen Bereichen, in denen weniger stark gekühlt wird, eine stärkere Wandstärke ergibt. Bedingt ist dies dadurch, daß in diesen Bereichen noch mehr plastisches Material an die bereits mehr erstarrte und daher zähere Schichte, die sich in direktem Kontakt mit der gekühlten Wand der Kalibrierform befindet, anlegen kann. Dadurch ist es möglich, Profile, insbesondere Hohlprofile, mit einer weitgehend dem Sollwert entsprechenden Wandstärke zu erzeugen.

So hat sich bei Versuchen gezeigt, daß bei einer Änderung der Temperatur der Wand der Kalibrierform in deren einzelnen Abschnitten oder Sektoren um ca. 40 °C eine Änderung der Wandstärke um ca. 10% möglich ist. Dabei kann eine Wandtemperatur der Kalibrierform z.B. zwischen 10 ° und 50 °C eingehalten werden, wobei sich bei letzterem Wert noch eine ausreichende Kühlwirkung ergibt.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung liegt auch darin, daß im Werkzeug, bzw. im Bereich des Extrusionsspalt zumeist keine Möglichkeit einer Zwangskühlung vorgesehen ist und es genau in dem durch diesen Bereich des Extrusionsspalt geformten Bereich des extrudierten Profiles zur Ausbildung einer Dickstelle kommen kann. Auch in diesem Falle kann durch entsprechende Beeinflussung der Temperatur der Wand der Kalibrierform in diesem Bereich, die Wandstärke entsprechend beeinflusst und damit korrigiert werden.

Bei den herkömmlichen Einrichtungen wird die Kalibrierform in ihrer Gesamtheit gekühlt, die meist über eine zentrale Wasserversorgung erfolgt, bei der keine Temperierung vorgesehen ist. Dadurch ergibt sich auch noch der Nachteil, daß die Temperaturschwankungen des Kühlwassers Wandstärkeschwankungen bedingen. Auch diese Probleme lassen sich durch die erfindungsgemäße Einrichtung, bei der die Temperatur der Wand der Kalibrierform abschnittsweise geregelt wird, auf einfache Weise vermeiden.

Eine in konstruktiver Hinsicht besonders einfache Lösung ergibt sich, wenn den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren Kammern zugeordnet sind, die von einem Temperiermedium durchströmt sind und eine mit

der Innenwand der Kalibrierform gemeinsame Wand aufweisen, und daß jeder Kammer weiters ein separat regelbares Regelventil zugeordnet ist, zur Steuerung des Durchflusses des Temperiermediums.

Auf diese Weise kann bei der Einrichtung mit einem im wesentlichen konstante Temperatur aufweisenden Kühlmedium, z.B. Wasser, das Auslangen gefunden werden. Dabei ist auch nicht notwendig für eine
5 besondere Konstanz der Temperatur des Kühlmediums zu sorgen, sondern es können die bei einer zentralen Wasserversorgung auftretenden Temperaturschwankungen ohne weiteres verkraftet werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Wandstärkenmeßeinrichtung im Bereich der Kalibrierform angeordnet ist und in den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren der Innenwand der Kalibrierform Temperaturfühler angeordnet sind, die ebenso wie die Wandstärkenmeßein-
10 richtung und die Regelventile mit einer einen Rechner aufweisenden Steuerschaltung verbunden sind.

Durch diese Maßnahmen wird ein rasches Korrigieren beginnender Abweichungen der Wandstärke vom vorgegebenen Soll-Wert möglich, da die Erfassung der Abweichung praktisch in situ erfolgt und sich daher sehr kleine Totzeiten bei der Regelung ergeben. Diese ist praktisch nur durch die thermische Trägheit der Kalibrierform gegeben, die jedoch relativ klein gehalten werden kann.

Weiters ist es dadurch auch möglich, den trotz der thermischen Entkopplung der einzelnen Sektoren oder Umfangsabschnitte der Kalibrierform - die Sektoren können durch Luftspalte getrennt und lediglich im Bereich der Innenwand der Kalibrierform geschlossen sein oder durch eine Wärmeisolierung ganz getrennt sein - gegebenen Randzoneneinfluß zu berücksichtigen, da eine Temperaturänderung in einem Umfangsabschnitt auch die Randzone der benachbarten Abschnitte mit beeinflußt. Dieser Einfluß kann mittels des
20 Rechners berücksichtigt werden.

Weiters kann bei einer Einrichtung für die Herstellung von Rohren vorgesehen sein, daß die Wandstärkenmeßeinrichtung durch eine Anzahl von in einem Ring gehaltenen Sensoren gebildet ist, wobei der Ring um einen einem Sektor der Innenwand der Kalibrierform entsprechenden Winkelbetrag oszillierend verschwenkbar ist.

Durch diese Maßnahmen ist es möglich, die Wandstärke praktisch über den gesamten Umfang zu erfassen und beginnende Abweichungen in der Wandstärke durch entsprechende Änderung der Temperatur des entsprechenden Sektors der Kalibrierform und bzw. oder des Extrusionsspalt auszuregulieren.

Weiters kann auch vorgesehen sein, daß der Extruderspalt und die Kalibrierform voneinander thermisch entkoppelt sind, beispielsweise mittels einer Wärmeisolierung oder eines Luftspaltes.

Dadurch wird eine gegenseitige Beeinflussung von Extruderspalt und Kalibrierform vermieden.
30

In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn in den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren des Extruderspalt Thermofühler angeordnet sind, die mit der Steuerschaltung verbunden sind und die den einzelnen Abschnitten, bzw. Sektoren der Kalibrierform zugeordnet sind, welche mittels von der Steuerschaltung beaufschlagten Stalleinrichtungen separat und unabhängig voneinander regelbar sind.

Dies ermöglicht geschlossene Regelkreise für die Regelung der Temperatur der einzelnen Umfangsabschnitte des Extrusionsspalt und der Kalibrierform. Außerdem ermöglicht der Rechner auch eine Berücksichtigung der Beeinflussung der Temperaturänderung eines benachbarten Abschnittes auf die Randzonen der jeweils angrenzenden Abschnitte der Kalibrierform und des Extrusionsspalt.
35

Weiters ergibt sich durch diese Maßnahmen der Vorteil, daß Wahlmöglichkeiten zwischen verschiedenen Betriebsmöglichkeiten gegeben sind. So kann die Steuerung der Korrektur der Wandstärke des extrudierten Profils ausschließlich über die Beeinflussung der einzelnen Umfangsabschnitte der Kalibrierform erfolgen, oder aber eine zusätzliche Beeinflussung der Temperaturverteilung über die einzelnen Umfangsabschnitte oder Sektoren des Extruderspalt vorgesehen werden. Auf diese Weise ist es auch dann noch möglich, Dickstellen im extrudierten Profil zu korrigieren, wenn die Temperatur im Extruderspalt
40 nicht mehr weiter abgesenkt werden kann. In diesem Falle muß in dem entsprechenden Abschnitt der Kalibrierform, die mit jenem Umfangsabschnitt des Extrusionsspalt, dessen Temperatur nicht mehr erhöht werden kann, die Temperatur erhöht werden. Desgleichen kann bei Dünnstellen bei Erreichung der maximalen Temperatur im Extruderspalt die Temperatur in dem entsprechenden Bereich der Kalibrierform abgesenkt werden, wodurch die Dünnstelle korrigiert werden kann.

