

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
26. Oktober 2012 (26.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/143373 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 47/86 (2006.01) B29C 47/90 (2006.01)
B29C 47/92 (2006.01) B29C 47/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057045

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2012 (18.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 007 618.2
18. April 2011 (18.04.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **GREINER TOOL.TEC GMBH** [AT/AT];
Friedrich-Schiedel-Straße 1, A-4542 Nussbach (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KRUMBÖCK, Erwin**
[AT/AT]; Laaherstraße 81, A-4052 Ansfelden (AT).
WEIERMAYER, Leopold [AT/AT]; Nelkengasse 6, A-
4552 Wartberg/Krems (AT). **GEBESMAIER, Karl**

[AT/AT]; Weinmeisterstraße 14, A-4560 Kirchdorf/Krems
(AT).

(74) Anwalt: **GROSS, Felix**; Patentanwälte Maikowski &
Ninnemann, Postfach 15 09 20, 10671 Berlin (DE).

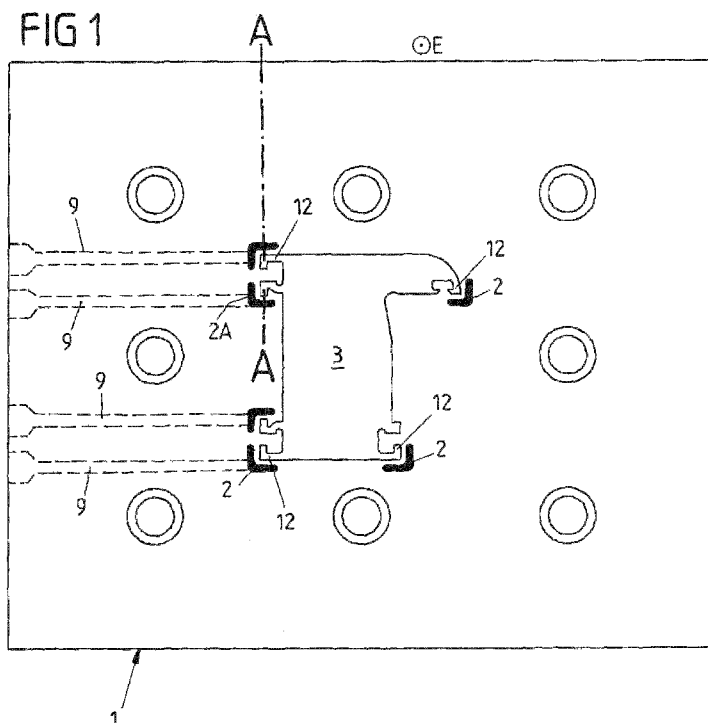
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXTRUSION DEVICE AND METHOD FOR INFLUENCING WALL THICKNESSES OF AN EXTRUDED PLASTIC
PROFILE

(54) Bezeichnung : EXTRUSIONSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BEEINFLUSSUNG VON WANDDICKEN
EINES EXTRUDIERTEN KUNSTSTOFFPROFILS



(57) Abstract: The invention relates to an extrusion
device and an extrusion method for the extrusion of
plastic profiles (10), in particular a nozzle plate (1),
having at least one flow channel (3, 12) for plastic
melt, wherein at least one wall region (A) of the flow
channel (3, 12) can be temperature-controlled in a
targeted manner with a local temperature control
device (2) for setting the flow speed of the plastic
melt.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine
Extrusionsvorrichtung und ein Extrusionsverfahren
für die Extrusion von Kunststoffprofilen (10),
insbesondere eine Düsenplatte (1), mit mindestens
einem Fließkanal (3, 12) für Kunststoffschmelze,
wobei mindestens ein Wandbereich (A) des
Fließkanals (3, 12) mit einer lokalen
Temperiervorrichtung (2) zur Einstellung der
Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze
gezielt temperierbar ist.



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls
Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Extrusionsvorrichtung und Verfahren zur Beeinflussung von Wanddicken eines extrudierten Kunststoffprofils

Die Erfindung betrifft eine Extrusionsvorrichtung zur
5 Beeinflussung der Wanddicke eines extrudierten
Kunststoffprofils und ein Verfahren zur Beeinflussung der
Wanddicke eines extrudierten Kunststoffprofils.

10 Kunststoffprofile werden häufig durch Extrudieren erzeugt. In
einem Extruder wird eine weitgehend homogene
Kunststoffschmelze aufbereitet und auf einen Druck von etwa
200 bis 400 bar und eine Temperatur von etwa 200°C gebracht.
Die Kunststoffschmelze wird mit hohem Druck durch eine
Extrusionsdüse gepresst. Der Ausgang der Extrusionsdüse weist
15 annähernd die Kontur des gewünschten Kunststoffprofils auf.

Nach dem Austritt der Kunststoffschmelze aus der
Extrusionsdüse gelangt das extrudierte Kunststoffprofil, z.B.
in Form eines Schmelzestranges in eine
20 Kalibrierungsvorrichtung, um in dieser unter Beibehaltung der
Profilkontur abgekühlt zu werden. Kalibrierungsvorrichtungen
für die Herstellung vergleichsweise komplizierter
Kunststoffprofile, wie z.B. Fensterprofile als Hohlprofile,
weisen üblicherweise einen Trockenkalibrierungsbereich und
25 einen anschließenden Nasskalibrierungsbereich auf.

Die Wanddicken des Kunststoffprofils werden dabei weitgehend
in der Düse festgelegt.

30 Eine Änderung von Wanddicken in der Kalibrierung ist kaum
möglich. Bei Hohlkammerprofilen wird die betreffende
Außenwand an die Kalibrierung angesaugt und dann vorwiegend
über Wärmeableitung abgekühlt. Auf die Innenseite dieser
Außenwand (d.h. im Inneren des Kunststoffprofils) kann kein
35 Einfluss, welcher zu einer Wanddickenänderung führen könnte,
ausgeübt werden.

Bei vom Kunststoffprofil abstehenden, z.B. einwandigen Profilsektionen, wie z.B. Haken oder Nasen, könnte in der Kalibrierung beidseitig eine Druckkraft ausgeübt werden, welche Material seitlich verdrängen würde und somit zu einer geringeren Wanddicke führen würde. Praktisch ist das aber nur in einem sehr kleinen Umfang möglich, weil eine hierfür erforderliche Klemmkraft unweigerlich zu einer Reibkraft führt, welche von der noch weichen, zähflüssigen Kunststoffmasse nicht übertragen werden kann. Die betroffene Profilsektion würde im zu engen Spalt steckenbleiben und zu einem Abreißen des Profilstranges führen.

Der Spalt bzw. die Kontur in der Kalibrierung muss daher für die Ausformung von einwandigen Bereichen immer größer sein als die betreffende Wanddicke bzw. Kontur des Kunststoffprofils, um zuverlässig ein Hängenbleiben des extrudierten Kunststoffprofils in der Kalibrierung zu vermeiden, auch wenn infolge geringfügiger, unvermeidbarer Schwankungen des Durchsatzes aus dem Extruder entsprechende Wanddickenschwankungen auf das Kunststoffprofil übertragen werden. Es ist daher üblich, den Spalt in der Kalibrierung um 0,1 bis 0,3 mm, insbesondere 0,2 mm größer, auszuführen als es der Wanddicke des Profils entspricht.

Bei der Herstellung von Extrusionsvorrichtungen ist ein erheblicher Fertigungsaufwand in der Extrusionsdüse erforderlich, um die Wanddicken in allen Profilsektionen des extrudierten Kunststoffprofils sicherstellen zu können. Dieser Aufwand betrifft Änderungen der Spaltweiten in den Fließkanälen der Extrusionsdüse entlang des Fließweges.

Die Wanddicken der Kunststoffprofile sind nur so weit reproduzierbar, so lange sich die Extrusionsbedingungen nicht ändern. Die Extrusionsbedingungen betreffen alle Parameter im Extruder (Extrudertyp und -größe, Temperaturverlauf im Zylinder, Drehzahl der Schnecken, Durchsatz u.a.) sowie des Materials (Rezeptur, Mischbedingungen, Feuchtegehalt u.a.).

Jede Änderung der genannten Parameter kann eine Änderung von Wanddicken an bestimmten Sektionen des Profils mit sich ziehen, d.h. es wird nicht das gesamte Kunststoffprofil tendenziell dicker oder dünner, sondern die Auswirkungen sind
5 bereichsweise unterschiedlich.

Eine Forderung aus wirtschaftlicher Sicht ist es, Kunststoffprofile mit möglichst niedrigem Metergewicht zu produzieren und gleichzeitig alle Qualitätserfordernisse
10 (Geometrie, Mindestwanddicken, mechanische Festigkeit, Glanz u.a.) zu erfüllen. Es ist beispielsweise nicht möglich, Außenwände bereichsweise dünner auszuführen, als in einschlägigen Normen festgelegt ist. Es müssen die unvermeidbaren Wechselwirkungen bei der herkömmlichen
15 Extrusion betrachtet werden: Wird ein Profil nahe beim minimalen Metergewicht mit guter Qualität produziert, so bedeutet das, dass jede Profilsektion annähernd die untere, erlaubte Wanddicke aufweist.

20 Wenn auf Grund beliebiger Störgrößen in einer Profilsektion, z.B. an einem Haken, ein Unterschreiten der minimalen Wanddicke auftritt, führt dies meistens auch zu einer weiteren negativen Ausprägung der örtlichen Geometrie (z.B. dem „Hängen“ einer Kante oder eine ungenaue Ausprägung der
25 Hinterschneidung des Hakens).

Um diese eine Profilsektion in die richtige Qualität überzuführen, ist es eine gängige Maßnahme, entweder den Durchsatz zu erhöhen oder die Abzugsgeschwindigkeit zu
30 verringern. Jede der beiden Maßnahmen führt zu einer örtlichen Verdickung der Wandstärke in der fraglichen Profilsektion, aber unweigerlich auch zu einer Verdickung aller anderen Profilsektionen. Letztendlich wird zwar ein qualitätsmäßig entsprechendes Kunststoffprofil erzeugt, es
35 wird aber ein höherer Materialeinsatz erforderlich.

Es ist daher die Aufgabe, eine Extrusionsvorrichtung und ein Verfahren zu entwickeln, bei denen die Wanddickenverteilung eines extrudierten Kunststoffprofils effizient und gezielt beeinflusst werden kann.

5

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

10 Dabei weist eine Extrusionsvorrichtung für die Extrusion von Kunststoffprofilen einen Fließkanal für Kunststoffschmelze auf. Ein Beispiel für eine solche Extrusionsvorrichtung ist eine Düsenplatte. Mindestens ein Wandbereich des Fließkanals ist mit einer lokalen Temperiertvorrichtung zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze gezielt
15 temperierbar.

Da das Fließverhalten der Kunststoffschmelze auf Grund der Temperaturabhängigkeit der Viskosität selbst temperaturabhängig ist, ändert sich die
20 Strömungsgeschwindigkeit lokal in Abhängigkeit von der Temperierung. Durch die lokal gezielte Temperierung an mindestens einem Wandbereich ist es möglich, die Wandstärken der zuordbaren Querschnitte des Kunststoffprofils punktuell, also weitgehend ohne Auswirkungen auf die übrigen
25 Profilsektionen zu beeinflussen. Dies ist insbesondere bei vom Kunststoffprofil abstehenden, einwandigen Profilsektionen der Fall.

Damit sind die Wanddicken z.B. von einwandigen
30 Profilsektionen wie Haken durch Merkmale in der Extrusionsdüse beeinflussbar, um einerseits ein Steckenbleiben des Kunststoffprofils in der Kalibrierung infolge zu großer Wanddicke zu verhindern und andererseits unzulässige Geometrieabweichungen infolge zu geringer
35 Wanddicke (z.B. unvollständig ausgeformte Kanten) zu vermeiden.

Vorteilhaft ist eine Ausführungsform, wenn die Temperatur des mindestens einen Wandbereichs des Fließkanals bis zu 30°C oberhalb oder unterhalb der mittleren Temperatur der Extrusionsdüse liegt. Dieser Temperaturbereich reicht aus, um eine wirksame Veränderung der Strömungsverhältnisse zu bewirken.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn bei einer Ausführungsvariante die lokale Temperiereinrichtung in räumlicher Nähe zum zu temperierenden Wandbereich angeordnet ist, insbesondere auch in der Nähe der Austrittsöffnung der Extrusionsdüse. In diesem Bereich wirkt sich eine gezielte Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit besonders effizient aus. Konkret ist es vorteilhaft, wenn bei einem Ausführungsbeispiel der mindestens eine Wandbereich zwischen 0 bis 100 mm stromaufwärts vom Austritt der Extrusionsdüse angeordnet ist und / oder der mindestens eine zu temperierende Wandbereich eine Längendimension von etwa 20 bis 80 mm und / oder eine Breitendimension von etwa 3 bis 20 mm aufweist.

In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine zu temperierende Wandbereich in der Düsenaustrittsplatte unmittelbar stromaufwärts vom Austritt der Extrusionsdüse angeordnet, wobei der mindestens eine Wandbereich eine Dimension in Extrusionsrichtung von 5 bis 20 mm, bevorzugt 6 bis 10 mm, und eine Dimension quer zur Extrusionsrichtung von etwa 20 bis 150 mm, bevorzugt über die gesamte Breite der zugeordneten Profilfläche, aufweist. Bei dieser Ausführungsform erstreckt sich die Temperiereinrichtung nicht sehr weit in die Extrusionsdüse hinein, sondern ist bewusst nur in einem schmalen Bereich am Austritt angeordnet. Dabei kann es aber sinnvoll sein, um z.B. den Glanz zu verstärken, dass die Temperiereinrichtung sich über einen größeren Bereich des Extrusionsprofils erstreckt.

Die lokale Temperiereinrichtung muss nicht immer ein einziges Teil sein, sondern es kann bei Ausführungsformen auch

vorteilhaft sein, wenn die lokale Temperiertvorrichtung mindestens einen Temperierkanal, mindestens ein elektrisches Heizmittel, insbesondere eine Induktions- oder Widerstandsheizung und / oder mindestens ein thermoelektrisches Element aufweist. Damit sind auch Kombinationen von Temperierelementen möglich, die zusammen die lokale Temperiertvorrichtung bilden. So ist es durchaus möglich, einen Teil der lokalen Temperiertvorrichtung nur für die Kühlung, und einen anderen für die Heizung zu verwenden. Auch ist es möglich, die gleiche Baugruppe (z.B. Temperierkanäle) zu unterschiedlichen Zeiten für die Heizung und / oder zur Kühlung zu verwenden.

Dabei ist es bei einer Ausführungsform vorteilhaft, wenn ein Temperierkanal von einem Temperiermedium, insbesondere Raumluft, kalter und / oder erhitzter Luft, einem Gas und / oder einer Flüssigkeit durchströmbar ist, wobei die Durchströmung mit einer Flüssigkeit insbesondere in einem geschlossenen Kreislauf und die Durchströmung mit einem Gas in einem offenen Kreislauf erfolgt. Bei der Verwendung von Luft, z.B. Raumluft zur Kühlung ist die Arbeit in einem offenen Kreislauf besonders vorteilhaft, da die Luft einfach wieder in den Raum geblasen werden kann. Dabei sind die Temperatur und/oder die Strömungsgeschwindigkeit, zusammengefasst dessen Temperierwirkung der Vorrichtung, veränderbar, entweder getrennt für jeden einzelnen Temperierkanal oder gemeinsam für alle Temperierkanäle oder gemeinsam für Gruppen von Temperierkanälen.

Für eine Kühlung liegt eine vorteilhafte Ausführungsvariante vor, wenn das gekühlte Temperiermedium, insbesondere für den Fall von Gas eine Temperatur zwischen -50 bis 30°C aufweist und für den Fall von Flüssigkeit eine Temperatur zwischen 15 und 180°C aufweist, wobei insbesondere nur die Austrittszone der Extrusionsdüse gekühlt wird.

Für eine Erhitzung liegt eine vorteilhafte Ausführungsvariante vor, wenn das erwärmte Temperiermedium, insbesondere für den Fall von Gas eine Temperatur zwischen 250 bis 500°C aufweist und für den Fall von Flüssigkeit eine Temperatur zwischen 200 und 280 °C aufweist, wobei insbesondere nur die Austrittszone der Extrusionsdüse geheizt wird.

Es ist vorteilhaft, wenn eine Ausführungsform mindestens einen Temperierkanal mit einer Breitenerstreckung entsprechend der Breitendimension des zugeordneten zu temperierenden Wandbereichs des Fließkanals aufweist und / oder die Spalthöhe mindestens eines Temperierkanals zwischen etwa 0,3 bis 5 mm, bevorzugt bis 2 mm, liegt. Diese Abmessungen sind geeignet, einen effizienten Wärmeübergang vom Temperierkanal zur Kunststoffschmelze sicherzustellen.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die lokale Temperiertvorrichtung einer Ausführungsform gegenüber der Extrusionsvorrichtung, insbesondere der Extrusionsdüse, insbesondere einer Düsenplatte mit einem Luftspalt und / oder mittels einer wärmedämmenden Zwischenlage wärmetechnisch isoliert sind, so dass an der Oberfläche des Fließkanals höhere Temperaturdifferenzen wirksam werden.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsformen, wenn eine Koppelung einer Steuer- oder Regelvorrichtung zur Ansteuerung der lokalen Temperiertvorrichtung zur Beeinflussung einer Wanddicke des Kunststoffprofils besteht, wobei mindestens eine Messgröße die Wanddicke, die Spaltbreite eines Luftspaltes in einer Kalibrierungsvorrichtung, eine räumliche Ausdehnung des Kunststoffprofils nach dem Verlassen der Extrusionsdüse und / oder ein gemessener Rückstaudruck in der Kalibrierungsvorrichtung ist.