Bei Versuchen hat sich gezeigt, daß auch bei der Beheizung der einzelnen Abschnitte des Extrusionsspalt ein Variationsbereich von ca. 40 °C zur Verfügung steht, wobei die Temperatur im Bereich des Extrusionsspalt bei den meisten thermoplastischen Massen im Bereich von ca. 190 bis 230 °C liegt und dieser Variationsbereich bei über den Umfang der Kalibrierform gleicher Kühlung eine Änderung der Wandstärke von ca. 10% ermöglicht. Durch Kombination mit der Variation der Temperatur der gekühlten
45 Kalibrierform über deren Umfang ergibt sich daher eine sehr weitgehende Möglichkeit der Beeinflussung der Wandstärke in einzelnen Umfangsabschnitten oder Sektoren des extrudierten Profils oder Rohres.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Einrichtung;

Fig. 2 und 3 schematische Schrägrißdarstellungen zweier Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Einrichtung;

Fig. 4 und 5 einen Längs- und Querschnitt durch den Extrusionsspalt einer erfindungsgemäßen Einrichtung;

Fig. 6 bis 8 Flußdiagramme und

Fig. 9 und 10 Querschnitte der Kalibriereinrichtung.

Die erfindungsgemäße Einrichtung gemäß Fig. 1 weist ein Extrusionswerkzeug 30 auf, dessen Extrusionsspalt 3 in mehrere Umfangsabschnitte bzw. Sektoren 4 unterteilt ist, die getrennt voneinander in ihrer Temperatur regelbar sind.

Von diesem Extrusionswerkzeug durch einen der thermischen Entkopplung dienenden Luftspalt 16 getrennt ist eine Kalibrierform 1 angeordnet, an deren Innenwand das extrudierte Profil oder Rohr gekühlt und in dieser Form fixiert wird und die ebenfalls in Umfangsabschnitte, bzw. Sektoren 2 unterteilt ist, die in ihrer Temperatur im wesentlichen unabhängig voneinander regelbar sind.

Am Ende der Kalibrierform 1 ist eine Wandstärkenmeßeinrichtung 5 angeordnet, die mittels Ultraschall die Wandstärke des extrudierten Profiles oder Rohres mißt. Es kann aber auch vorgesehen sein, sowohl im Bereich des Extrusionswerkzeuges 30, wie auch im Bereich der Kalibrierform 1 Wandstärkenmeßeinrichtungen vorzusehen, deren Signale in der Steuerschaltung 12 verarbeitet werden.

Weiters ist noch eine Abzugseinrichtung 41 für das bereits abgekühlte Profil oder Rohr vorgesehen, die im wesentlichen durch das extrudierte Rohr umgebende im wesentlichen synchron umlaufende Förderbänder 42 gebildet ist, die über den Umfang des extrudierten Rohres verteilt an dessen Mantelfläche angreifen und dieses über den Reibungsschluß abziehen. Die Antriebe der Förderbänder 42 sind über die Steuereinheit 43 geregelt, die ihrerseits die Steuersignale von der Steuerschaltung 12 erhält.

Die Steuerschaltung 12 erhält Signale von der Wandstärkenmeßeinrichtung 5 und den Temperaturfühlern 17 und steuert abgesehen von der Steuereinheit 43 der Abzugseinrichtung 41 die in den Sektoren 4 des Extrusionswerkzeuges 30 angeordneten Heizeinrichtungen 6, die, wie sich aus Fig. 4 und 5 ergibt als Heizstäbe ausgebildet sind. Weiters steuert die Steuerschaltung 12 auch noch eine Temperiereinrichtung 8, die, wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, mittels Regelventilen 10 den Durchfluß eines Temperiermediums durch in den Sektoren 2 der Kalibrierform 1 angeordneten Kammern regelt. In den Sektoren 2 der Kalibrierform 1 sind weitere Temperaturfühler 11 angeordnet, die ebenfalls Signale an die Steuerschaltung 12 liefern.

Bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung nach Fig. 2, die für die Herstellung von Rohren vorgesehen ist, ist die Wandstärkenmeßeinrichtung durch eine Anzahl von nicht weiter dargestellten Sensoren 14, z.B. Ultraschallmeßköpfe, gebildet, die in einem Ring 13 gehalten sind. Dieser Ring ist in Richtung des Doppelpfeiles 15 oszillierend um den Winkelbetrag, über den sich je ein Sektor erstreckt, verschwenkbar, sodaß die Wandstärkenmessung über den gesamten Umfang erfolgen kann. Diese Meßwerte werden in der Steuerschaltung über den jeweiligen Sektor 2 gemittelt.

Die Ausführungsform nach Fig. 3, die für die Herstellung von unrundern Profilen vorgesehen ist, unterscheidet sich von jener nach Fig. 2 lediglich dadurch, daß sowohl das Extrusionswerkzeug 30, als auch die Kalibrierform 1 in aneinander in Umfangsrichtung angrenzende Abschnitte 4, bzw. 2 unterteilt sind, die ebenso wie die Sektoren 4 und Sektoren 2 nach Fig. 2 voneinander thermisch entkoppelt sind, wobei die Entkopplung durch entsprechende Einschnitte gegeben ist, in die gegebenenfalls Isoliermaterial eingeschoben sein kann.

Weiters ist zu den Fig. 2 und 3 zu bemerken, daß der Luftspalt 16 zur thermischen Entkopplung des Extrusionswerkzeuges 30 von der Kalibrierform 1 aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit übertrieben dargestellt ist.

Fig. 4 zeigt in vergrößertem Maßstab einen Querschnitt des Außenmantels des Extrusionswerkzeuges 30, der durch entsprechende Einschnitte in Sektoren 4 unterteilt, die durch die Einschnitte voneinander thermisch weitgehend entkoppelt sind und die durch je zwei Heizelemente 6 beheizbar sind. Dabei ist die Heizleistung für jedes Segment 4 separat und unabhängig voneinander regelbar, wobei die Regelung der Heizleistungen durch die Steuerschaltung 12 erfolgt.

Weiters ist in jedem der Sektoren 4 des Extrusionswerkzeuges 30 ein Temperaturfühler 17 angeordnet, der mit der Steuerschaltung 12 verbunden ist.

Wie sich aus Fig. 5 ergibt verlaufen die Heizelemente 6 im wesentlichen in Längsrichtung des Extrusionswerkzeuges, wogegen die Temperaturfühler 17 radial eingebaut sind.

Fig. 9 zeigt einen Querschnitt durch die Kalibrierform 1 nach Fig. 3. Auch bei dieser Kalibrierform 1 sind die einzelnen, in Umfangsrichtung aneinander angrenzenden Abschnitte 2 durch entsprechende Einschnitte voneinander thermisch entkoppelt. Außerdem sind in den Bereichen der mit dem extrudierten Profil in unmittelbaren Kontakt kommenden Wände 7 der Form von einem Temperiermedium durchströmte

Kammern 9 angeordnet, sodaß die Temperatur der mit dem extrudierten Profil in Kontakt kommenden Wände 7 entsprechend geregelt werden kann.

In den mit dem extrudierten Profil in Kontakt kommenden Wänden 7 sind Temperaturfühler 11 angeordnet, die mit der Steuerschaltung 12 verbunden sind. Die Temperatur der separat und unabhängig voneinander vom Temperiermedium durchströmbaren Kammern 9 wird von der Steuerschaltung 12 über die Temperiereinrichtung 8 geregelt.

Fig. 10 zeigt eine Querschnitt durch eine Kalibrierform nach Fig. 2, die für die Herstellung von Rohren vorgesehen ist. Auch diese Kalibrierform weist in Umfangsrichtung nebeneinander liegende Kammern 9 auf, die von einem Temperiermedium durchströmt sind und die voneinander unabhängig in ihrer Temperatur regelbar sind. Dazu wird der Durchfluß durch die einzelnen Kammern 9 mittels Regelventilen 10 gesteuert. Die Anzahl und Anordnung der Kammern, die gleichzeitig Sektoren 2 der Kalibrierform 1 bilden, ist dabei derart gewählt, daß diese mit den Sektoren des Extrudierwerkzeuges, bzw. dessen Extrudierspaltes 13 fluchten.

In der bzw. den mit dem extrudierten Rohr in Kontakt kommenden Wand, bzw. Wänden 7 ist in jedem der Sektoren 2 ein Temperaturfühler 11 angeordnet, die alle mit der Steuerschaltung verbunden sind.

Die mit der erfindungsgemäßen Einrichtung möglichen Betriebsweisen sind in den Flußdiagrammen nach den Fig. 6 bis 8 dargestellt.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm zur thermischen Zentrierung mit Hilfe der Steuerung der Temperatur im Extrudierspalt.

Die Ergebnisse S_i der Wanddickenmessung in den einzelnen Umfangsabschnitten U_i des extrudierten Profiles werden zur Berechnung der mittleren Wanddicke s_{mittel} des gesamten Profiles und zur Bestimmung der Differenz des gemessenen Minimum- s_{min} und Maximalwertes s_{max} herangezogen. Dabei kann es sich, insbesondere bei Rohren, bei den Werten s_i um über einen Sektor gemittelte Werte handeln.

Liegt der Wert s_{min} nicht innerhalb eines gewissen Toleranzbereiches um einen vorgegebenen Wert S_{grenz} , wird die Abzugsgeschwindigkeit entsprechend geändert und der Ablauf wieder von vorn begonnen.

Liegt der Wert s_{min} innerhalb des Toleranzbereiches und bleibt daher die Abzugsgeschwindigkeit konstant, so wird die Stelle bzw. der Umfangsabschnitt U_k , an dem der Wert s_{min} auftritt, lokalisiert und die notwendige Temperaturerhöhung T zur Erhöhung der Wanddicke auf den vorgegebenen Sollwert S_{soll} im entsprechenden Umfangsabschnitt 4 (Umfangsabschnitt U_k) des Extrudierspaltes 3 errechnet.

Anschließend wird geprüft, ob eine vorgegebene Maximaltemperatur T_{grenz} überschritten werden müßte. Dieser Wert T_{grenz} hängt vom zu verarbeitenden Material ab und beträgt für die am häufigsten verwendeten Materialien etwa 230°C .

Wäre eine solche Überschreitung zur Zentrierung erforderlich, so wird ein Alarm ausgelöst, um eine manuelle Vorzentrierung zu veranlassen.

Liegt die zur Zentrierung erforderliche Temperatur unterhalb dieses Wertes, so wird die berechnete Temperaturerhöhung T im entsprechenden Umfangsabschnitt 4 des Extrudierspaltes durchgeführt.

Anschließend werden wieder die Wanddicken gemessen und überprüft, ob die aktuell ermittelte Differenz $s_{\text{max}} - s_{\text{min}}$ der Wanddicke unter einem vorgegebenen Differenzwert liegt. Ist dies der Fall, so ist der Regelvorgang abgeschlossen, wenn nicht, wird die ganze Regelschleife nochmals durchfahren.

Durch diesen Einstellmechanismus wird sowohl die mittlere Wanddicke an den Sollwert herangeführt als auch die unterschiedliche Wanddickenverteilung ausgeglichen.

Fig. 7 zeigt ein Flußdiagramm zur thermischen Zentrierung der Wanddicke mit Hilfe der Kalibrierform in Verbindung mit der Abzugsregelung.

Nach diesem erfolgt die Regelung der Abzugsgeschwindigkeit in gleicher Weise, wie nach dem Flußdiagramm nach Fig. 6.

Nach der Einstellung der Abzugsgeschwindigkeit wird jener Umfangsabschnitt oder Sektor U_k ermittelt, in dem die maximale Wanddicke S_{max} auftritt und die zur Erreichung der Sollwandstärke in diesem Bereich nötige Temperaturerhöhung T in jener Kammer 9 der Kalibrierform 1 errechnet, die die Temperatur des diesen Bereich des extrudierten Profiles formenden Umfangsabschnittes oder Sektors 2 bestimmt.

Dabei wird in einem weiteren Schritt geprüft, ob dazu die Temperatur in diesem Umfangsabschnitt oder Sektor 2 der Kalibrierform 1 auf über T_{grenz} (z.B. 50°C) erhöht werden müßte. In diesem Falle wird ein Alarm ausgelöst, der eine manuelle Vorzentrierung der Einrichtung veranlassen kann.

Ist dies nicht der Fall, so wird nun die Temperaturerhöhung T in jener Kammer 9 der Kalibrierform 1, die die Temperatur des Umfangsabschnitts U_k bestimmt, durchgeführt.

Anschließend wird wieder, analog wie in Fig. 6, die Differenz der maximalen und minimalen Wanddicke über den Umfang des extrudierten Profiles bestimmt und geprüft, ob diese unter einem vorgegebenen Grenzwert liegt. Ist dies der Fall, so ist der Regelvorgang beendet, wenn nicht, so wird die beschriebene Schleife nochmals durchlaufen.

Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm zur thermischen Zentrierung der Wanddicke eines extrudierten Profiles mit Hilfe der Kalibrierform und des Extrudierwerkzeuges in Verbindung mit der Steuerung der Abzugsgeschwindigkeit.

Das Ablaufdiagramm besteht aus zwei Teilen, deren erster im wesentlichen dem Ablauf nach Fig. 6 entspricht und deren zweiter im wesentlichen dem nach Fig. 7.

Die Einstellung der Abzugsgeschwindigkeit erfolgt in der gleichen Weise wie in den Fig. 6 und 7.

Der erste Teil der Regelung entspricht dem Ablauf in Fig. 6, mit dem Unterschied, daß bei einer notwendigen Temperaturerhöhung T in der Extrudierdüse, die den vorgegebenen Grenzwert T_{grenz1} (z.B. 220°C) überschreiten würde, nicht Alarm ausgelöst wird, sondern nun zuerst dieser Temperaturgrenzwert in diesem Umfangsabschnitt 4 des Extrudierspaltes 3 eingestellt wird. Anschließend erfolgt dann im zweiten Teil eine weitere Regelung mit Hilfe der Temperatureinstellung in der Kalibrierform wie in Fig. 7.