Vorteilhafterweise ist bei einer Ausführungsform die Strömungsgeschwindigkeit, die Durchflussmenge, der Druck und

/ oder die Temperatur des Temperiermediums, insbesondere Luft, vor dem Einlauf in die Temperiertvorrichtung gezielt einstellbar. Eine Aufheizung oder Kühlung des Temperiermediums kann vor dem Eintritt in die Düse effizient
5 erfolgen.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn bei einer Ausführungsform eine Steuer- oder Regelungsvorrichtung eine zeitliche Veränderung der Temperierung des mindestens einen Wandbereichs gezielt
10 vornehmen kann, insbesondere zur Einstellung eines kontrolliert langsamen Temperaturübergangs (5 bis 15 K / min).

Zusätzlich oder alternativ kann bei Ausführungsvarianten auch
15 die Temperatur des Temperiermediums dadurch geändert werden, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Temperiermediums in der lokalen Temperiertvorrichtung (z.B. einem Heiz- oder Kühlkanal) verändert wird, indem eine Drosselvorrichtung zum Zulauf vorgesehen ist, wobei die Drosselvorrichtung
20 insbesondere mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung koppelbar ist.

Ferner liegt eine vorteilhafte Ausführungsform vor, wenn eine thermische Isoliervorrichtung für das Temperiermedium für
25 mindestens einen Teilbereich in der Düsenplatte vorgesehen ist. Durch die Isoliervorrichtung wird verhindert, dass sich die Temperatur des Temperiermediums insbesondere innerhalb der Düsenplatte ändert, indem z.B. ein Temperaturverlust durch Wärmeleitung eintritt. Dabei ist es besonders
30 vorteilhaft, wenn die Isoliervorrichtung einen Luftspalt und / oder ein Isoliermaterial aufweist.

Die Aufgabe wird auch durch ein Extrusionsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 18 gelöst.

35

Dabei liegt ein Fließkanal für eine Kunststoffschmelze vor, insbesondere in einer Düsenplatte vor, wobei die

Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze in diesem Fließkanal durch Ändern der Temperatur in mindestens einem Wandbereich des Fließkanals mit einer lokalen Temperiertvorrichtung im räumlichen Bereich des Wandbereichs verändert wird. Eine Änderung der Temperatur des mindestens einen Wandbereichs bewirkt eine Änderung des Strömungswiderstandes und dadurch der Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze.

- 10 Dabei ist es vorteilhaft, wenn bei einer Ausführungsvariante des mindestens einen Fließkanals 30°C oberhalb oder unterhalb der mittleren Düsentemperatur temperiert wird.

- Auch liegt eine vorteilhafte Ausführungsform vor, wenn
15 mindestens ein Temperierkanal von einem Temperiermedium, insbesondere Luft bei Raumtemperatur, gekühlter und / oder erhitzter Luft, einem Gas und / oder einer Flüssigkeit durchströmbar wird, wobei die Durchströmung mit einer Flüssigkeit insbesondere in einem geschlossenen Kreislauf und
20 die Durchströmung mit einem Gas in einem offenen Kreislauf erfolgt. Das gekühlte Temperierfluid, insbesondere Gas, liegt bei Ausführungsvarianten vorteilhafterweise in einem Temperaturbereich zwischen -50 bis 30°C, insbesondere bei Raumtemperatur, wobei insbesondere nur die Austrittszone der
25 Extrusionsdüse temperiert wird. Für die Heizung kann Luft mit einer Temperatur zwischen 200 und 500°C verwendet werden.

- Ferner stellt ein Verfahren eine vorteilhafte Ausführungsform dar, bei dem eine Steuerung oder Regelung eine Ansteuerung
30 der lokalen Temperiertvorrichtung zur Beeinflussung einer Wanddicke des Kunststoffprofils bewirkt, wobei mindestens eine Messgröße die Wanddicke, die Spaltbreite des Luftspaltes in einer Kalibrierungsvorrichtung, eine räumliche Ausdehnung des Kunststoffprofils nach dem Verlassen der Extrusionsdüse
35 und / oder ein gemessener Rückstaudruck in der Kalibrierungsvorrichtung ist. Dabei liegt eine vorteilhafte Ausführungsvariante vor, wenn die Strömungsgeschwindigkeit,

die Durchflussmenge, der Druck und / oder die Temperatur des Temperiermediums, insbesondere Luft, vor dem Einlauf gezielt eingestellt wird.

- 5 Die Erfindung wird anhand verschiedener Ausführungsbeispiele erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Vorderansicht der Austrittsplatte eines Extrusionswerkzeugs;

10

Fig. 2 eine Schnittansicht eines extrudierten Kunststoffprofils passend zur Extrusionsdüse in Fig. 1;

- Fig. 3 eine Schnittansicht A-A aus Fig. 1 für eine erste Ausführungsform;
- 15

Fig. 4 eine Schnittansicht durch ein Extrusionswerkzeug mit einer zweiten Ausführungsform für eine Temperierung;

- 20 Fig. 5 eine schematische Vorderansicht einer dritten Ausführungsform für eine Temperierung;

Fig. 6 eine schematische Vorderansicht einer vierten Ausführungsform für eine Temperierung;

25

Fig. 7 eine Detailansicht der vierten Ausführungsform gemäß Fig. 6;

- Fig. 8 eine perspektivische Darstellung der Ansicht aus Fig. 7;
- 30

Fig. 9 eine Draufsicht auf die Schnittebene der Fig. 8:

- Fig. 10: eine Querschnittansicht eines Ausschnitts eines Kunststoffprofils mit korrekter Ausformung der Profilsektionen;
- 35

Fig. 11: eine Querschnittansicht eines Ausschnitts eines Kunststoffprofils mit teilweise überfüllten Profilsektionen;

5 Fig. 12: eine Querschnittansicht eines Ausschnitts eines Kunststoffprofils mit einer Profilsektion, die nur unzureichend aufgefüllt ist;

10 Fig. 13: eine schematische Darstellung einer Temperatursteuerung mit einer Erweiterung für eine Temperaturregelung;

Fig. 14: eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Temperaturregelung;

15 Fig. 15: eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform einer Temperaturregelung;

20 Fig. 16: eine Vorderansicht einer weitere Ausführungsform einer Austrittsplatte, mit einer lokalen Temperiertvorrichtung;

Fig. 17: eine Seitenansicht der Ausführungsform gemäß Fig. 16;

25 Fig. 18: eine Schnittansicht einer Ausführungsform mit einer thermischen Isolierung eines Zulaufs/Ablaufs für Temperiermedium;

30 Fig. 19A: eine perspektivische Ansicht des Schnittes gemäß Fig. 18;

Fig. 19B: eine vergrößerte Ansicht aus dem Schnitt gemäß Fig. 19A.

35 In Fig. 1 ist eine Düsenplatte 1 einer Extrusionsvorrichtung in einer Vorderansicht dargestellt.

Dabei weist eine Extrusionsvorrichtung für die Extrusion von Kunststoffprofilen eine Extrusionsdüse 60 mit einem Fließkanal 3 für die Kunststoffschmelze auf. Die Extrusionsdüse 60 besteht aus mehreren Düsenplatten 1A, 1B (siehe Fig. 3, 4), welche quer zur Fließrichtung angeordnet sind, welche untereinander verschraubt sind, damit sie sich infolge des Schmelzedrucks nicht öffnen und keine Kunststoffschmelze in den Trennebenen austreten kann.

Der Fließkanal 3 durchsetzt jede einzelne Düsenplatte 1A, 1B. Am Eintritt in die Extrusionsdüse 60 und am Austritt der Schmelze aus der Extrusionsdüse 60 weist der Fließkanal 3 einen einzigen, geschlossenen Querschnitt auf. Entlang des Fließweges kann der Fließkanal 3 in mehrere Äste unterteilt sein, das heißt innerhalb einzelner Düsenplatten 1A, 1B weist der Fließkanal 3 mehrere Einzelquerschnitte auf, welche häufig durch sogenannte Speichen (siehe Fig. 6) voneinander getrennt sind. Die gesamte Extrusionsdüse 60 wird auf eine Temperatur, welche etwa mit der Schmelzetemperatur übereinstimmt, beheizt. Dies erfolgt über eine oder mehrere Heizzonen. Häufig werden vier Heizzonen vorgesehen (hier aus Gründen der Einfachheit nicht dargestellt), welche jeweils über die gesamte Länge der Extrusionsdüse 60 reichen und den vier Hauptrichtungen (oben, unten, links und rechts) zugeordnet sind.

Im Sinne dieser Erfindung werden zusätzlich kleinräumige, lokal wirkende Temperiervorrichtungen 2 vorgesehen. Eine derartige, lokale Temperiervorrichtung ist einem kleinen Ausschnitt der Fließkanalwandung, einem Wandbereich A zugeordnet, um die Temperatur lokal verändern zu können, so dass in der Folge die Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze und damit die Wanddicke des Profils im Wirkungsbereich verändert werden kann.

35

Die lokale Temperiervorrichtung 2 gemäß dieser Erfindung wird innerhalb einer Extrusionsdüse 60 vorgesehen. Eine derartige

Extrusionsdüse 60 besteht aus mehreren Düsenplatten 1. Die Extrusionsdüse 60 ist dabei die Gesamtheit der metallischen Teile, die vom Fließkanal 3 durchzogen werden.

5 Die austrittseitige Düsenplatte wird häufig auch als Austrittsplatte 1A bezeichnet. Wie im Folgenden noch erläutert wird, wird der lokal zu temperierende Wandbereich A in enger Nähe zum Fließkanal 3 angeordnet, bevorzugt und meistens ausreichend nur in der Austrittsplatte 1A oder in
10 der zweiten Düsenplatte 1B. Es ist aber durchaus möglich, die Temperierzone plattenübergreifend über mehrere Düsenplatten auszubilden.

In Fig. 1 ist eine Düsenplatte 1 einer Extrusionsdüse 60 in
15 einer Vorderansicht dargestellt. Diese Ansicht entspricht der Vorderansicht der Extrusionsdüse 60.

Die Extrusionsrichtung E zeigt senkrecht aus der Zeichnungsebene heraus. Das dazugehörige Kunststoffprofil 10
20 ist im Querschnitt in Fig. 2 dargestellt.

Das Kunststoffprofil 10 tritt aus der Extrusionsdüse 60 aus. Bei konstanten Betriebsparametern im Fließkanal 3 (z.B. Druck am Eintritt der Extrusionsdüse 60, Schmelzedurchsatz,
25 gleichbleibende Temperatur- und rheologische Verhältnisse der Schmelze am Düseneintritt, Temperaturverlauf in der Extrusionsdüse 60 u.a.) stellt sich ein bestimmtes, örtliches Geschwindigkeitsprofil der Schmelze am Austritt der Extrusionsdüse 60 ein.

30 In Fig. 1 sind Extrusionsdorne 7, die zur Bildung der Extrusionsspalten benötigt werden, aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. In Fig. 6 hingegen sind die Extrusionsdorne 7 dargestellt.

35 An jedem Breitenabschnitt des Austrittsspalt es ergibt sich eine mittlere Geschwindigkeit, welche über die betreffende

Querschnittsfläche den dem jeweiligen Breitenabschnitt zuordenbaren Durchsatz ergibt. Die Wanddicke in diesem Breitenabschnitt des Kunststoffprofils 10 (siehe Fig. 2) hängt dann zusätzlich noch von der Abzugsgeschwindigkeit ab, welche einheitlich für den gesamten Profilquerschnitt ist.

Grundsätzlich ist es eine Zielsetzung bei der Konstruktion und Fertigung einer Austrittsdüsenplatte 1A, die mittlere Austrittsgeschwindigkeit am Austritt der Extrusionsdüse 60 möglichst konstant über dem gesamten Austrittsspalt zu gestalten. Physikalische und rheologische Effekte stehen dieser Zielsetzung mehr oder weniger entgegen, so dass zusätzlich die Dicke des Austrittsspalt angepasst werden muss, um die zuordenbare, örtliche Wanddicke des Kunststoffprofils 10 zu verändern und an die geforderte Profilgeometrie anzupassen.

Es hat sich jetzt gezeigt, dass das örtliche Geschwindigkeitsprofil am Austritt der Extrusionsdüse 60 bei im Wesentlichen unveränderten Randbedingungen durch die örtliche Temperatur der Kanalwand der Extrusionsdüse 60, der Düsenwandtemperatur, gezielt beeinflusst werden kann. Vermindert man in einem Breitenabschnitt von z.B. 10 mm stromaufwärts (d.h. vom Austritt des Extrudats betrachtet) die Düsenwandtemperatur und lässt die übrigen Düsenwandtemperaturen unverändert, so vermindert sich in diesem Breitenabschnitt die Strömungsgeschwindigkeit. Die verminderte Strömungsgeschwindigkeit führt zu einer örtlichen Verminderung der Wanddicke - relativ zu den kaum veränderten Wanddicken aller anderen Profilsektionen.

Unter einer Profilsektion wird hier ein auf den Querschnitt bezogener Ausschnitt des Kunststoffprofils 10 verstanden. Die einwandigen Teile 11 an den vier Ecken des Kunststoffprofils 10 sind solche Profilsektionen (siehe Fig. 2).

Änderungen der Düsenwandtemperaturen (d.h. Temperaturen in Wandbereichen A in der Extrusionsdüse 60) in ausgewählten Profil- bzw. Düsensektionen von etwa $\pm 30^{\circ}\text{C}$ von der mittleren Temperatur an der Extrusionsdüse 60 sind zulässig, ohne dass dies störende Auswirkungen auf andere Qualitätsparameter des Kunststoffprofils 10 hat. Die Einstellung der Extremwerte dieses Temperaturbereiches führt zu Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit von etwa $\pm 15\%$, was die Möglichkeit eröffnet, nahezu alle zufällig auftretenden Waddickenabweichungen infolge unvermeidbarer Störgrößen auf die Sollwanddicke zurückzuführen.

Gerade bei der Profilextrusion von Fensterprofilen aus PVC-hart ist diese Vorrichtung und dieses Verfahren vorteilhaft, weil das Strömungsprofil der Kunststoffschmelze bei den hierbei eingesetzten PVC-Rezepturen im Gegensatz zu anderen Kunststoffen vorwiegend durch das Wandgleiten bestimmt wird.

Die Kunststoffschmelze gleitet unmittelbar an der Stahlwand des Fließkanals 3 entlang; allenfalls befindet sich eine dünne Gleitschicht aus abgelagerten Gleitmitteln dazwischen. Die Geschwindigkeit an der Wand des Fließkanals 3 ist nicht Null.

Gezielte Änderungen der Düsenwandtemperatur wirken sich daher unmittelbar auf den Gleitwiderstand der Kunststoffschmelze aus. Eine tiefere Düsenwandtemperatur erhöht den Gleitwiderstand und führt dadurch zu einer geringeren Gleitgeschwindigkeit.

Fast alle anderen Kunststoffschmelzen außer PVC werden durch das Scherfließen dominiert, wobei die Schmelze an der Stahlwand haftet. Hierbei ist die Geschwindigkeit an der Wand des Fließkanals 3 Null und in der Mittelebene am größten; der Verlauf entspricht etwa einer Parabel höherer Ordnung. Bei derartigen Schmelzen wirkt sich eine gezielte Änderung der Düsenwandtemperatur weniger auf die Strömungsgeschwindigkeit

bzw. die mittlere Strömungsgeschwindigkeit aus, weil weitgehend unabhängig von der Temperatur der Stahlwand hier ohnehin keine Strömungsgeschwindigkeit vorliegt.

- 5 Bei einem Absenken der Düsenwandtemperatur werden infolge Wärmeleitung erst allmählich tiefere Schichten der Schmelze abgekühlt und dadurch kleinere Schergeschwindigkeiten und in der Folge kleinere Strömungsgeschwindigkeiten bewirkt. Eine Änderung der Düsenwandtemperaturen im selben Ausmaß wie oben
10 angeführt, also $\pm 30^{\circ}\text{C}$, wirkt sich weniger deutlich aus, und führt zu Änderungen der mittleren Strömungsgeschwindigkeit von etwa $\pm 7\%$.

- Dennoch können die im Folgenden beschriebenen
15 Ausführungsformen auch bei anderen Kunststoffen als PVC-hart verwendet werden.

- Üblicherweise sind die Extrusionsdüsen 60 so temperiert, dass der Düsenkörper eine Temperatur aufweist, welche etwa der
20 mittleren Massetemperatur der Kunststoffschmelze entspricht, d.h. die Extrusionsdüse 60 ist auf ca. 190°C temperiert (z.B. für den Fall von PVC). Im Falle von PVC-hart stellt sich eine Düsenwandtemperatur im überwiegenden Teil des Düsenpaltes von 190 bis 195°C ein.

- 25 Werden im Falle einer Doppelextrusion zwei gleichartige Extrusionsdüsen 60 parallel beaufschlagt, so ist zu erwarten, dass durch beide Düsen der gleiche Massestrom, jeweils die Hälfte des Gesamt-Massestromes, fließt. Dies trifft im Großen und Ganzen zu, aber Unterschiede bis zu 10% können durchaus
30 auftreten, weil der Durchsatz sehr empfindlich auf geringfügige, geometrische Unterschiede infolge unvermeidbarer Fertigungsfehler sowie auf geringfügige Unterschiede im Temperaturfeld der beiden Masseströme
35 reagiert.

Durch Erhöhen der einen Düsenwandtemperatur und Absenken der anderen Düsenwandtemperatur um jeweils bis zu 5°C kann der Durchsatz-Unterschied ausgeglichen werden. Da von der Temperaturänderung jeweils die gesamte Extrusionsdüse 60 betroffen ist, sind im Wesentlichen alle Wanddicken des Kunststoffprofils 10 gleichermaßen betroffen.

Allerdings ist im Falle von komplexen Hohlkammerprofilen (siehe Fig. 2) die Auswirkung auf Innenwände 13 wesentlich geringer als jene auf Außenwände, da sich die Temperaturänderung nicht so stark auf Dornteile der Extrusionsdüse 3 auswirkt.

Ferner hängt die Wirkung der Temperierung auch davon ab, ob von der Temperaturänderung nur eine Kanalwandung betroffen ist - wenn diese eine Hohlkammer ausbildet -, oder ob beide Kanalwandungen betroffen sind - wenn abstehende, einwandige Profilsektionen 11 ausgebildet werden. Dadurch sind auch die Grenzen bei allgemeiner Änderung der Düsentemperatur aufgezeigt; einwandige Profilsektionen 11 verändern die Wanddicken etwa doppelt so stark wie Hohlkammer-Profilsektionen 13, Innenwände werden kaum beeinflusst.

Im Rahmen der hier beschriebenen Vorrichtung und dem beschriebenen Verfahren wird die Düsenwandtemperatur mindestens in einem Wandbereich A gezielt temperiert, d.h. es wird eine Düsenwandtemperatur eingestellt, die ober- oder unterhalb der mittleren Temperatur an der Extrusionsdüse 60 liegt.

Prinzipiell sind für die Ausführungsformen alle Mittel geeignet, welche gezielt (z.B. für Wandbereiche A des Fließkanals 3, 12) eine örtliche Änderung der Düsenwandtemperatur bewirken können

Beispielsweise werden in räumlicher Nähe der zu temperierenden Profilsektionen 11 in der Extrusionsdüse 60

Temperierkanäle 2 vorgesehen, durch die Temperierfluide, wie z.B. Öle, Luft oder andere Gase, geleitet werden.

5 Zusätzlich oder alternativ können in räumlicher Nähe der zu temperierenden Profilsektionen 11, 13 elektrische Heizelemente verwendet werden.

Vorteilhaft kann auch die Verwendung von thermoelektrischen Elementen, wie z.B. Peltierelementen sein, die in räumlicher Nähe zu dem temperierenden Wandbereich der Extrusionsdüse 60 angeordnet werden. Hierbei ist vorteilhaft, dass eine Heizung oder eine Kühlung durch Einstellung des Stromflusses unmittelbar bereitgestellt werden kann. Eine thermische Aufbereitung von Fluiden entfällt.

15

Vorteilhafterweise ist das örtliche Ändern der Düsenwandtemperatur nur in einem kleinen Längenbereich A im Vergleich zur Gesamtlänge der Extrusionsdüse 60 erforderlich. Dabei erfolgt die Temperierung vorteilhafterweise nahe am Düsenaustrittsbereich. Extrusionsdüsen 60 für Fensterprofile weisen etwa eine Gesamtlänge von 150 bis 300 mm auf. Die Temperaturänderungen durch die lokale Temperiereinrichtung erfolgt bevorzugt nur austrittseitig im Längenbereich bis 100 mm stromaufwärts, wobei die Längendimension des zu temperierenden Wandbereichs selbst etwa 20 bis 80 mm betragen soll. Je weiter stromaufwärts die Temperaturänderung angreift, umso breiter ist die Profilsektion, die von der Dickenänderung betroffen ist, was in vielen Fällen jedoch nicht erwünscht ist.

30

Bei Extrusionsdüsen 60 für Fensterprofile betrifft dies entweder nur die Austrittsplatte 1A (übliche Dicke etwa 15 bis 25 mm) und/oder die nächst folgende Düsenplatte 1B stromaufwärts, d.h. entgegen der Extrusionsrichtung E gezählt. Die üblichen Dicken der Düsenplatten 1 betragen etwa 20 bis 50 mm.

35

In Anbetracht des Aufgabenbereiches und Umfeldes von Extrusionsdüsen 60 (hohe Drücke der Schmelze, Dichtwirkung in Trennebenen für die Kunststoffschmelze und das Temperierfluid, Flächenheizkörper an den Außenflächen u. a.),
5 eignet sich Luft sehr gut als Temperiermedium.

Luft als Temperierfluid weist folgende Vorteile auf, wobei später noch vorteilhafte Steuerungen und Regelungen beschrieben werden:

10

- Es ist kein geschlossener Temperierkreislauf erforderlich. Die Luft muss nur eintrittsseitig gesteuert oder geregelt werden, austrittsseitig kann sie ins Freie geblasen werden. Wird z.B. Druckluft mit Raumtemperatur zum
15 Durchströmen von Kühlkanälen mit einer Spaltweite von etwa 2 mm verwendet und weisen die Zuführ- und Ableitbohrungen in der Extrusionsdüse 60 Durchmesser im Bereich von 2 bis 5 mm auf, so genügt eingangsseitig ein Druck im Bereich von 0,05 bis 0,3 bar, um an der Fließkanalwandung die
20 Temperatur bereichsweise um etwa 3 bis 20°C abzusenken. Sind konstruktionsbedingt kleinere Dimensionen für den Temperierkanal und/oder die Versorgungsbohrungen erforderlich, kann durch Erhöhen des anstehenden Drucks bis 6 bar und darüber hinaus problemlos der gewünschte
25 Kühleffekt erreicht werden.
- Es ist keine Verunreinigung bei unkontrolliertem Austritt bzw. bei Undichtigkeiten zu befürchten.
- Die Auswirkung, das heißt die Kühl- bzw. Heizwirkung, kann im benötigten Ausmaß in erster Linie durch Ändern des
30 Luft-Durchsatzes erfolgen bei gleichbleibender Temperatur der Luft. (Entweder Luft bei Raumtemperatur für Kühlzwecke oder Luft bei erhöhter Temperatur bis 500°C für Heizzwecke. Das Aufheizen der Luft kann sehr einfach in einem Heiz-Gebläse oder Heißluft-Fön erfolgen.)
- 35 - Verschiedene Temperierbereiche der Wandung der Extrusionsdüse 60 können mit einer gemeinsamen Luftversorgung beaufschlagt werden.

- Es tritt keine Wechselwirkung auf, wenn die Leistung der Luftversorgung (Gesamt-Durchsatz und Druck) ausreichend groß ist. Die erforderliche Leistung zur Versorgung mehrerer Profilsektionen 11, 13 ist ohnehin
5 vergleichsweise gering (Die Gesamtgebläseleistung - ohne Heizleistung - von weniger als 300 Watt ist meistens ausreichend.), so dass diese Leistung beim Betrieb der Extrusionslinie vernachlässigbar gering ist.
- Sind die Hauptparameter für die Temperierung vorab an die
10 Aufgabe gut angepasst (Querschnitt der Temperierkanäle 2, deren Abstand zur Kanalwandung, ausreichender Eingangsdruck durch Versorgung über ein einfaches Gebläse u.a.), so sind kaum größere Störungen infolge Fehlbedienung zu erwarten, weil die örtlichen
15 Düsentemperaturen kaum soweit verändert werden können, dass ein Profilabriss unvermeidbar ist.
- Das Ändern des Luftdurchsatzes kann sehr einfach über Drosselhähne erfolgen oder über Ändern des Drucks eintrittsseitig.
- Als maximaler Druck für die Beaufschlagung einer Kühl-
20 (Heiz-) zone ist ein Überdruck von 0,3 bar meistens ausreichend. Bereits bei einem Eingangsdruck von 0,05 bar (nach einem Drosselhahn) ist die Auswirkung auf die Wanddicke der Profilsektion 11, 13 deutlich erkennbar.

25 Obwohl die Erfindung nicht nur auf Luft als Temperierfluid beschränkt werden soll, konnte in Versuchen gezeigt werden, dass der gewünschte Zweck, das Absenken der örtlichen
Düsenwandtemperatur in eng begrenzten Bereichen A (räumlich
30 gesehen) und in Temperaturbereichen bis zu 20°C sehr einfach und mit geringem technischen Aufwand durch Beaufschlagung mit Raumluft und einem Ausgangsdruck von weniger als 0,3 bar erreicht wird.

35 Es ist eine sinnvolle Strategie, beim Abstimmen der Extrusionsdüse 60 durch das Nacharbeiten die Wanddicken aller Profilsektionen so einzustellen, dass die einwandigen,

abstehenden Profilsektionen 11 ohne Beaufschlagung durch
Kühlluft gut mit den Sollwanddicken übereinstimmen oder
allenfalls leicht über dem Sollmaß liegen. Dann ist ohne
besondere Maßnahmen eine qualitätskonforme Profilproduktion
5 möglich.

Ändern sich Extrusionsparameter in der Art, das kritische
Profilsektionen 11, 13 „relativ“ zu dick werden und dadurch
ein Absenken aller Wanddicken erforderlich machen, kann durch
10 Beaufschlagen dieser Profilzonen durch Kühlluft die
Verdickung der Wandstärke verhindert werden.

Insgesamt ist es mit hier beschriebenen Ausführungsformen
möglich, unabhängig von einander die Wanddicken verschiedener
15 kritischer Bereiche im Verhältnis zu den nicht individuell
beeinflussbaren Wanddicken bei Hohlkammern während der
Extrusion einzustellen. Das erlaubt das Absenken des
Laufmeter-Gewichtes der Kunststoffprofile 10 bis nahe an die
untere Grenze, weil nicht das schwächste Glied, also die
20 dünnste Profilsektion, ein generelles Anheben aller
Wanddicken erforderlich machen kann. Wenn man bedenkt, dass
das Ausnützen der üblichen Dickentoleranzen das Laufmeter-
Gewicht um etwa +/-10% verändern würde, ist klar, in welchem
Maß die Wirtschaftlichkeit steigt, wenn man das
25 Durchschnitts-Laufmeter-Gewicht nur um wenige Prozente
absenken kann.

Die Anwendung der örtlichen Temperierung ist nicht nur auf
einwandige Profilsektionen 11 beschränkt, sondern kann auch
30 auf beliebige Profilsektionen 13, also auch auf
Hohlkammerbereiche, ausgedehnt werden. Selbst die Dicke von
Innenwänden 13 von Profilen kann mit diesen Ausführungsformen
ohne mechanische Nacharbeit im laufenden Extrusionsbetrieb
verändert werden.

35 Dazu können vorteilhafterweise entlang der Kanalbegrenzung
Temperierkanäle 2 mit Querschnittsabmessungen im

Millimeterbereich (z.B. Dicke senkrecht zum Kunststoffprofil 10: 1 bis 2 mm, Breite parallel zum Kunststoffprofil: 2 bis 6 mm) untergebracht werden, so dass diese Kühlkanäle gezielt mit Luft beaufschlagt werden können. Durch die Extrusionsdüse 60 wird ein Zuleitungskanal zur eigentlichen Beaufschlagungszone in Form einer Bohrung oder Einfräsung in einer Trennebene vorgesehen. Der Luftauslaß (siehe z.B. Fig. 3) könnte im einfachsten Fall stirnseitig aus der Düse erfolgen. Befindet sich dieser Auslass dann im Bereich von Hohlkammern, ist es ohne weiteres möglich, den Luftstrom durch das Profil abzuleiten, weil nur ein relativ kleiner Volumenstrom abgeleitet werden muss, welcher nur unwesentlich den Temperatur- und Druckverlauf in der Hohlkammer beeinflusst.

Andererseits könnte die Strömungsrichtung der Kühlluft auch entgegengesetzt erfolgen, das heißt, die Luft wird am Düsengehäuse abgesaugt, wobei sich das Drosselglied in der Absaugleitung befindet, und die Luft wird von der Stirnseite der Düse, eventuell auch aus Profil-Hohlkammern, angesaugt.

Im Folgenden werden einige Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die Düsenplatten 1A, 1B einer Extrusionsdüse 60 für ein Rahmenprofil (Fig. 2) aus einem Kunststoffprofil. Die Düsenplatten 1A, 1B weisen einen Fließkanal 3 auf, der in dem Auslass der Extrusionsdüse 60 mündet. Die übrigen Platten sowie die Dornteile 7 sind hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Die formgebende Kontur ist typisch für Fensterprofile (siehe Fig. 2 im Querschnitt): Die Hohlkammerbereiche des Kunststoffprofils 10 werden durch die Kanalwandung der Düsenplatte 1A, 1B und den im Bild nicht dargestellten Dornteilen 7 gebildet. Die abstehenden, einwandigen Profilsektionen 11 werden durch die dargestellten peripheren

Fließkanäle 12 ausgeformt, wobei jeweils der Fließkanal 3 die einwandigen Profilsektionen 11 beidseits (und auch am Ende; somit U-förmig) begrenzt und nur durch die Düsenplatte 1A, 1B selbst gebildet wird.

5

In Fig. 1 sind in der Vorderansicht die Austrittsöffnungen der Temperierkanäle 2 für Luft dargestellt, deren Verlauf im Inneren der Austrittsplatte 1A im Folgenden dargestellt wird. Die Temperierkanäle 2 stellen hier eine Ausführungsform einer lokalen Temperiertvorrichtung dar, wobei alternative Ausführungsformen noch beschrieben werden. Grundsätzlich kann die lokale Temperiertvorrichtung 2 z.B. mehrere Temperierkanäle 2 aufweisen, die alle identische oder unterschiedliche Temperaturen aufweisen können. Eine lokale Temperiertvorrichtung 2 erlaubt die gezielte Temperierung einzelner Wandbereiche (Sektionen) des Fließkanals 3 für ein Kunststoffprofil 10, z.B. gezielt für einen einwandigen Bereich 12 des Kunststoffprofils 10. Die lokale Temperiertvorrichtung 2 erwärmt oder kühlt nicht den gesamten Fließkanal 3 am gesamten Umfang, sondern nur bestimmte Wandbereiche A, um gezielt und lokal die Strömung der Kunststoffschmelze zu beeinflussen.

In der Vorderansicht wird deutlich, dass die Temperierkanäle 2 räumlich so angeordnet und geformt sind, dass sie die peripheren Fließkanäle 12, die die einwandigen Profilsektionen 11 ausbilden, mindestens teilweise in der Nähe umgeben, um eine effiziente und gezielte Temperierung der peripheren Fließkanäle 12 ermöglichen. Jedem der peripheren Fließkanäle 12 ist somit mindestens ein Temperierkanal 2 zugeordnet. Um die Temperierkanäle 2 bildet sich eine Temperierzzone in der Wandung der Fließkanäle 3, 12 aus.

Aus der Temperierzzone ergibt sich der Wandbereich A der Fließkanäle 3, 12, der durch die lokale Temperiertvorrichtung 2 gezielt erwärmt oder gekühlt werden kann.

In den Fig. 3, 4 und 6 ist der Wärmetransport zum zu temperierenden Wandbereich A durch Pfeile dargestellt.

5

In Fig. 3 ist eine Schnittansicht (in Fig. 1 durch den Schnitt A-A gekennzeichnet) durch die Düsenplatte 1 dargestellt. Die Extrusionsrichtung E ist durch einen Pfeil dargestellt. Dabei ist den peripheren Fließkanälen 12 jeweils in engem räumlichem Abstand ein Temperierkanal 2 zugeordnet. In Fig. 1 sind die Zuleitungen 9 für die Temperierkanäle 2 dargestellt.

Die Luftversorgung der Temperierkanäle 2 erfolgt in der dargestellten Ausführungsform so, das die Luft (z.B. mit Raumtemperatur als Kühlmedium) seitlich über die Zuleitungen 9 in die Düsenplatte 1 gefördert wird. Die Zuleitungen 9 verlaufen parallel zur Breitseite der Düsenplatte 1. Im Bereich der peripheren Fließkanäle 12 treffen die Zuleitungen 9 auf die Temperierkanäle 2, die hier parallel zu den peripheren Fließkanälen 12 verlaufen. In der Schnittansicht der Fig. 3 ist erkennbar, dass in jedem der Temperierkanäle 2 eine Einlassöffnung 4 für die Luft angeordnet ist.

In Extrusionsrichtung E einlaufseitig gesehen sind die Temperierkanäle 2 jeweils durch einen Stopfen 14 (z.B. aus Kupfer) verschlossen, damit bei geringfügigen Undichtigkeiten in der Trennebene zur benachbarten Düsenplatte keine Kunststoffschmelze aus den Fließleitungen eindringen kann, was zur Verstopfung der Temperierkanäle 2 führen könnte.

Luft als Temperiermedium tritt somit an der Stirnseite der Düsenplatte 1A aus.

Die Temperierkanäle 2 werden bevorzugt mittels Drahterosion hergestellt und in einem Abstand von ca. 1 bis 3 mm etwa parallel zu den Fließkanälen 12 angeordnet.

Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft in den Temperierkanälen 2 wird mechanisch, z.B. durch einen Hahn oder eine andere Drosselvorrichtung 30, eingestellt und führt zu einer
5 entsprechenden Temperaturabsenkung der Wandung des Temperierkanals 2, welche sich infolge Wärmeleitung auf die Wandtemperatur im Wandbereich A des Fließkanals 12 für die Kunststoffschmelze auswirkt und den Fließwiderstand und damit die örtliche Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze
10 verändert.

In Fig. 3 und 4 ist der zu temperierende Wandbereich A im Bereich der Wandung des Fließkanals 3, 12 dargestellt.

15 Im Zusammenhang mit den Fig. 2 und 3 wird eine Ausführungsform dargestellt, bei der Temperierkanäle 2 mit Luft als Temperiermedium zur gezielten Kühlung eingesetzt werden. Wenn die Luft vor dem Eintreten in die Temperaturkanäle 2 aufgeheizt wird, kann mit der gleichen
20 Anordnung auch eine gezielte Aufheizung erfolgen, was ebenfalls eine gezielte Einstellung der Strömungsgeschwindigkeiten der Schmelze ermöglicht. In diesem Fall wird die Strömungsgeschwindigkeit erhöht.