Dazu werden wieder die Wanddicken gemessen, s_{mittel} , s_{max} , s_{min} , und $s_{\text{max}} - s_{\text{min}}$ berechnet und geprüft, ob die minimale Wanddicke s_{min} außerhalb des Toleranzbereiches liegt. Ist dies der Fall, wird ganz zum Anfang des ersten Teils verzweigt und s_{min} durch die Abzugsregelung korrigiert. Ansonsten wird wie in Fig. 7 anschließend die maximale Wanddicke lokalisiert. Danach wird die zur Verkleinerung der Differenz zwischen dem Maximal- und dem Minimalwert s_{max} , s_{min} der Wanddicke erforderliche Temperaturerhöhung T_2 in dem Umfangsabschnitt 2 der Kalibrierform 1 errechnet, in dem die maximale Wanddicke auftritt.

Dabei wird in einem weiteren Schritt geprüft, ob die Temperatur in diesem Umfangsabschnitt 2 über T_{grenz2} (z.B. 50°C) erhöht werden muß. Ist dies der Fall, so wird ein Alarm ausgelöst, der eine manuelle Vorzentrierung anfordert. Ist dies nicht der Fall, wird die Temperatur in Kammer 9 dieses Umfangsabschnittes 2 entsprechend erhöht. Anschließend wird wieder wie in Fig. 7 geprüft, ob die aktuelle Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Wanddicke unter einem vorgegebenen Grenzwert liegt oder nicht. Im ersten Falle ist die Regelung beendet, im zweiten Falle wird die untere Schleife für die Abzugsregelung und die thermische Zentrierung mit Hilfe der Kalibrierdüse ab der ersten Wanddickenmessung nochmals durchlaufen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Regeln der Wandstärke eines aus thermoplastischen Kunststoffmassen durch Extrusion hergestellten Rohres oder Profiles mit einem durch einen Düsen und Dornkörper gebildeten Extrusionspalt, dessen Düse vorzugsweise in eine Anzahl von Sektoren mit in deren Heizleistung getrennt regelbaren Heizeinrichtungen unterteilt ist, und einer nachgeschalteten Kalibrierform, deren Innenwände die äußere Form des extrudierten Rohres oder Profiles bestimmen und mittels einer Temperiereinrichtung temperierbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innenwand der Kalibrierform (1) in einander in Umfangsrichtung benachbarte Abschnitte (2) bzw. Sektoren unterteilt ist, die voneinander thermisch entkoppelt sind, wobei den einzelnen Sektoren oder Abschnitten (2) unabhängig voneinander regelbare Temperiereinrichtungen zugeordnet sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren (2) Kammern (9) zugeordnet sind, die von einem Temperiermedium durchströmt sind und eine mit der Innenwand der Kalibrierform (1) gemeinsame Wand aufweisen, und daß jeder Kammer weiters ein separat regelbares Regelventil (10) zugeordnet ist, zur Steuerung des Durchflusses des Temperiermediums.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wandstärkenmeßeinrichtung (5) im Bereich der Kalibrierform (1) angeordnet ist und in den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren der Innenwand der Kalibrierform (1) Temperaturfühler (11) angeordnet sind, die ebenso wie die Wandstärkenmeßeinrichtung (5) und die Regelventile (10) mit einer einen Rechner aufweisenden Steuerschaltung (12) verbunden sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, für die Herstellung von Rohren, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wandstärkenmeßeinrichtung (5) durch eine Anzahl von in einem Ring (13) gehaltenen Sensoren (14) gebildet ist, wobei der Ring um einen einem Sektor der Innenwand der Kalibrierform (1) entsprechenden Winkelbetrag oszillierend verschwenkbar ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Extrudierspalt (3) und die Kalibrierform (1) voneinander thermisch entkoppelt sind, beispielsweise mittels einer Wärmeisolierung oder eines Luftspaltes (16).

AT 401 031 B

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren (4) des Extrudierspaltes (3) Thermofühler (17) angeordnet sind, die mit der Steuerschaltung (12) verbunden sind, und die den einzelnen Abschnitten bzw. Sektoren (4) der Kalibrierform (1) zugeordnet sind, welche mittels von der Steuerschaltung (12) beaufschlagten Stelleinrichtungen (8) separat und unabhängig voneinander regelbar sind.

Hiezu 8 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

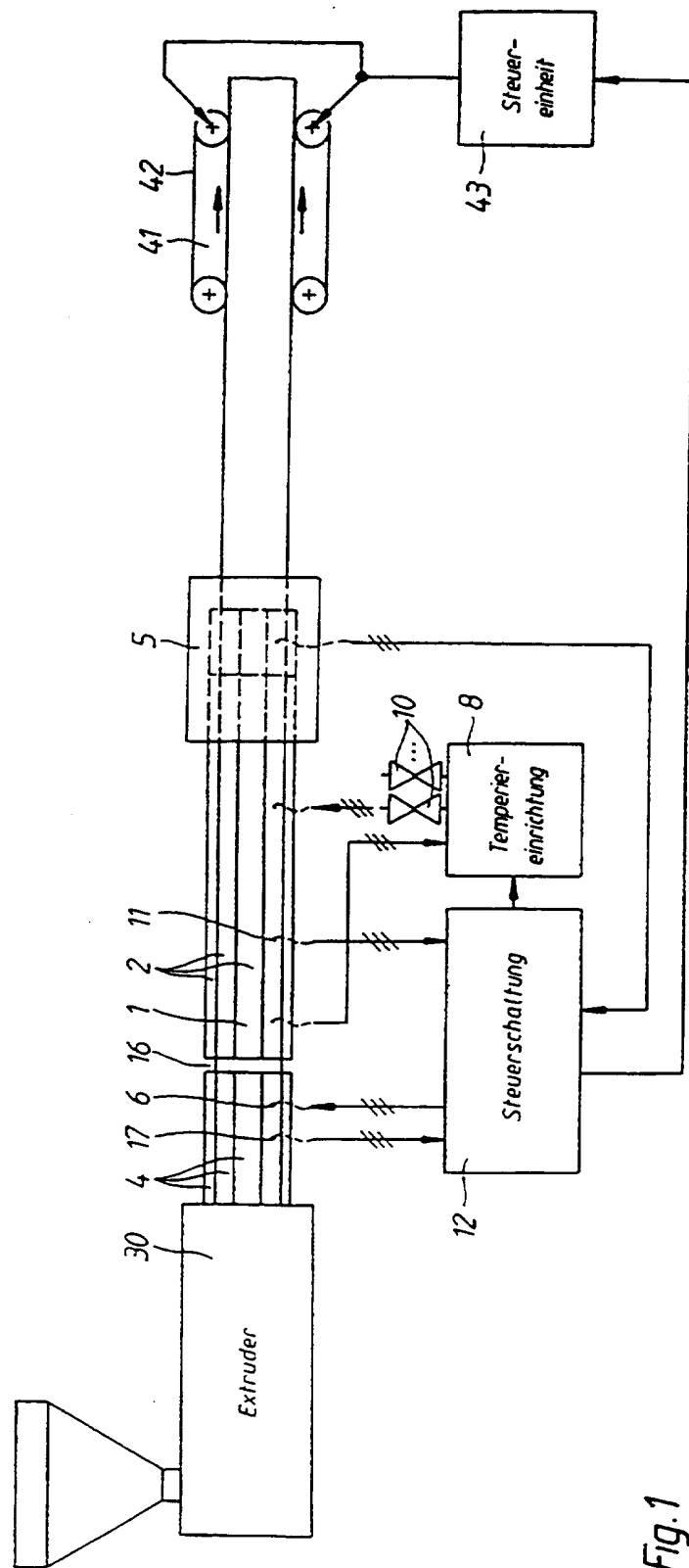
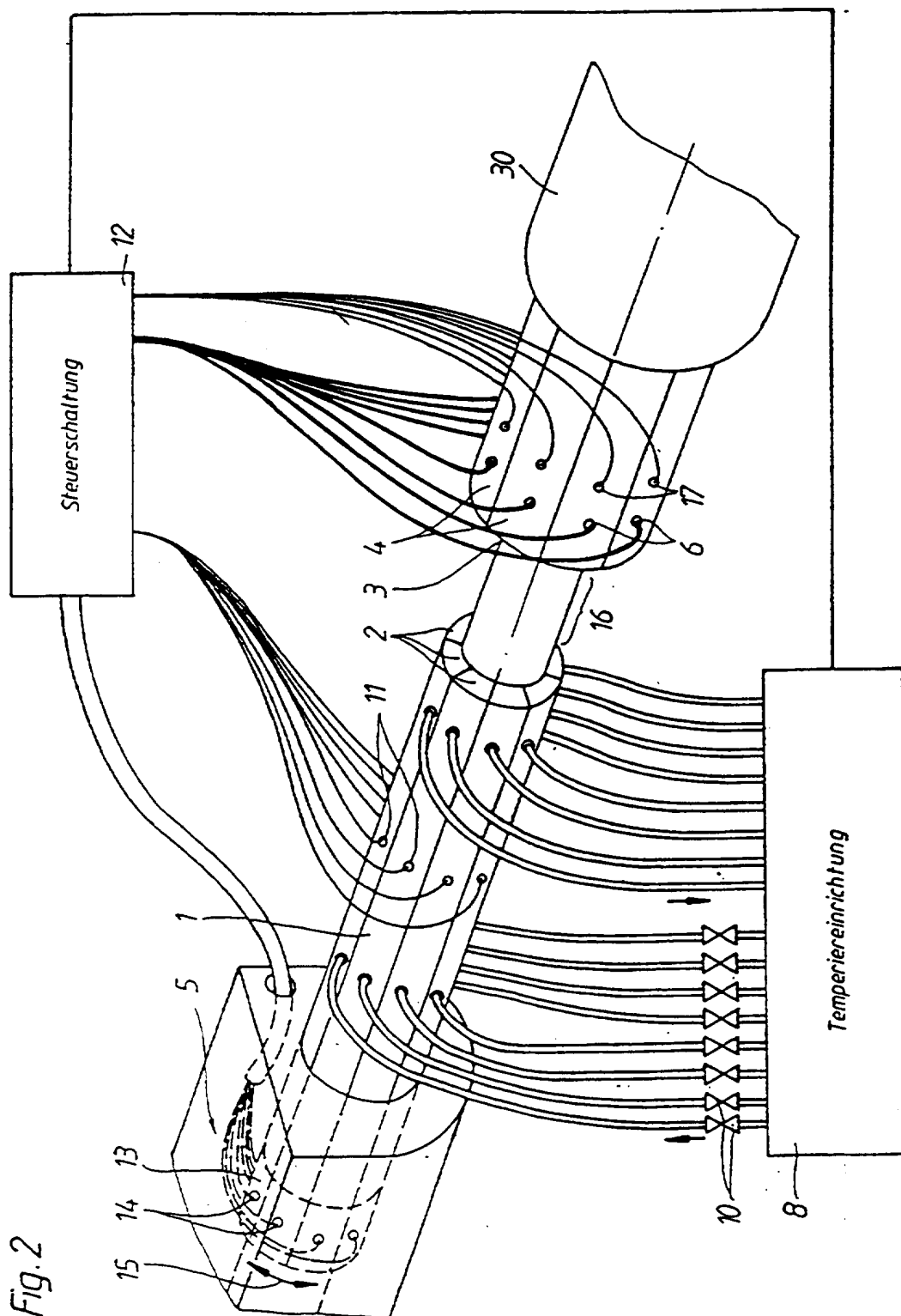