25 Grundsätzlich kann als Temperiermedium auch ein anderes Gas oder eine Flüssigkeit wie z.B. Wasser verwendet werden.

Wie später noch erläutert wird, kann mit einer geeigneten Steuer- oder Regelungsvorrichtung die Temperierung in
30 Abhängigkeit von Profileigenschaften erfolgen.

In Fig. 4 ist eine zweite Ausführungsform dargestellt, bei der die Temperierkanäle 2 in die zweite Düsenplatte 1B (Zählrichtung der Platten entgegen der Extrusionsrichtung E)
35 eingebaut sind.

Die Temperierkanäle 2 weisen sowohl eine Zuleitung als auch eine Ableitung für das Temperiermedium auf, wobei die Zuleitungen 9 grundsätzlich so angeordnet sind, wie in Fig. 1 dargestellt, nämlich seitlich der zweiten Düsenplatte 1B. Die wegführenden Leitungen sind dazu parallel angeordnet.

In Fig. 4 sind in jedem Temperierkanal 2 jeweils eine Einlassöffnung 4 und eine Auslassöffnung 5 für das Temperiermedium dargestellt. Die Temperierkanäle 2 sind dabei zweckmäßigerweise gegenüber den Trennebenen durch Stopfen 14 abgedichtet.

Anders als bei der ersten Ausführungsform tritt aus der ersten Düsenplatte 1A nur die Kunststoffschmelze aus.

In anderen Ausführungsformen können Temperierkanäle 2 sowohl in der ersten Düsenplatte 1A, wie in der zweiten Düsenplatte 1B eingearbeitet sein. Grundsätzlich kann das Temperiermedium in den jeweiligen Temperierkanälen 2 die gleiche Temperatur aufweisen. Es ist aber auch möglich, dass in den Temperierkanälen 2 Temperiermedien strömen, die unterschiedlich temperiert sind. Auch können die jeweiligen Temperiermedien unterschiedlich sein.

Die Temperierung muss nicht ausschließlich mit einem Medium, wie z.B. Kühl- oder Heizluft erfolgen. Zusätzlich oder alternativ kann als lokale Temperiervorrichtung 2 auch ein elektrisches Thermoelement zur Beheizung und / oder Kühlung vorgesehen sein, das bereichsweise die Wandung der Extrusionsdüse 60, insbesondere in den Fließkanälen 12 aufheizt oder abkühlt.

In dem dritten Ausführungsbeispiel wird die Anwendung eines elektrisch betriebenen Heizkörpers 2 für die bereichsweise Temperierung einer Düsenplatte 1 als Extrusionsvorrichtung dargestellt. Heizpatronen 2 werden dazu in hierfür vorgesehen Bohrungen eingesetzt. Anstelle von Heizpatronen 2 können auch Kühlpatronen 2 eingesetzt werden, bei welchen ein elektrisch

ausgelöster Kühleffekt, z.B. infolge des Peltier-Effektes, bewirkt wird. Peltier-Elemente werden in der Regel als Flachbauteile ausgebildet, so dass diese platzsparend in entsprechenden Taschen in der Düsenplatte 1 angeordnet sein können.

Zusätzlich ist es vorteilhaft, den Wandbereich A zum Düsenkörper hin thermisch zu isolieren, wofür ein Luftspalt 6, wie in Fig. 5 dargestellt, zweckmäßig ist. Alternativ kann anstelle des Luftspaltes 6 auch ein Material mit niedriger Wärmeleitfähigkeit vorgesehen werden.

Grundsätzlich können lokale Temperiereinrichtungen 2, die in den vorhergehenden Ausführungsformen beschrieben wurden, auch miteinander kombiniert werden. So können in ein- und derselben Düsenplatte 1 sowohl ein Temperierkanal 2, wie ein elektrisches Thermoelement als lokale Temperiereinrichtungen 2 verwendet werden.

Die bisherigen Ausführungsformen waren insbesondere auf eine bereichsweise Temperierung des Düsenkanals 3 im Bereich der einwandigen Profilsektionen 11 ausgerichtet. Dies muss aber nicht zwingend der Fall sein. Zusätzlich oder alternativ können auch Wandbereiche A anderer Profilsektionen 13 gezielt temperiert werden.

Es kann damit auch die Wanddicke von Innenwänden 13 eines Kunststoffprofils 10 (Hohlkammerprofils) verändert werden, wie dies im Zusammenhang mit Fig. 6 dargestellt ist. In diesem Beispiel sind auch die Dornteile 7 eingezeichnet, welche benötigt werden, um ein Hohlkammerprofil 10 mit Innenwänden 13 extrudieren zu können. Ohne auf die verschiedenen Ausführungen einzugehen, wie diese Dornteile 7 innerhalb der Extrusionsdüse 60 unter Freilassung der Fließkanäle fixiert werden können, wird eine gängige Ausführungsform beschrieben: Die Dornteile 7 sind mit Stegen 8 (in Fig. 6 nur in Auswahl mit Bezugszeichen versehen) am

Düsenkörper befestigt und weisen die gleiche Längserstreckung auf wie die Düsenplatte 1. Die Stege 8 reichen aber nicht bis zum Düsenaustritt, sondern sind gegenüber der Austrittsfläche um ca. 5 bis 15 mm zurückgesetzt. Im Bereich der Stege 8 werden somit mehrere, räumlich getrennte Fließkanäle für die Kunststoffschmelze gebildet. Erst nach dem Auslaufen dieser Stege 8 bildet sich ein einziger, in sich geschlossener Fließkanal 3, welcher letztendlich das Kunststoffprofil 10 als Ganzes ausformt.

In der Düsenplatte 1 sind neben der Düsenöffnung 60 auch noch die Verbindungskanäle 9 für das Temperiermedium, hier wieder Luft dargestellt, die im Inneren der Extrusionsvorrichtung, also hier in der Düsenplatte 1 verlaufen.

In Extrusionsrichtung E nach den Stegen 8 verschweißen die Einzelstränge miteinander zum Kunststoffprofil 10 unter Ausbildung sogenannter Fließnähte.

In Fig. 7 ist eine Detailansicht aus Fig. 6, nämlich des oberen Teils der Extrusionsdüse 60 dargestellt. In Fig. 8 ist der gleiche Ausschnitt als perspektivische Ansicht dargestellt. Die Draufsicht auf den Schnitt ist in Fig. 9 dargestellt.

In die Düsenplatte 1 als Extrusionsvorrichtung sind dabei Temperierkanäle 2 eingearbeitet, die räumlich in unmittelbarer Nähe einer zu extrudierenden Innenwand 13 (siehe Fig. 2) liegen. Diese Innenwand 13 bildet (siehe Fig. 2) die obere Wand der größten Hohlkammer im Extrusionsprofil 10.

Die Schnittansicht liegt im Bereich der Speichen 8 und innerhalb des Temperierkanals 2 und der Zu- und Ableitungen 9 des Temperiermediums. Dabei sind auch auslaufseitige Teile des Fließkanals 3 für das Kunststoffprofil 10 zu erkennen.

Aus Stabilitätsgründen ist der Temperierkanal 2 mäanderförmig ausgebildet (siehe Pfeile in Fig. 9). Um Verstopfungen durch eindringende Schmelze oder Verunreinigungen zu vermeiden, ist der Temperierkanal 2 allseitig geschlossen. Das Verschließen
5 an den Stirnseiten des Dornsegmentes erfolgt hier durch Einpressen eines Verschlusspfropfens 14 aus Kupfer. Da die Speichen 8 vorzugsweise schmal sein sollen, steht für die Zu- und Ableitung des Temperiermediums hier nur eine kleine Bohrung zur Verfügung. Um trotzdem eine ausreichende
10 Temperierwirkung erzielen zu können, ist eine hohe Strömungsgeschwindigkeit des Temperiermediums erforderlich, welche durch einen entsprechenden Druck in der Zuleitung ohne Weiteres erzeugt werden kann. Im Falle von Luft sind Drücke (Überdruck) unter 6 bar, meistens solche unter 1 bar,
15 ausreichend.

Der Wandbereich A bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7, 8 und 9 ist somit ein im Wesentlichen rechteckiger Bereich, durch den der Temperierkanal 2 mäanderförmig verläuft.

20 Wie in den Ausführungsbeispielen gezeigt wurde, genügt es, den betreffenden peripheren Fließkanal 12 der Extrusionsdüse 60 für die Kunststoffschmelze nur bereichsweise zu temperieren, etwa nur auf einer Seite oder auf einer Seite
25 und der Stirnbegrenzung.

Je mehr Wandbereiche A der Fließkanäle 3 von der Temperaturänderung betroffen sind, umso intensiver reagiert der Schmelzedurchsatz auf eine bestimmte Temperaturänderung,
30 z.B. bewirkt eine Temperaturabsenkung um 5°C in den dargestellten Winkelbereichen an der Fließkanalwandung eine Verminderung der Wanddicken (hier PVC) in den zuordenbaren Profilbereichen um etwa 0,1 mm. Wirkt sich die Temperaturabsenkung um 5°C auf beide Seiten und die
35 Stirnbegrenzung des Fließkanals 3 aus, so vermindert sich die Wanddicke um etwa 0,15 mm.

Die Temperierkanäle 2 müssen nicht in der Austrittsplatte 1 angeordnet sein, wie z.T. beschrieben, sondern können auch in weiter stromaufwärts befindlichen Düsenplatten 1B vorgesehen werden. Dabei ist es zweckmäßig, die Temperierkanäle 2 an
5 beiden Enden abzudichten, wodurch eine zusätzliche Auslassbohrung vorgesehen werden muss. Da bevorzugt nur die Zuleitungen 9 für die Steuerung der Temperierintensität herangezogen werden, können mehrere Ableitungen zusammengefasst und in einer einzigen Bohrung oder Ausfräsung
10 in der Trennebene nach außen geführt werden.

In den Fig. 10 bis 12 ist jeweils ein Ausschnitt aus dem Kunststoffprofil 10 mit unterschiedlich dick ausgeformten Wanddicken dargestellt, wobei Fig. 10 das Kunststoffprofil 10
15 mit korrekten Wandstärken aller Profilsektionen 11 zeigt, die entstehen, wenn alle Einflussfaktoren, insbesondere die Extruderparameter und die Fließparameter die korrekten Größen aufweisen.

20 In Fig. 11 sind typische Verformungen schematisch dargestellt, die entstehen, wenn im Bereich der beiden einwandigen Haken 11 die Schmelze vorschiebt, d.h. wenn hier die Fließgeschwindigkeit am Düsenaustritt und damit der örtliche Durchsatz relativ zur Abzugsgeschwindigkeit zu hoch
25 ist. Die überschüssige Schmelze wird am Eintritt der Trockenkalibrierung zur Hohlkammer hin verdrängt und führt zu der „wellenförmigen“ Form der vertikalen Profilwand (siehe Bezugszeichen Z in Fig. 11).

30 Sind im vorliegenden Fall auch die Wanddicken im Bereich der Hohlkammern zu dick, so lässt sich das Kunststoffprofil 10 mit bekannten Maßnahmen in die korrekte Form bringen: Die Abzugsgeschwindigkeit des Kunststoffprofils 10 wird relativ zum Durchsatz der Kunststoffschmelze erhöht. Im gleichen Maße
35 vermindern sich alle Wanddicken, und das Vortreiben der Haken wird vermindert bzw. gänzlich beseitigt.

- Sind hingegen die Wanddicken in den Hohlkammern korrekt oder sogar an der unteren Toleranzgrenze, so kann der Geometriefehler durch Anwendung einer der Ausführungsformen korrigiert werden: Durch die Temperierkanäle 2, die den überfüllten Haken 11 (d.h. einer einwandiger Profilsektion) zugeordnet sind, wird Kühlluft als Temperiermedium geblasen. Durch die Veränderung der Strömungseigenschaften der Kunststoffschmelze in diesem räumlichen begrenzten Bereich wird nur die Wanddicke des Hakens 11 vermindert. Das Verdrängen der überschüssigen Kunststoffschmelze zur Hohlkammer hin wird verhindert, und die vertikale Wand erhält die gewünschte gerade Form, ohne dass hier auch die Wanddicke vermindert wird.
- Durch die beschriebenen Ausführungsformen ist es möglich, die Wanddicke in unterschiedlichen Profilsektionen 11, 13 weitgehend unabhängig voneinander während der Profilextrusion einzustellen und jeweils für sich zu optimieren. Das Ergebnis sind dimensionsrichtige Kunststoffprofile 10, weniger Ausschuss und Kunststoffprofile 10 nahe an der unteren Metergewichtstoleranz, weil unvermeidbare Wanddickenschwankungen an bestimmten Stellen gezielt ausgeglichen werden können.
- In Fig. 12 ist der Querschnitt des Ausschnitts des Kunststoffprofils 10 aus der Fig. 10 dargestellt, wobei im Bereich der beiden Haken 11 zu wenig Material vorhanden ist. Die Wanddicken sind zu dünn, die Flächen verzogen und die Kanten unzureichend ausgeprägt. Funktionsmaße werden nicht eingehalten. Der Ausschnitt aus dem Kunststoffprofil 10 ist nicht maßgetreu.
- Wird die Extrusionsgeschwindigkeit analog zum oben beschriebenen Vorgehen abgesenkt, werden zwar die Hakenbereiche 11 wieder aufgefüllt, gleichzeitig werden aber auch alle übrigen Wanddicken erhöht. Infolge des höheren Metergewichtes wäre diese Extrusion nicht wirtschaftlich.

Mit den beschriebenen Ausführungsformen lässt sich die Wanddicke im Bereich der Haken 11 erhöhen, ohne dass alle übrigen Waddicken erhöht werden: Die Temperaturkanäle 2 werden nunmehr als Heizkanäle eingesetzt. Die analog zu oben zugeführte Luft wird auf eine Temperatur von ca. 300 bis 500°C vorgewärmt. Durch diese Temperaturerhöhung werden räumlich begrenzte Bereiche in den Wandungen der Fließkanäle 12 für die Kunststoffschmelze gezielt erhitzt.

Diese erhöhte Temperatur der Wandung der Fließkanäle 12 vermindert den Fließwiderstand der Kunststoffschmelze und die Strömungsgeschwindigkeit erhöht sich nur in jenen Bereichen, in denen eine erhöhte Temperatur wirksam ist.

Als Ergebnis werden wiederum dimensionsrichtige Kunststoffprofile 10 erhalten, es fällt weniger Ausschuss an und Kunststoffprofile 10 sind nahe an der unteren Metergewichtstoleranz, weil unvermeidbare Waddickenschwankungen an bestimmten Stellen gezielt ausgeglichen werden können.

Fig. 13 zeigt ausschnittsweise die Extrusion eines Kunststoffprofils 10, wobei die Extrusionsrichtung E durch einen Pfeil angegeben ist.

Links ist der Einlaufbereich der Trockenkalibrierung 20, rechts der Auslaufbereich der Extrusionsdüse 60 mit der Austrittsplatte 1 dargestellt. Das Kunststoffmaterial bewegt sich durch den Fließkanal 3 der Extrusionsdüse 60, dann kurz frei im Raum, und links gelangt sie in die Trockenkalibrierung 2.

Gemäß üblicher Extrusionsparameter springt der Kunststoffschmelzestrang nach dem Verlassen der Extrusionsdüse 60 um ca. 20% auf (d.h. das extrudierte Kunststoffprofil 10 weitet sich aus, wie in Fig. 13, 14 und 15 schematisch dargestellt ist), was auf die im Vergleich zur

mittleren Strömungsgeschwindigkeit in der Extrusionsdüse 60 langsamere Abzugsgeschwindigkeit zurückzuführen ist.

In der Austrittsplatte 1A ist ein Temperierkanal 2 zur
5 lokalen Beeinflussung der Wanddicke des
Kunststoffschmelzestrangs 10 dargestellt. In diesem Beispiel
wird der Temperierkanal 2 mit Luft bei Raumtemperatur
beaufschlagt; der Temperierkanal 2 wird also zum Kühlen
verwendet. Über eine Drosselvorrichtung 30, z.B. einen
10 manuell betätigten Hahn, kann der Luftdurchsatz durch den
Temperierkanal 2 eingestellt werden. Bei geschlossener
Drosselvorrichtung 30 strömt keine Luft. Die Wandung des
Fließkanals 3 für den Kunststoffschmelzestrang 10 wird aktiv
nicht gekühlt. Dabei stellt sich in der Extrusionsdüse 30 ein
15 Temperaturgleichgewicht ein und der örtliche
Schmelzedurchsatz im dargestellten Bereich erreicht sein
Maximum.

Führt dieses Maximum zu einer Überfüllung im
20 Kalibratoreinlauf, erkennbar daran, dass der dargestellte
Luftspalt 17 kleiner als etwa 0,1 mm wird und sich die
Schmelze im Zwischenraum zwischen Extrusionsdüse 60 und der
Trockenkalibrierung 20 zurück staut und sich charakteristisch
„ausbaucht“, so kann durch allmähliches Öffnen der
25 Drosselvorrichtung 30, im einfachsten Fall per Hand,
sukzessive die Kühlwirkung erhöht werden, was unmittelbar
eine Verringerung des Schmelzedurchsatzes bewirkt.

Bei den hier beschriebenen Beispielen und Ausführungsformen
30 bzw. Dimensionen beträgt die Ansprechzeit etwa 2 bis 10
Sekunden, längstens ca. 1 Minute, d.h., die Auswirkung einer
Verstellung der Temperierung kann sehr rasch beobachtet
werden und auch das neue Temperaturgleichgewicht der
Extrusionsdüse 60 stellt sich vergleichsweise rasch ein. Ist
35 eine passende Einstellung gefunden, also der örtliche
Durchsatz im jeweiligen Segment an den Sollbereich

herangeführt, verläuft die Produktion über einen langen Zeitraum stabil, solange keine Störgrößen auftreten.