Fig.1



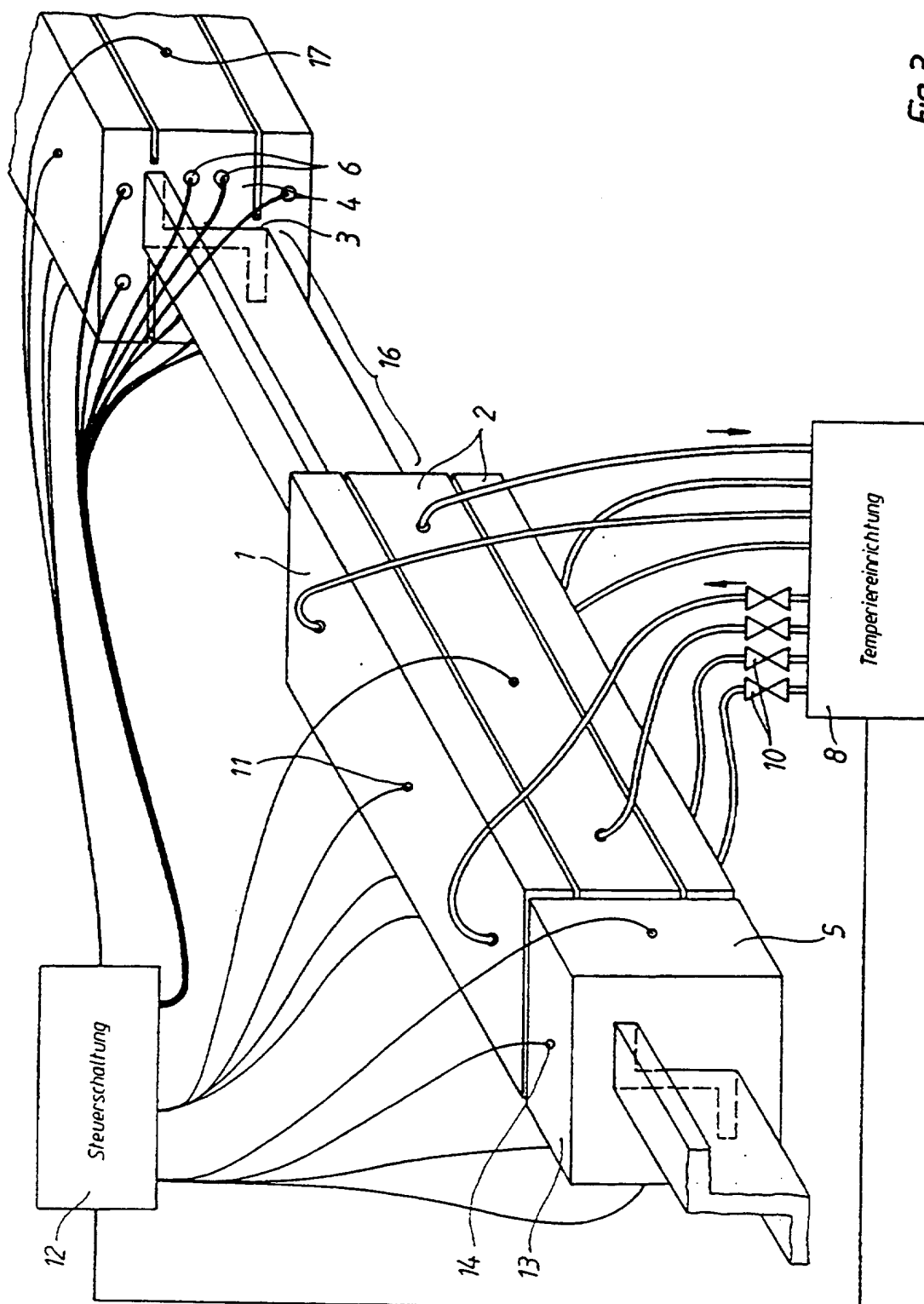


Fig. 3

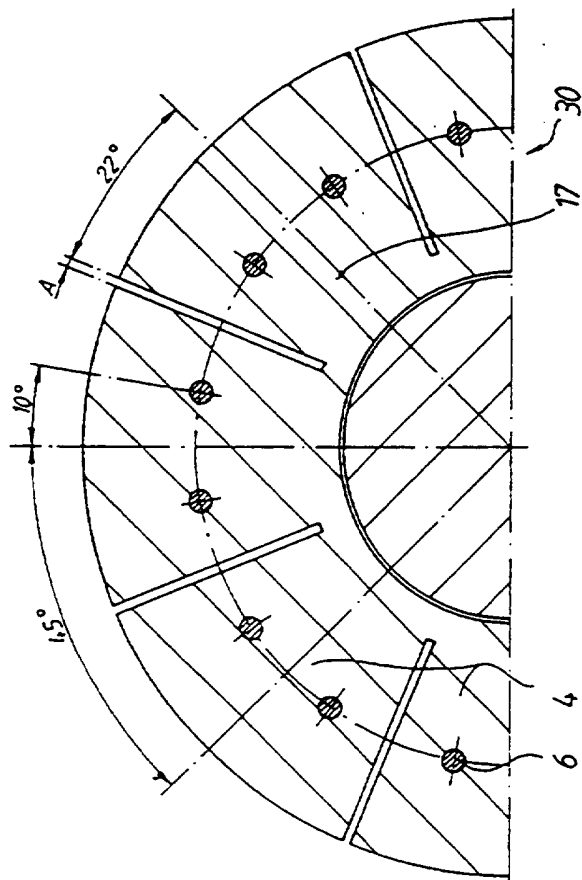
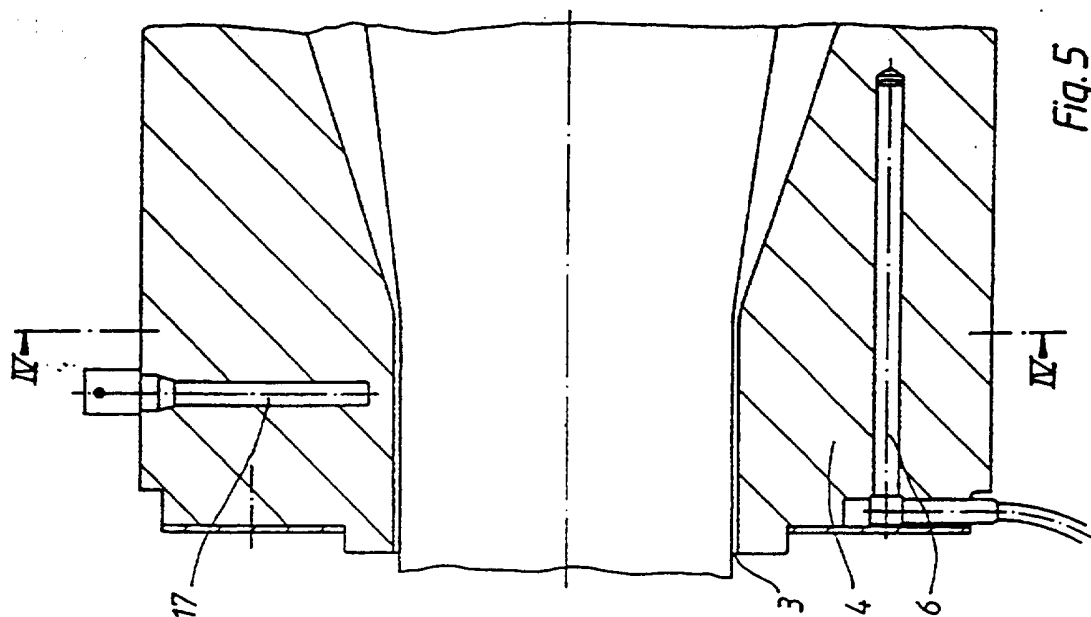


Fig. 4

Fig. 5

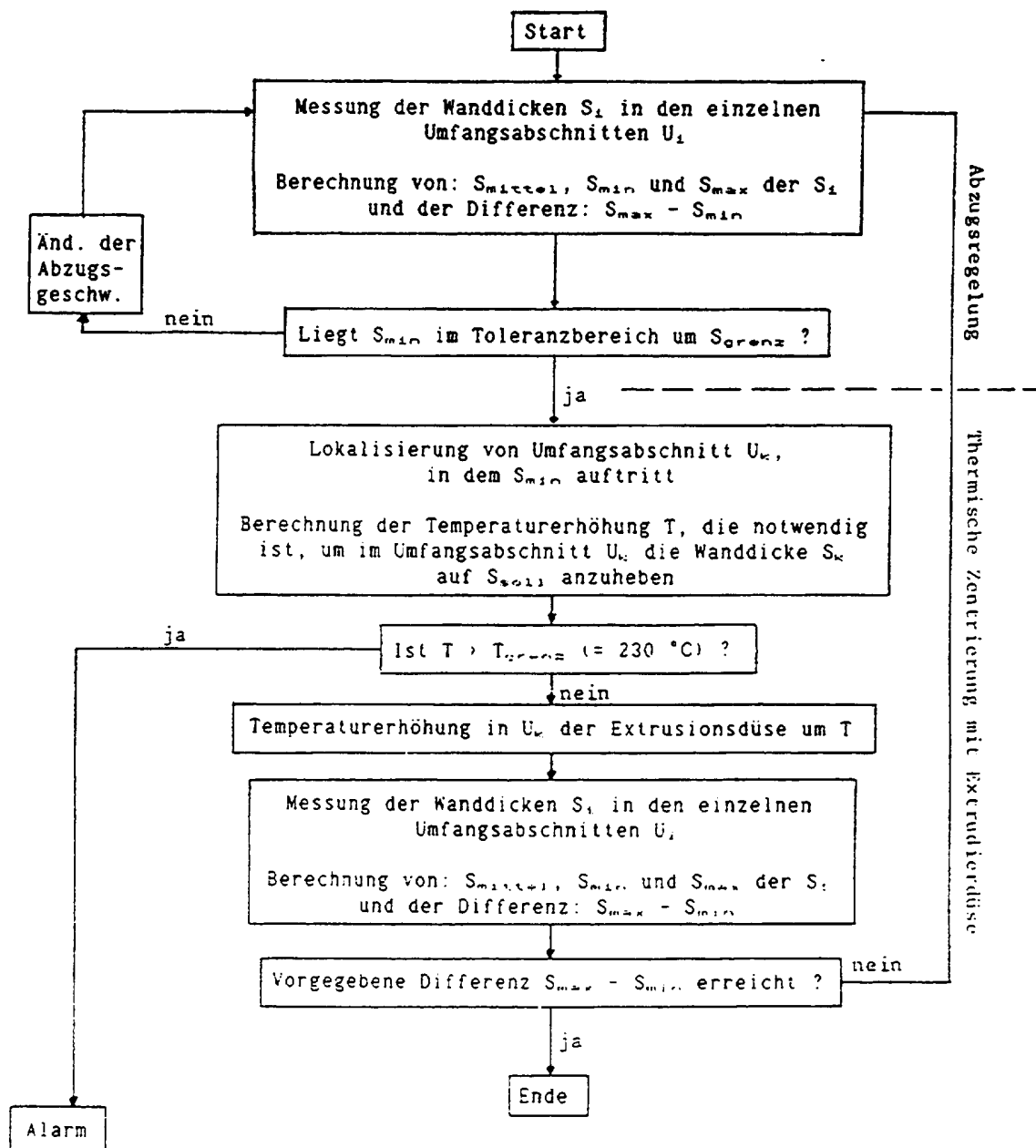


Fig.6: Thermische Zentrierung der Wanddicke mit Hilfe der Abzugsregelung und der Extrusionsdüse

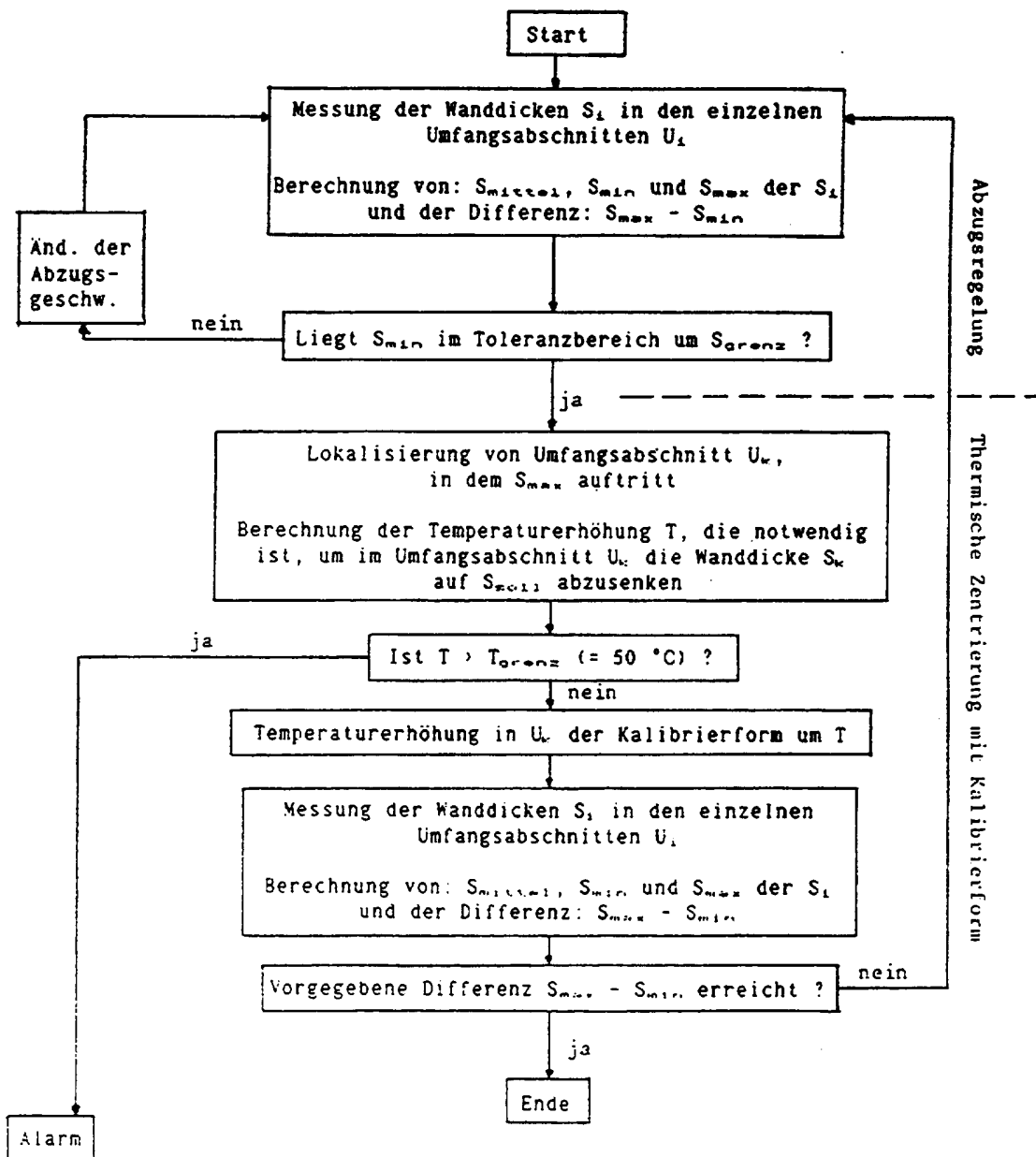


Fig.7: Thermische Zentrierung der Wanddicke mit Hilfe der Abzugsregelung und der Kalibrierform