Im Prinzip sind mehr oder weniger alle bekannten
5 Regelungsverfahren verwendbar. Die Wanddicke und / oder der Füllgrad in einer bestimmten Profilsektion 11, ist die Regelgröße und die Eingangsgrößen der Temperiertvorrichtung 2, z.B. die Stellung des Drosselventils in der Drosselvorrichtung 30 und / oder die Temperatur des
10 Temperiermediums sind die Stellgrößen. Die Stellgrößen wirken dann auf die Temperatur der Kanalwand und damit auf den Durchsatz oder die Strömungsgeschwindigkeit.

In Fig. 13 ist eine Temperiertvorrichtung 2 dargestellt, bei
15 der im einfachsten Fall durch händisches Verstellen einer Drosselvorrichtung 30 die Temperatur in der Fließkanalwandung, d.h. dem Wandbereich A, verändert werden kann.

20 Hierzu wird die Wanddicke des Kunststoffprofils 10 durch Augenschein beobachtet oder durch eine geeignete Messvorrichtung 40 gemessen. Die Durchflusssdrossel 30 wird per Hand so eingestellt, dass die Profilsektion 11 die gewünschte Dicke aufweist. Ohne kontinuierlicher Beobachtung
25 oder Messung, also auch ohne weitere Verstellung der Durchflusssdrossel, kann dann über einen längeren Zeitraum extrudiert werden.

Wird diese Anordnung mit einer Regelungsvorrichtung 50 (z.B.
30 einem Regler oder Rechner) erweitert, so kann ein automatischer Regelkreis gebildet werden. Die Messvorrichtung 40 misst ein charakteristisches Maß (Wanddicke, Luftspalt und/oder Ausbauchung etc.). Weicht dieses Maß vom Sollmaß ab, so bewirkt die Regelungsvorrichtung 50 eine Verstellung der
35 Durchflusssdrossel. Messung und Verstellung erfolgen laufend und selbsttätig, man spricht daher von einer Regelung.

Alternativ kann anstelle des Durchsatzes des Temperiermediums auch dessen Temperatur verstellt werden.

Wird die Wanddicke elektronisch erfasst, so können geeignete
5 Algorithmen digital eingebunden werden und die Stellgrößen
entsprechend beaufschlagt werden. Insgesamt ist hierbei aber
ein gewisser Aufwand notwendig, da Messvorrichtungen 40 für
Wanddicken, elektrisch ansteuerbare Verstellglieder etc.
typischerweise für 4 bis 8 Profilsektionen benötigt werden.

10 Dabei müssen enge Prozessgrenzen eingehalten werden. Wird nur
an einer Stelle kurzzeitig die „maximal verträgliche“
Wanddicke überschritten, so führt das unweigerlich zu einem
Abriss des Kunststoffprofils 10. Bis zum neuerlichen Anfahren
15 und dem Erreichen aller Qualitätsparameter können mehrere
Stunden Arbeit erforderlich sein.

Die Regelgröße Wanddicke kann auf unterschiedliche Arten
erfasst werden: Eine direkte Messung der Wanddicke kann durch
20 eine Ultraschall-, optische bzw. Lasermessung erfolgen. Des
Weiteren kann auch der Abstand (Luftspalt) zwischen
Kunststoffprofil 10 und Kalibratorwandung als Messgröße
herangezogen werden, wofür ebenfalls die genannten
Messverfahren eingesetzt werden können. Die Messverfahren
25 können auch in Kombination miteinander verwendet werden.

Als vergleichsweise einfach erzeugbares Messsignal kann auch
ein Differenzdruck, z.B. der Rückstaudruck bei Beaufschlagung
des Luftspaltes mit einem bestimmten Ausgangsdruck, verwendet
30 werden. Das Messsignal, der Rückstaudruck, ändert sich mit
der Spaltweite (siehe z.B. Fig. 14), welche zum Abströmen des
Temperiermediums (z.B. Luft) zur Verfügung steht: Liegt das
Material unmittelbar an einer Auslassöffnung 15 für die
Messluft an, wird diese verschlossen und der Rückstaudruck
35 erreicht sein Maximum. Wird der Spalt größer, sinkt der
Staudruck.

Auch eine mechanische Messung ist gut als Messgröße geeignet:
Ein Messtaster liegt an der Oberfläche des Kunststoffprofils
10 an und misst Wanddickenschwankungen. - Es ist im Prinzip
gar nicht notwendig, exakte Zahlenwerte für die Wanddicke zu
5 kennen, letztendlich ist es nur wichtig, einen als zulässig
bzw. optimal definierten Zustand durch die Regelung
beizubehalten.

Das Messen der Wanddicke kann im Prinzip an beliebigen
10 Stellen, irgendwo stromabwärts der Extrusionsdüse 30,
erfolgen:

- Erfolgt die Messung im Zwischenraum zwischen
Extrusionsdüse 60 und der Trockenkalibrierung 20 oder im
15 Einlaufbereich der ersten Trockenkalibrierung 20, so ist
das endgültige Geschwindigkeitsprofil, also die konstante
Geschwindigkeit aller Schmelzeteilchen entsprechend der
Abzugsgeschwindigkeit noch nicht voll ausgebildet und es
liegen lokal noch größere Abweichungen vor, das heißt
20 insbesondere, dass z.B. einwandige Profilsektionen 11
(z.B. Hakensektionen) charakteristische Ausbauchungen
bilden und dass beim Einstellen der Fluchtung von
Extrusionsdüse 60 und Trockenkalibrierung 20 diese
Ausbauchung vergleichsweise große Verlagerungen oder
25 Formänderungen erfahren kann. Obwohl an einer derartigen
Stelle keine gute Übereinstimmung mit der Profilgeometrie
vorliegt, kann diese Ausbauchung ein geeignetes Messsignal
liefern, welches als Regelgröße verwendet werden kann.
- 30 - Nach dem Vorliegen des Sollzustandes durch das Einstellen
diverser Parameter soll dieser Zustand durch die Regelung
lediglich aufrecht erhalten bleiben. D.h., wird die
Ausbauchung kleiner, ist dies ein Zeichen für eine
kleinere Wanddicke und es soll durch Erhöhen des lokalen
35 Durchsatzes dagegen geregelt werden. D.h. aber auch, wenn
manuelle oder automatische Verstellungen vorgenommen
werden, z.B. zum Einstellen der Fluchtung zwischen Düse

und Kalibrierung 20, muss vorübergehend die Regelung abgeschaltet werden, um unerwünschte Reaktionen zu vermeiden. Nach dem Aktivieren der Regelung muss diese lediglich den momentan aktuellen Zustand aufrechterhalten, und nicht bestimmte Absolutwerte annähern.

- Erfolgt die Messung der Regelgröße im Bereich der Trockenkalibrierung 20, stromabwärts nach dem Einlaufbereich, entspricht die Profilform weitgehend dem Endprodukt. Absolutmaße der Wanddicke oder des Spaltes korrelieren exakt mit der Profilgeometrie, daher eignen sich diese optimal als Regelgröße. Erfolgt die Messung indirekt über den Rückstaudruck, so erfolgt eine Überlagerung mit dem „angelegten Vakuum in der Kalibrierung“. Das bedeutet auch hier, dass der Rückstaudruck nicht als Absolutgröße angenähert werden soll/darf, sondern dass die Regelung nur zum Aufrechterhalten eines Sollzustandes eingesetzt werden kann.
- Die Messung der Regelgröße kann prinzipiell auch am Ende des Extrusionsprozesses, also nach dem Abkühlen des Kunststoffprofils 10 und dem Erreichen der Endkontur erfolgen, z.B. nach dem Ablängen der Profilstangen (z.B. durch Abtasten der Stirnflächen oder Einscannen der Stirnflächen oder Messung der Außenkontur des gesamten Profils mittels Laser-Messverfahren und anderen Verfahren). Nachteilig hierbei ist jedoch der große zeitliche Abstand zwischen Verstellen und Wirksamwerden in der Extrusionsdüse 60 und Messung der Regelgröße (praktisch ca. 5 bis 10 min), so dass zwischenzeitliche Fehleinstellungen nicht ausgeregelt werden können und dass im Extremfall Profilabrisse in Kauf genommen werden müssen.

In Zusammenhang mit Fig. 14 wird eine einfache, selbstregelnde Anordnung beschrieben. Das Besondere hierbei

ist, dass weitgehend, oder sogar gänzlich, auf eine elektronische Erfassung der Messgröße und/oder auf einen elektronischen Regelkreis und/oder auf eine elektronische Ansteuerung der Stellglieder und dem damit verbunden
5 Installationsaufwand verzichtet werden kann.

Die Messgröße ist der Rückstaudruck im einlaufseitigen Luftspalt 17 der Trockenkalibrierung 20. Die Wanddicke der Profilsektion 11 wird indirekt erfasst. Wird der Spalt 17
10 zwischen Kunststoffprofil 10 und der Kalibratorwand mit geringem Überdruck (weniger als 1 bar, meistens weniger als 0,2 bar) beaufschlagt, so entsteht ein Rückstaudruck. Dieser Rückstaudruck ist umso größer, je kleiner der Spalt ist, also je größer die Wanddicke des Kunststoffprofils 10 ist. Mit
15 diesem Rückstaudruck wird ein Stellglied beaufschlagt, welches den Durchsatz des Temperiermediums im gewünschten Sinn ändert.

Als Stellglied kann ein Schieber dienen, der die
20 Strömungsgeschwindigkeit des Temperiermediums beeinflusst. Die Extrusionsdüse 60 ist in diesem Beispiel so abgestimmt, dass im Ausgangszustand die Sollwanddicke dann erreicht wird, wenn der Temperierkanal 2 mit einer durch den Schieber teilweise gedrosselten Strömungsgeschwindigkeit durchströmt
25 wird. Damit steht ein hinreichend großer Regelspielraum zur Verfügung.

Sowohl der Temperierkanal 2 als auch die Auslassöffnung 15 für die Messluft werden mit einem Luftstrom 16 beaufschlagt.
30 Zunächst wird durch manuelles Verstellen der Drosselvorrichtung 30 die gewünschte Dicke eingestellt, dann wird die Regelung aktiviert. Sobald sich der Druck in der Messleitung ändert, wird die Drossel 30 infolge des Druckes bzw. direkt durch diesen Druck solange verstellt, bis wieder
35 der gleiche Druck wie bei Aktivierung der Regelung vorliegt. Eine aufwändige Regelung mit einem Rechner ist nicht erforderlich. Die Drosselvorrichtung 30 kann für diesen Zweck

ähnlich wie ein Servoventil aufgebaut sein. Für die Ansteuerung ist kein elektrisches Signal notwendig, die Verstellung erfolgt durch das strömende Medium selbst.

- 5 Als Messsignal dient indirekt der Rückstaudruck, je größer der Spalt, umso kleiner ist der Staudruck.

Im vorliegenden Fall soll bei dicker werdender Wanddicke, also kleiner werdendem Spalt an der Messstelle und höher
10 werdendem Rückstaudruck, die Profilsektion 11 in der Austrittsplatte 1 der Extrusionsdüse 60 gekühlt werden. D.h., der Durchsatz der Kühlluft als Temperaturmedium ist zu erhöhen, das Stellglied muss Öffnen.

- 15 Ist im umgekehrten Fall die Wanddicke zu klein, so muss dass Stellglied als Reaktion auf den kleiner werdenden Rückstaudruck den Durchsatz vermindern, also Schließen.

Die Ausgangssituation des Stellgliedes (Drosselvorrichtung
20 30) kann manuell eingestellt werden, z.B. über eine Stellschraube, welche zwischen der automatischen Verstellung und dem eigentlichen Stellglied, dem Schieber, angeordnet ist.

- 25 Die skizzierte Regelstrecke kann mit einfachsten Hilfsmitteln bezüglich des Ansprechverhaltens angepasst werden. Je stärkere Ausschläge gewünscht werden, umso höher muss (bei Raumtemperatur) der maximal zur Verfügung stehende Eingangsdruck bzw. die Strömungsgeschwindigkeit im
30 Temperierkanal 2 sein. Je direkter die Regelstrecke ansprechen soll, umso höher muss der Druck des abgezweigten Mess-Luftstromes sein.

Verschiedene Regelstrecken können parallel von einer einzigen
35 Luftversorgung in Form eines Gebläses beaufschlagt werden. Weil bereits ein vergleichsweise kleines Gebläse (Motorleistung 300 W, Maximaldruck +0,2 bar (zum Vergleich

Haushaltsstaubsauger: Motorleistung 1,8 kW, maximaler Saugdruck -0,2bar)) ausreicht, um bis zu 10 Segmente ansteuern zu können, wobei auch dann noch keinesfalls die gesamte Gebläseleistung durch die Temperierkanäle 2 strömen muss, ist eine gegenseitige Beeinflussung nicht zu befürchten bzw. lediglich tolerierbar klein.

Bei der in Fig. 15 dargestellten Ausführungsvariante einer einfachen Regelung dient wiederum der Rückstaudruck bei Beaufschlagung eines Luftspaltes 17 in der Trockenkalibrierung 20 als Messgröße. Die Messstelle 15, die mit dem Messluftstrom 16 beaufschlagt wird, ist jetzt etwa im Mittelbereich der ersten Trockenkalibrierung 20 (in Extrusionsrichtung E gezählt). Dies hat den Vorteil, dass der Rückstaudruck nicht durch die Relativposition von Trockenkalibrierung 20 zur Extrusionsdüse 60 beeinflusst wird, sondern lediglich durch das Vakuum in der Trockenkalibrierung 20, welches üblicherweise ohnehin auf einem konstanten Niveau gehalten wird.

Auch hierbei kann die korrekte Ausformung des Profilsegmentes 11 zunächst manuell eingestellt werden. Diesem Zustand entspricht in der Folge ein bestimmter Rückstaudruck. Wird die Regelung dann aktiviert, wird dieser Rückstaudruck automatisch beibehalten.

Tritt eine Abweichung vom Sollwert auf, weil sich infolge einer Veränderung der Wanddicke der Profilsektion 11 der Luftspalt verändert, so wird ein Stellglied, in diesem Beispiel ein Drosselorgan 30, beaufschlagt, wodurch der Luftdurchsatz durch den Temperierkanal 2 verändert wird. Der Strömungsquerschnitt im Drosselorgan 30 wird solange vergrößert bzw. verkleinert, bis der Rückstaudruck wiederum auf dem Ausgangsniveau beim Aktivieren der Regelung ist.

Diese Erfindung ist nicht auf Fensterprofile aus PVC oder sonstige Profile aus beliebigen Kunststoffen beschränkt.

Selbstverständlich ist eine Anwendung bei anderen Extrusionsprofilen, wie der Rohrextrusion oder Blasfolienextrusion, bei der Extrusion von Flachprodukten mit Breitschlitzdüsen (Flachfolien oder -platten) und anderen Extrusionsvorgängen sinnvoll. Bei diversen Extrusionsverfahren werden Dickenverstellungen durch mechanisches Verstellen des Austrittsspalt, der Spalthöhe, oder der Spalthöhe in einem etwas stromaufwärts gelegenen Bereich durchgeführt, um die Dicke des Extrudates bereichsweise an den Sollwert heranzuführen. Sehr häufig werden hierfür auch Regelungen eingesetzt. Anstelle der verbreiteten mechanischen Verstellung der Spalthöhe in bestimmten Breitensektionen des Extrudates bewirkt auch die Veränderung der Temperatur der Fließkanalwandung in bestimmten Breitensektionen gemäß dieser Erfindung den gewünschten Effekt.

In Fig. 16 und 17 ist eine weitere Ausführungsform einer Extrusionsvorrichtung mit einer lokalen Temperiervorrichtung 2 dargestellt.

Der Unterschied zu den bisher erläuterten Ausführungsformen besteht darin, dass sich der Wandbereich, in dem die lokale Temperierung erfolgt, vorwiegend in die Breite erstreckt und weniger in die Länge (d.h. entlang der in Extrusionsrichtung E). Auch strömt das Temperiermittel nicht in Extrusionsrichtung E, sondern quer zu dieser, also in Plattenebene.

Die Erhöhung der Temperatur im Austrittsbereich der Düse führt zu einer Erhöhung des Glanzes der Oberfläche. Daher ist es vorteilhaft, den Austrittsbereich der Düse über die Düsentemperatur hinaus zu überhitzen.

Bei dieser Ausführungsform überdeckt der zu temperierende Wandbereich des Fließkanals A die gesamte Breite einer Außenwand des Kunststoffprofils 10. Im Unterschied zu den

bisher beschriebenen Ausführungsformen weist der Temperierkanal eine größere Erstreckung quer zur Extrusionsrichtung E und eine geringere Erstreckung in Extrusionsrichtung E auf. Der Zweck hierfür ist, dass z.B.