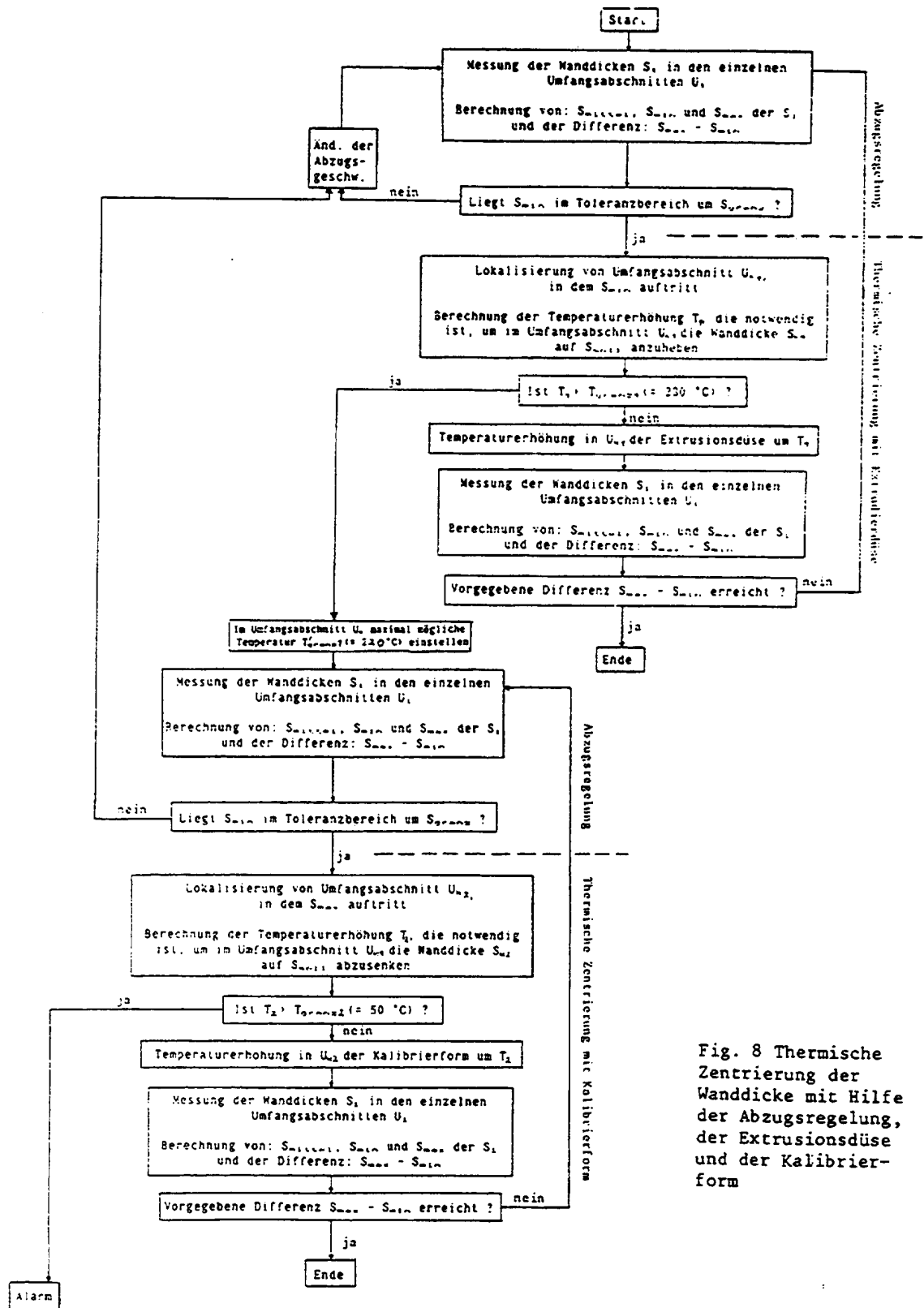


Fig. 8 Thermische Zentrierung der Wanddicke mit Hilfe der Abzugsregelung, der Extrusionsdüse und der Kalibrierform

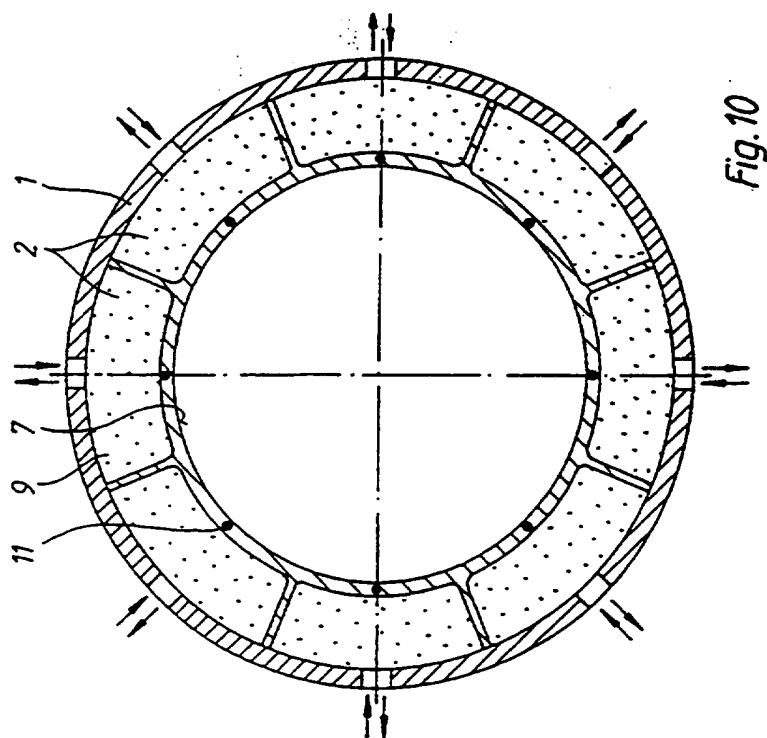


Fig. 10

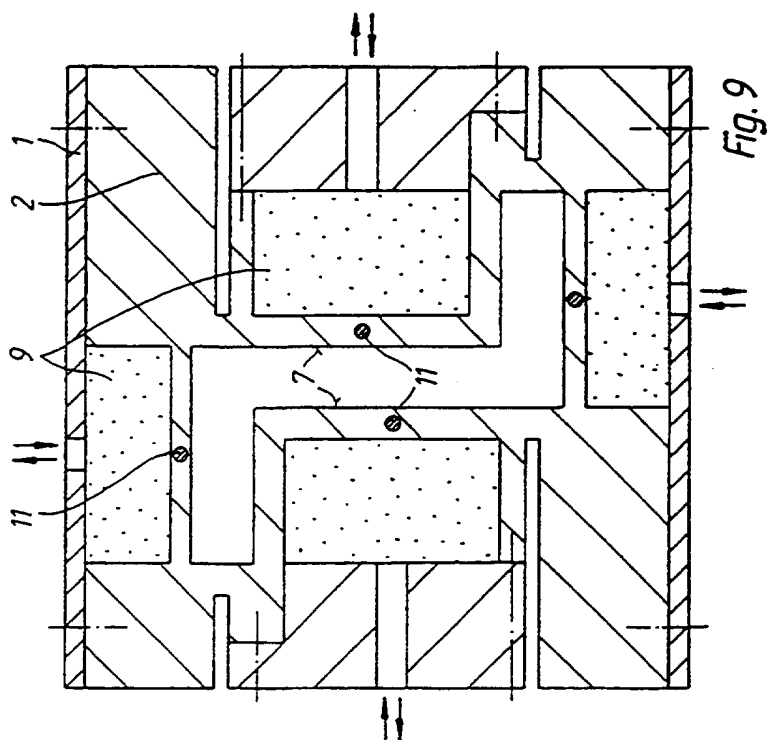


Fig. 9