5 eine Temperaturerhöhung des Wandbereiches nicht zu einer sehr deutlichen Erhöhung der Wanddicke führen soll. Es soll vorwiegend nur die äußerste Oberfläche der Schmelze erwärmt werden, denn dadurch erhöht sich auch der Glanz an der Oberfläche des austretenden Profils, was für manche

10 Anwendungen erwünscht ist. Umgekehrt kann auch der Glanz durch eine tiefere Temperatur etwas gesenkt werden. Der Temperierkanal 2 zur Beeinflussung der Fließkanalwandtemperatur ist bei dieser Ausführungsform nur in der Düsenaustrittsplatte 1A angeordnet und weist eine

15 Erstreckung in Extrusionsrichtung, parallel zur Fließkanaloberfläche, im Minimum von etwa 5 mm auf, und als Obergrenze die Dicke der Düsenplatte 1A, bevorzugt ca. 6 bis 10 mm. Der Zu- und Ablauf 9 für das Temperiermedium liegen bevorzugt in einer Ebene parallel zur Plattenebene, das

20 Temperiermedium durchströmt den Temperierkanal im Wesentlichen quer zur Extrusionsrichtung E.

In Fig. 18 ist eine Düsenplatte 1 im Ausschnitt dargestellt, wobei diese mit zwei lokalen Temperiertvorrichtungen 2

25 versehen sind, wie dies im Zusammenhang mit den anderen Ausführungsbeispielen bereits beschrieben wurde. In dem dargestellten Schnitt sind zwei Zuläufe 9 für das Temperiermedium zu den lokalen Temperiertvorrichtungen 2 dargestellt. In Fig. 19A ist der Schnitt gemäß Fig. 18 in

30 einer perspektivischen Ansicht dargestellt. In Fig. 19B ein vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 19A im Bereich der lokalen Temperiertvorrichtung 2 dargestellt.

In der dargestellten Ausführungsform weisen die Zuläufe 9 für

35 das Temperiermedium eine thermische Isoliervorrichtung 70 auf, die für einen erhöhten Wärmeübergangswiderstand entlang des Zulaufs 9 sorgt. Hier weist die thermische

Isoliervorrichtung 70 einen Luftspalt auf. Dazu wird die Bohrung für den eigentlichen Zulauf 9 etwas größer dimensioniert, so dass ein temperaturbeständiger Kunststoffschlauch oder ein Metallrohr als Fluidleitung 71 in
5 der Bohrung angeordnet werden kann. Die Fluidleitung 71 hat einen geringeren Durchmesser als die umgebende Bohrung, so dass ein Luftspalt um die Fluidleitung 71 entsteht. Das Temperiermedium fließt durch die Fluidleitung 71 zur lokalen Temperiertvorrichtung 2 (siehe insbesondere Fig. 19B).

10

Durch den Luftspalt 70 wird die Fluidleitung 71 thermisch gegen die Umgebung, d.h. die Düsenplatte isoliert. Dadurch wird der Wärmeaustausch zwischen Temperierflüssigkeit und der Düsenplatte erschwert, so dass die Temperierflüssigkeit
15 geringeren Temperaturverlusten ausgesetzt wird. An der eigentlichen Wirkstelle, d.h. der lokalen Temperiertvorrichtung 2 liegt ein höherer Temperaturgradient an, als wenn keine Isoliervorrichtung 70 verwendet wird. Damit lässt sich die Temperaturänderung an der Düsenwand
20 effizient steuern und regeln.

Wird die Temperatur und / oder die Strömungsgeschwindigkeit verändert, so verändert sich das Temperaturfeld der Düsenplatte 1. Dies kann z.B. zwischen 5 bis 30 Minuten
25 dauern, was relativ lange ist. Durch die thermische Isoliervorrichtung 70 wird die Düsenplatte 1 gegen thermische Einflüsse durch das Temperierfluid besser isoliert.

In den Fig. 18, 19A und 19B wird die thermische Isoliervorrichtung 70 durch einen Luftspalt gebildet. In
30 anderen Ausführungsformen kann die thermische Isoliervorrichtung auch anders ausgeführt werden. So ist es möglich, einen temperaturbeschichteten Kunststoffschlauch als Fluidleitung 71 ohne Luftspalt in eine Bohrung des Zulaufs 9
35 zu legen. Wenn die Wandung dick genug ist und / oder das Kunststoffmaterial eine hinreichend schlechte Wärmeleitung aufweist, so kommt es auf den Luftspalt nicht an.

Grundsätzlich können auch mehrere Wärmedämmmittel verwendet werden, z.B. ein Luftspalt 70 in dem ein isoliertes Metallrohr angeordnet ist.

- 5 Diese Ausführungsform mit einer thermischen Isoliervorrichtung 70 kann mit allen anderen beschriebenen Ausführungsformen eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Düsenplatte (z.B. Teil eines Extrusionswerkzeugs)
5	1A	Austrittsplatte (erste Platte)
	1B	zweite Düsenplatte
	2	lokale Temperiereinrichtung (z.B. Temperierkanal, elektrisches Thermoelement)
	3	Fließkanal für Kunststoffschmelze
10	4	Einlassöffnung für Temperiermedium
	5	Auslassöffnung für Temperiermedium
	6	Luftspalt
	7	Dornanteile
	8	Stege
15	9	Zulauf/Ablauf für Temperiermedium
	10	extrudiertes Kunststoffprofil
	11	einwandige Profilsektion
	12	Fließkanal für einwandige Profilsektion
20	13	Innenwand eines Hohlkammerprofils
	14	Verschlussstopfen für Temperierkanal
	15	Auslassöffnung für Messluft
	16	Zuleitung für Messluft
	17	Luftspalt in Trockenkalibrierung
25		
	20	Trockenkalibrierung
	30	Drosselvorrichtung
	40	Messvorrichtung
	50	Regelungsvorrichtung (Rechner)
30	60	Extrusionsdüse
	70	Thermische Isoliervorrichtung
	71	Fluidrohr
	A	zu temperierender Wandbereich des Fließkanals
	Z	Detail einer Profilsektion

Patentansprüche:

1. Extrusionsvorrichtung für die Extrusion von
5 Kunststoffprofilen (10), insbesondere eine Düsenplatte
(1), mit mindestens einem Fließkanal (3, 12) für
Kunststoffschmelze,

dadurch gekennzeichnet, dass
10
mindestens ein Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12)
mit einer lokalen Temperiertvorrichtung (2) zur
Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit der
Kunststoffschmelze gezielt temperierbar ist.
15
2. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass der mindestens eine
Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12) bis zu 30°C
oberhalb oder unterhalb der mittleren Temperatur einer
20 Extrusionsdüse (60) temperiert wird.
3. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die lokale
Temperiertvorrichtung (2) in räumlicher Nähe zum
25 mindestens einen Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12)
angeordnet ist, insbesondere in der Nähe der
Austrittsöffnung der Extrusionsdüse (60).
4. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der
30 vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass der zu temperierende
mindestens eine Wandbereich (A) zwischen 0 bis 100 mm
stromaufwärts vom Austritt der Extrusionsdüse (60)
angeordnet ist und / oder der mindestens eine
35 Wandbereich (A) eine Längendimension von etwa 20 bis 80
mm und / oder eine Breitendimension von etwa 3 bis 20 mm
aufweist.

5. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine zu temperierende Wandbereich (A) in der Düsenaustrittsplatte (1A) unmittelbar stromaufwärts vom Austritt der Extrusionsdüse (60) angeordnet ist und der mindestens eine Wandbereich (A) eine Dimension in Extrusionsrichtung von 5 bis 20 mm, bevorzugt 6 bis 10 mm, und eine Dimension quer zur Extrusionsrichtung von etwa 20 bis 150 mm, bevorzugt über die gesamte Breite der zugeordneten Profilfläche, aufweist.
6. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lokale Temperiertvorrichtung (2) mindestens einen Temperierkanal, mindestens ein elektrisches Heizmittel, insbesondere eine Induktions- oder Widerstandsheizung und / oder mindestens ein thermoelektrisches Element aufweist.
7. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Temperierkanal (2) von einem Temperiermedium, insbesondere Raumluft, kalter und / oder erhitzter Luft, einem Gas und / oder einer Flüssigkeit durchströmbar ist, wobei die Durchströmung mit einer Flüssigkeit insbesondere in einem geschlossenen Kreislauf und die Durchströmung mit einem Gas in einem offenen Kreislauf erfolgt.
8. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das gekühlte Temperiermedium, im Fall von Gas eine Temperatur zwischen -50 bis 30°C und im Fall von Flüssigkeit eine Temperatur zwischen 15 und 180 °C aufweist, wobei insbesondere nur die Austrittszone der Extrusionsdüse (60) gekühlt wird.

9. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erhitzte Temperiermedium, im Fall von Gas eine Temperatur zwischen 250 bis 500°C und im Fall von Flüssigkeit eine Temperatur zwischen 200 und 280 °C aufweist, wobei insbesondere nur die Austrittszone der Extrusionsdüse (60) geheizt wird.
10. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Temperierkanal (2) eine Breitenerstreckung entsprechend der Breitendimension des zugeordneten Wandbereichs (A) des Fließkanals (3, 12) aufweist, und / oder dass die Spalthöhe des mindestens einen Temperierkanals (2) zwischen 0,3 bis 5 mm, bevorzugt bis 2 mm, beträgt.
11. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass die lokale Temperiertvorrichtung (2) gegenüber der Extrusionsdüse (60), insbesondere einer Düsenplatte (1) mit einem Luftspalt (6) und / oder mittels einer wärmedämmenden Zwischenlage wärmetechnisch isoliert ist, so dass an der Oberfläche des Fließkanals (3, 12) höhere Temperaturdifferenzen wirksam werden.
12. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Kopplung mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung (50) zur Ansteuerung der lokalen Temperiertvorrichtung (2) zur Beeinflussung einer Wanddicke des Kunststoffprofils (10), wobei mindestens eine Messgröße die Wanddicke, die Spaltbreite in einer Kalibrierungsvorrichtung (20), eine räumliche Ausdehnung des Kunststoffprofils (10) nach dem Verlassen der Extrusionsdüse (60) und / oder ein gemessener Rückstaudruck in der Kalibrierungsvorrichtung (20) ist.

13. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit, die Durchflussmenge, der Druck und / oder die Temperatur des Temperiermediums, insbesondere Luft, vor dem Einlauf in die Temperiervorrichtung (2) gezielt einstellbar ist.
14. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Steuer- oder Regelvorrichtung (50) zur zeitlichen Veränderung der Temperatur des mindestens einen Wandbereichs (A) des Fließkanals (3, 12), insbesondere zur Einstellung eines kontrolliert langsamen Temperaturübergangs von 5 bis 15 K/min.
15. Extrusionsvorrichtung nach mindesten einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Drosselvorrichtung (30) zur gezielten Einstellung des Durchsatzes des Temperiermediums, wobei die Drosselvorrichtung (30) insbesondere mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung koppelbar ist.
16. Extrusionsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine thermische Isoliervorrichtung (70) für das Temperiermedium für mindestens einen Teilbereich in der Düsenplatte (1).
17. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Isoliervorrichtung (70) einen Luftspalt (71) und / oder ein Isoliermaterial aufweist.
18. Extrusionsverfahren von Kunststoffprofilen (10), mit mindestens einem Fließkanal (3, 12), insbesondere in einer Düsenplatte (1), für Kunststoffschmelze, wobei die

Kunststoffschmelze im mindestens einen Fließkanal (3, 12) zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit an mindestens einem Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12) durch eine lokale Temperiereinrichtung (2) temperiert wird.

19. Extrusionsverfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12) 30°C oberhalb oder unterhalb der mittleren Temperatur der Extrusionsdüse (60) temperiert wird.

20. Extrusionsverfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Temperierkanal (2) von einem Temperiermedium, insbesondere Luft bei Raumtemperatur, gekühlter und / oder erhitzter Luft, einem Gas und / oder einer Flüssigkeit durchströmbar wird, wobei die Durchströmung mit einer Flüssigkeit insbesondere in einem geschlossenen Kreislauf und die Durchströmung mit einem Gas in einem offenen Kreislauf erfolgt.

21. Extrusionsverfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das gekühlte Temperierfluid, insbesondere Gas, eine Temperatur zwischen -50 bis 30°C, insbesondere Raumtemperatur aufweist, wobei insbesondere nur die Austrittszone der Extrusionsdüse (60) temperiert wird.

22. Extrusionsverfahren nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 21, gekennzeichnet durch eine Steuerung oder Regelung der Ansteuerung der lokalen Temperiereinrichtung (2) zur Beeinflussung einer Wanddicke des Kunststoffprofils (10), wobei mindestens eine Messgröße die Wanddicke, die Spaltbreite in einer Kalibrierungsvorrichtung (20), eine räumliche Ausdehnung des Kunststoffprofils (10) nach dem Verlassen der

51

Extrusionsdüse (60) und / oder ein gemessener
Rückstaudruck in der Kalibrierungsvorrichtung (20) ist.

23. Extrusionsverfahren nach mindestens einem der Ansprüche
18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die
Strömungsgeschwindigkeit, die Durchflussmenge, der Druck
und / oder die Temperatur des Temperiermediums,
insbesondere Luft, vor dem Einlauf in die
Temperiertvorrichtung (2) gezielt eingestellt wird.

10

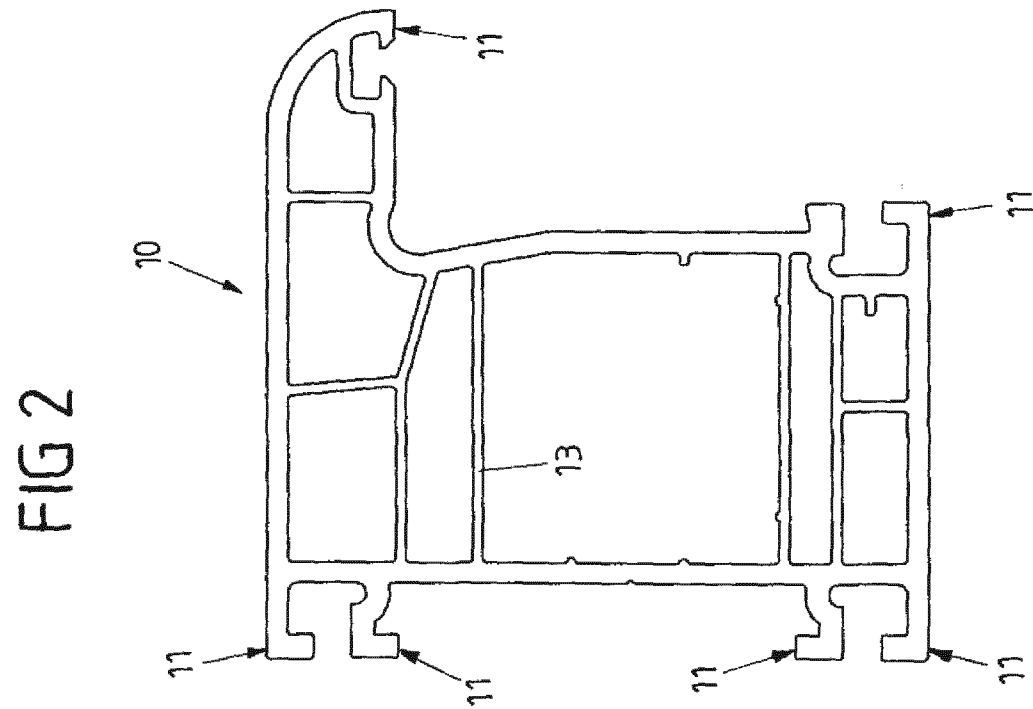
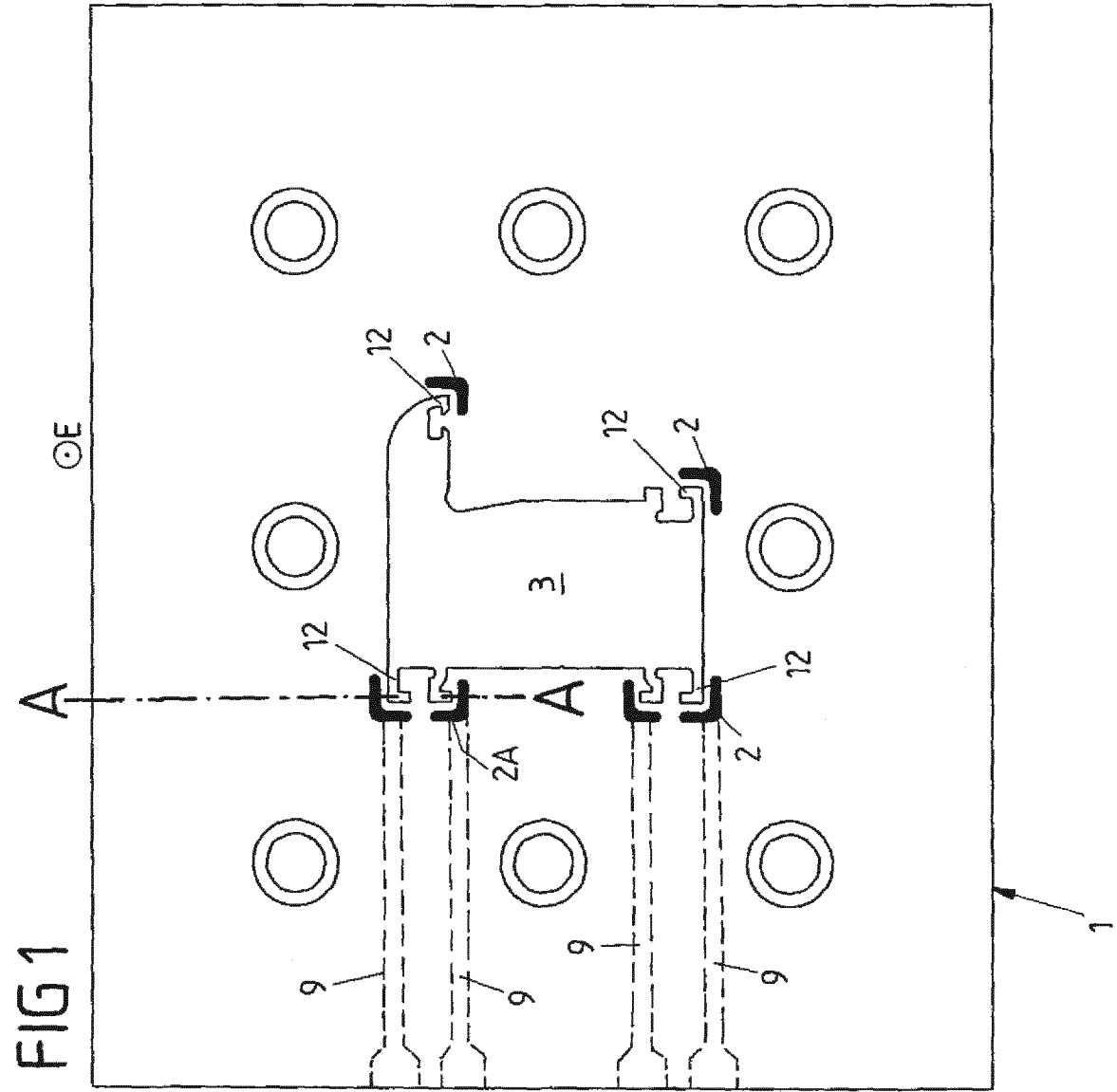


FIG 3

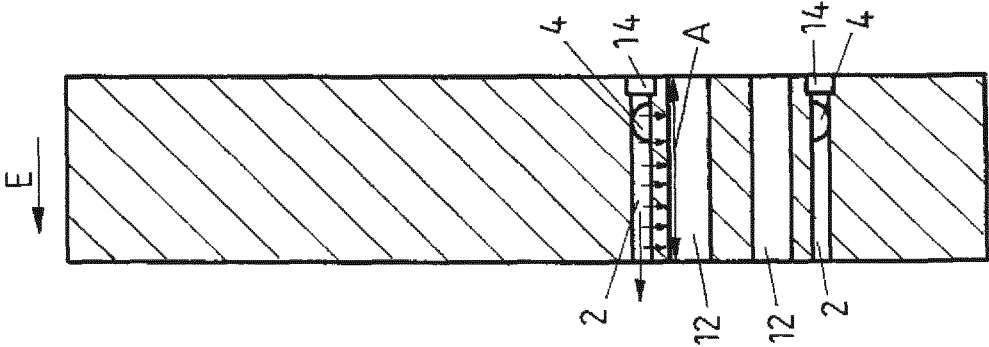


FIG 4

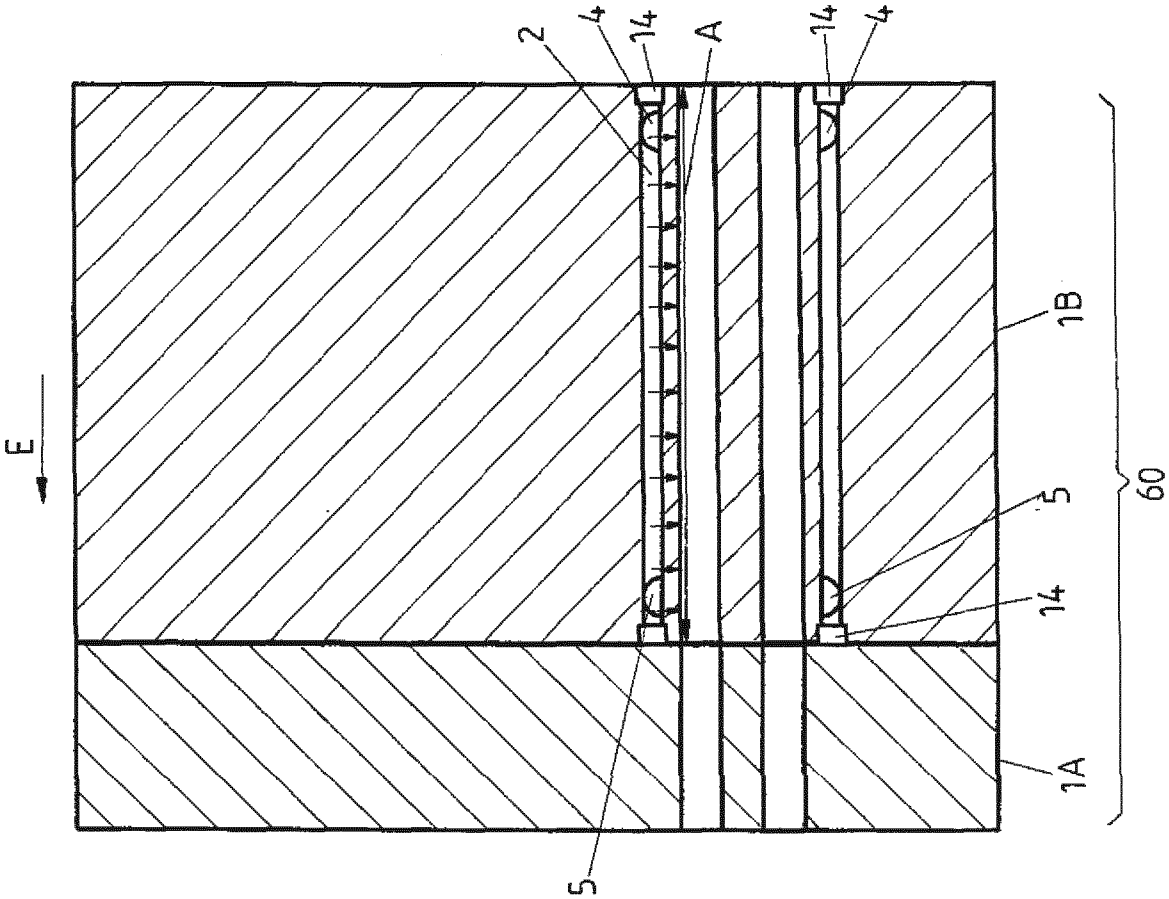
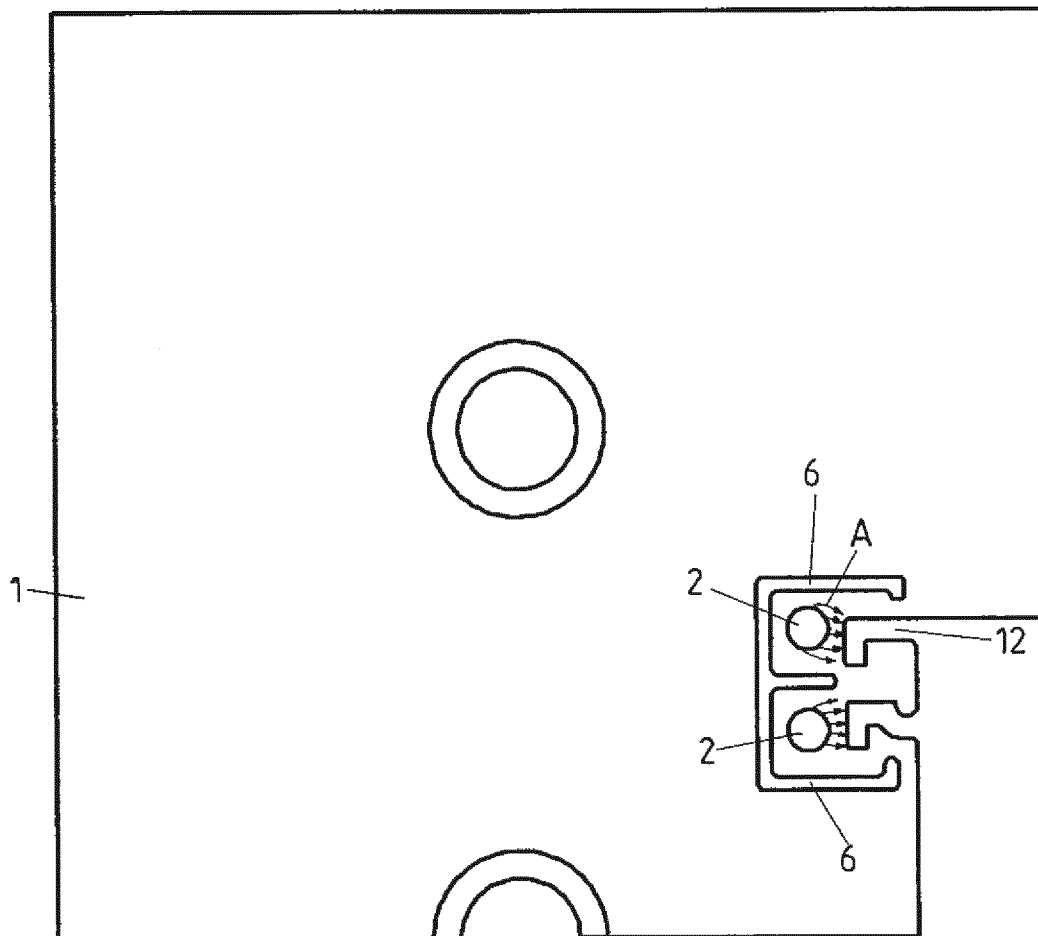


FIG 5



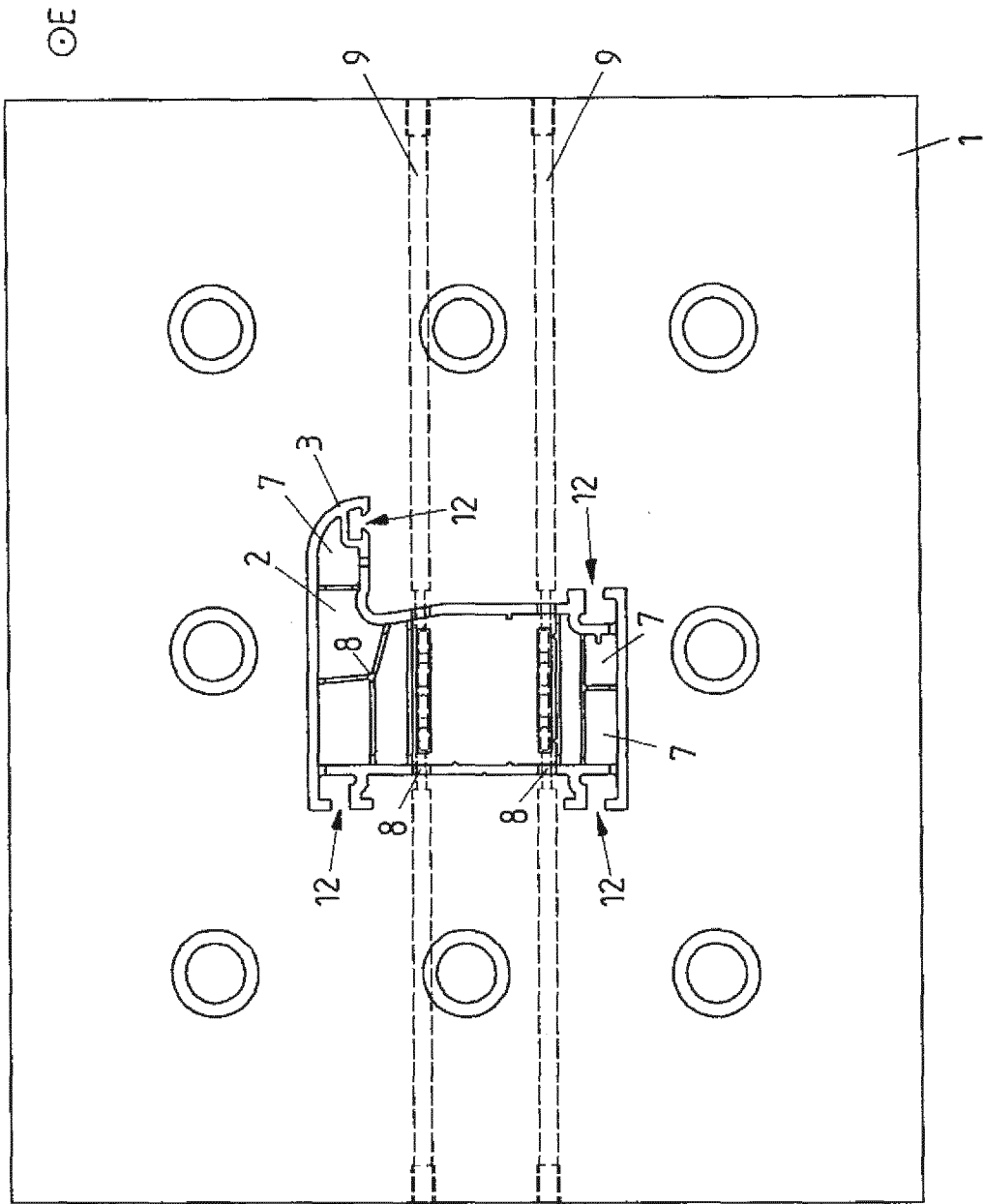


FIG 6

FIG 7

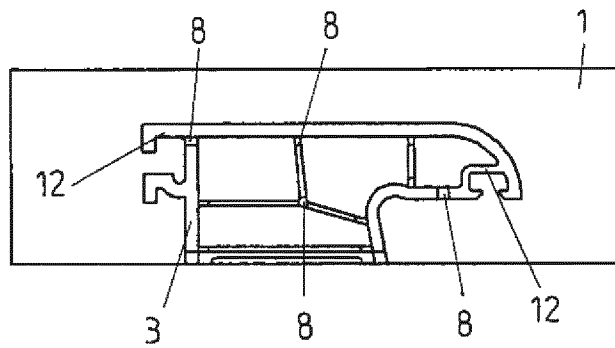


FIG 8

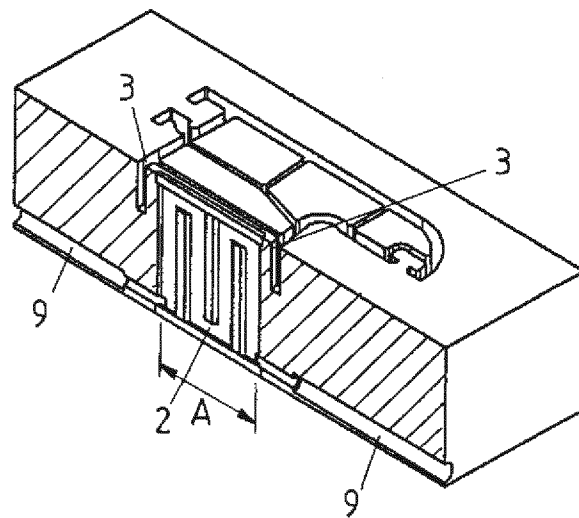


FIG 9

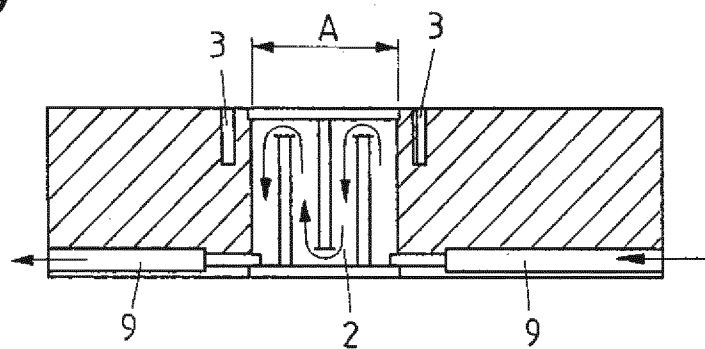


FIG 10

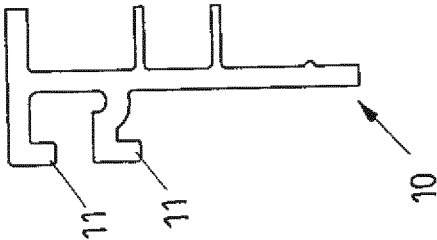


FIG 11

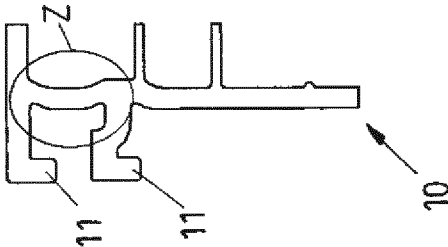
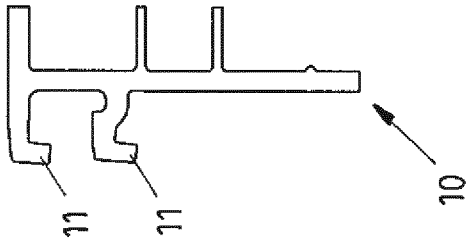


FIG 12



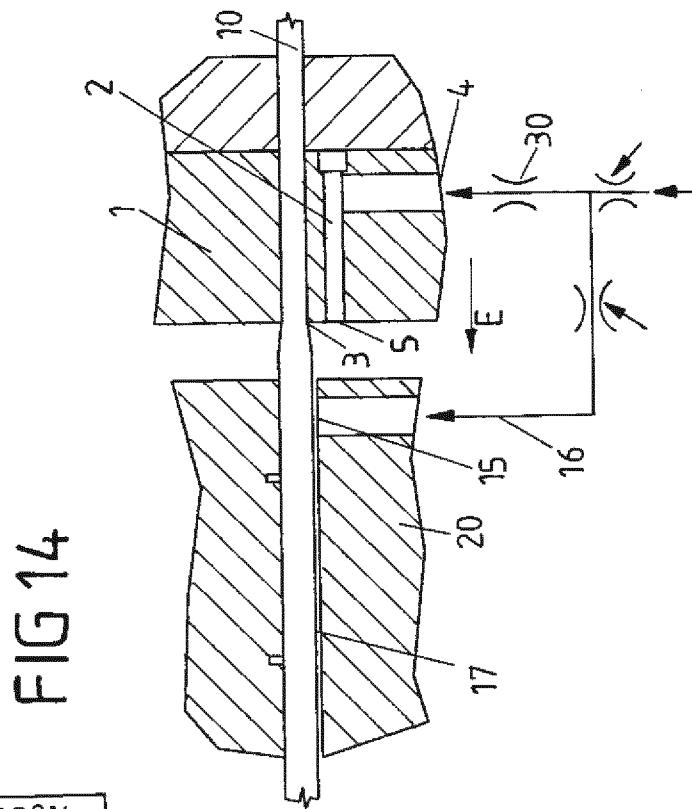
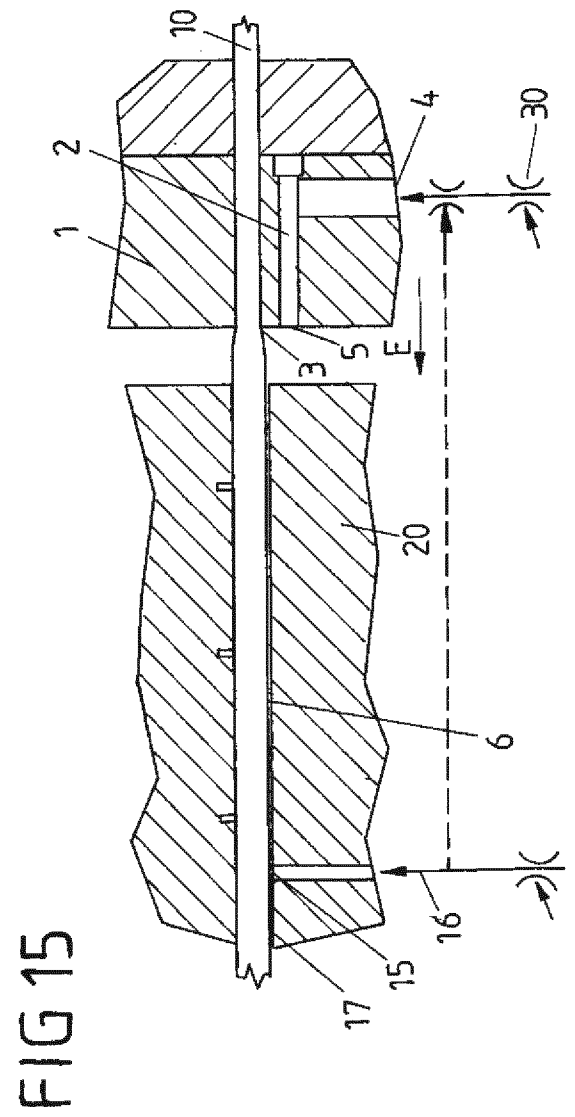
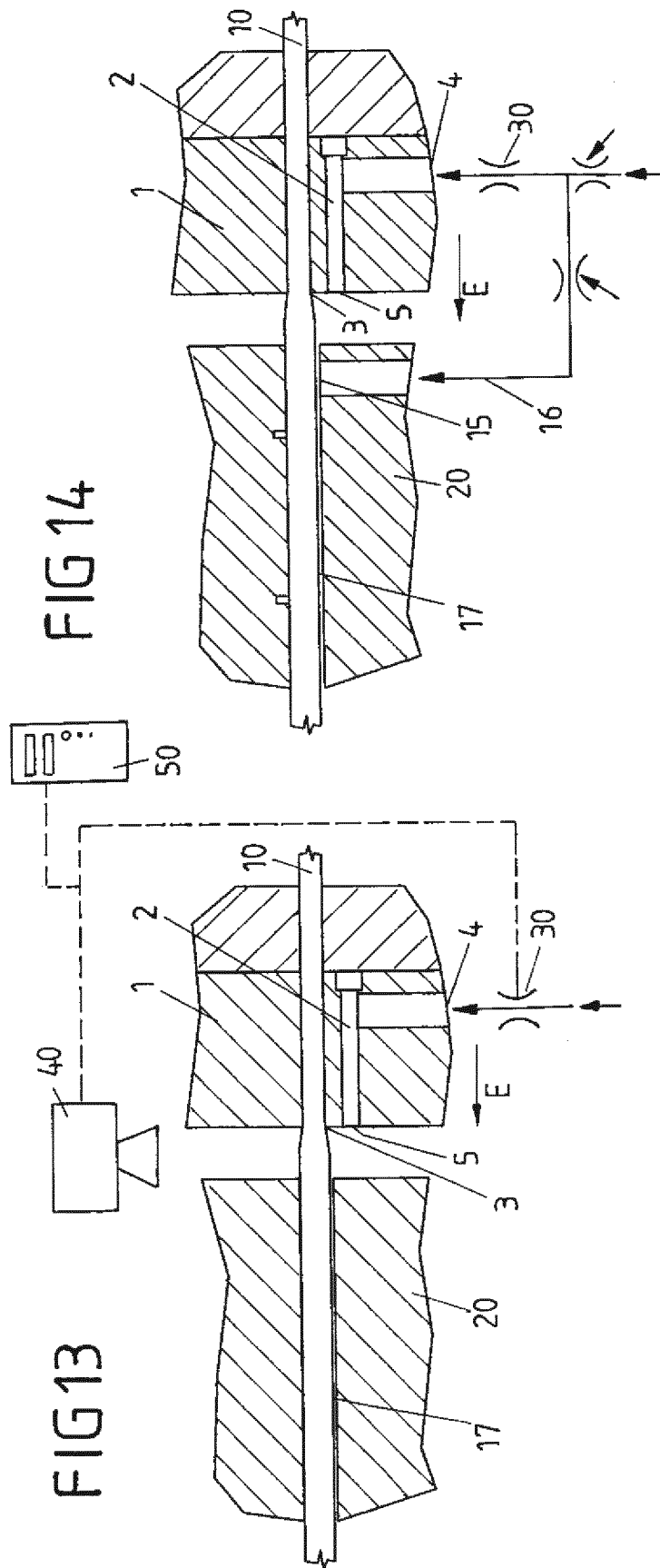


FIG 16

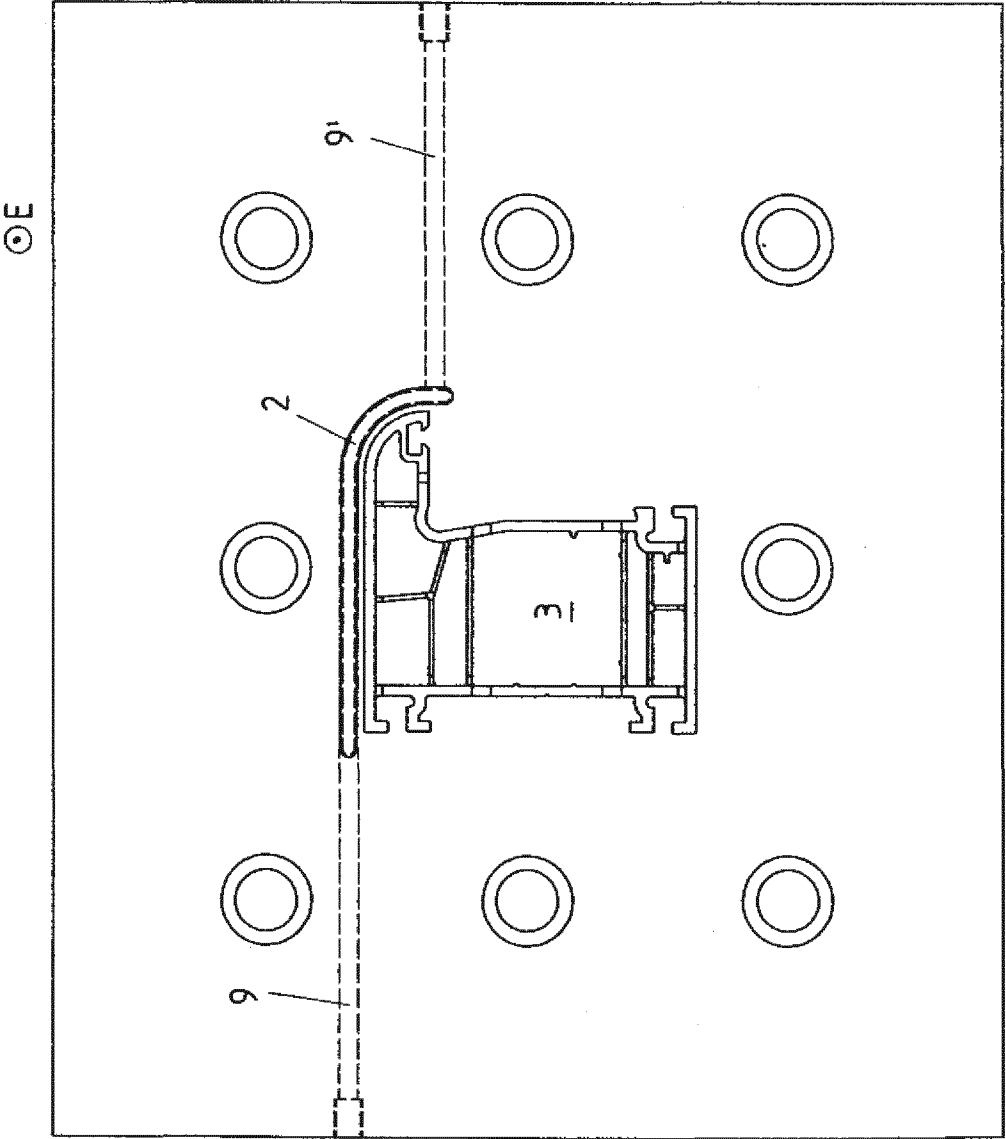
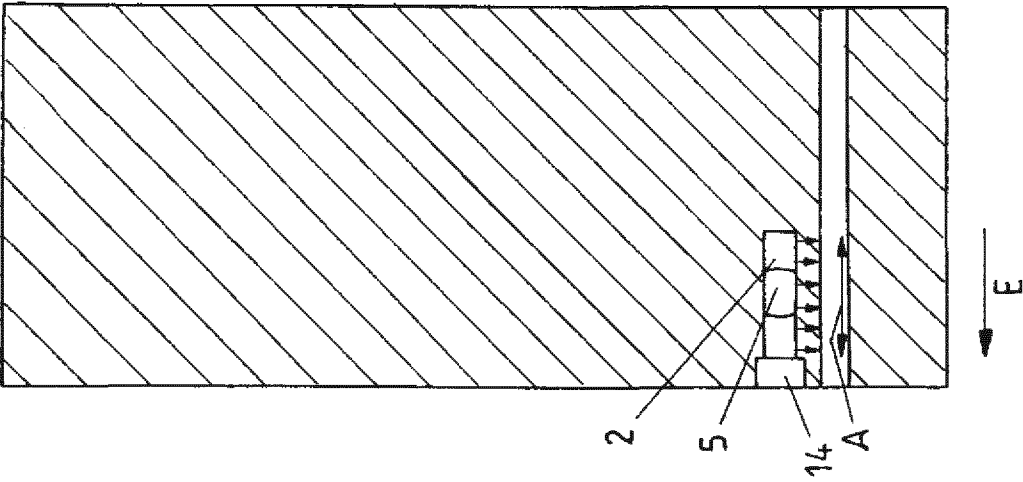


FIG 17



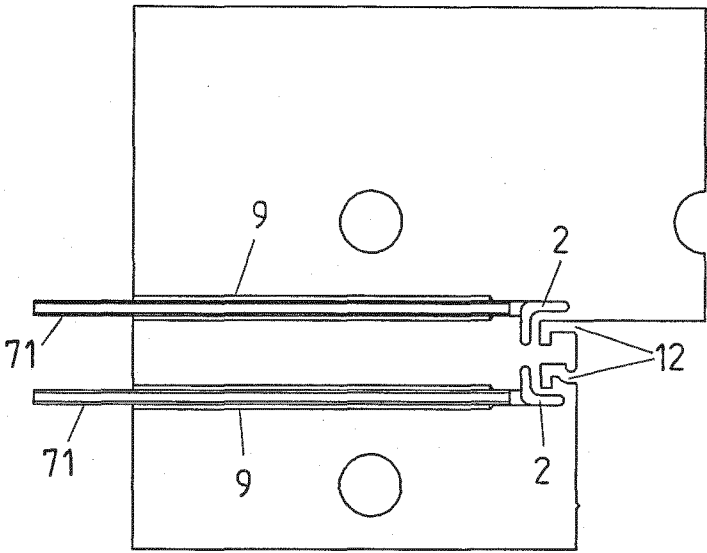


FIG 18

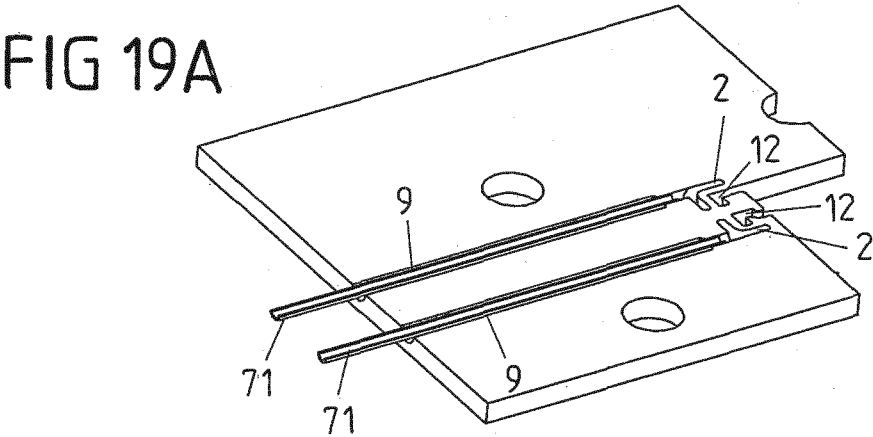


FIG 19A

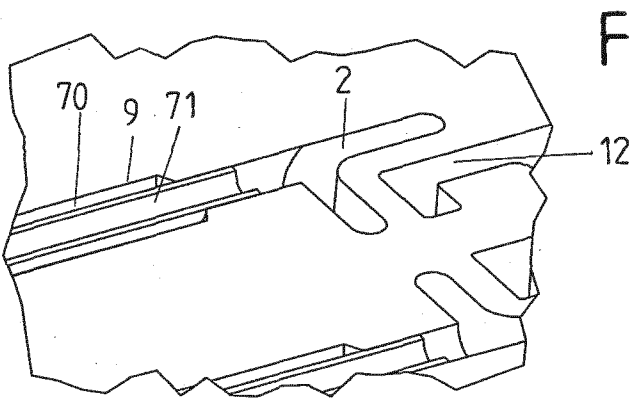


FIG 19B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B29C47/86 B29C47/92
ADD. B29C47/90 B29C47/26

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 22 34 876 A1 (WAVIN BV) 25 January 1973 (1973-01-25) page 10, line 2 - page 11, line 6 page 12, lines 3-9 page 15, lines 12-17 claims 1-12 figures 1-9	1-15, 18-23
X	DE 22 32 930 A1 (HEPWORTH PLASTICS LTD) 1 February 1973 (1973-02-01) page 3, lines 24-28 page 4, line 1 - page 6, line 6 page 8, lines 1-6 page 8, lines 21-24 claims 1-15 figures 1-3	1-17, 19-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 August 2012

Date of mailing of the international search report

16/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Ngwa, Walters

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/057045

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/003662 A2 (FEUERHERM HARALD [DE]; KAPPEN GUENTHER [DE]; KAPPEN-FEUERHERM ROLF [DE] 8 January 2009 (2009-01-08) page 6, lines 20-32 claims 1,10 figure 9 -----	1,3-5, 12,14, 18,22
X	US 4 548 570 A (HAHN GRANVILLE J [US] ET AL) 22 October 1985 (1985-10-22) abstract column 5, lines 5-21 column 9, line 45 - column 10, line 2 -----	1,3,6, 12,18,22
X	DE 35 03 721 A1 (HOECHST AG [DE]) 7 August 1986 (1986-08-07) abstract claims 1-10 figures 1-7 -----	1-6,10, 11,18,19
X	DE 198 23 304 A1 (WINDMOELLER & HOELSCHER [DE]) 9 December 1999 (1999-12-09) abstract claims 1,2 figures 1-5 -----	1,3,11, 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/057045

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2234876	A1	25-01-1973	DE 2234876 A1 25-01-1973
		GB 1396538 A	04-06-1975
		NL 7109900 A	18-01-1973
DE 2232930	A1	01-02-1973	DE 2232930 A1 01-02-1973
		FR 2221264 A1	11-10-1974
WO 2009003662	A2	08-01-2009	DE 102007030369 A1 02-01-2009
		EP 2173533 A2	14-04-2010
		WO 2009003662 A2	08-01-2009
US 4548570	A	22-10-1985	NONE
DE 3503721	A1	07-08-1986	NONE
DE 19823304	A1	09-12-1999	DE 19823304 A1 09-12-1999
		GB 2338923 A	12-01-2000
		IT MI991116 A1	21-11-2000
		JP 11348096 A	21-12-1999
		US 6409494 B1	25-06-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B29C47/86 B29C47/92
ADD. B29C47/90 B29C47/26

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 22 34 876 A1 (WAVIN BV) 25. Januar 1973 (1973-01-25) Seite 10, Zeile 2 - Seite 11, Zeile 6 Seite 12, Zeilen 3-9 Seite 15, Zeilen 12-17 Ansprüche 1-12 Abbildungen 1-9	1-15, 18-23
X	DE 22 32 930 A1 (HEPWORTH PLASTICS LTD) 1. Februar 1973 (1973-02-01) Seite 3, Zeilen 24-28 Seite 4, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 6 Seite 8, Zeilen 1-6 Seite 8, Zeilen 21-24 Ansprüche 1-15 Abbildungen 1-3	1-17, 19-23



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. August 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ngwa, Walters

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/003662 A2 (FEUERHERM HARALD [DE]; KAPPEN GUENTHER [DE]; KAPPEN-FEUERHERM ROLF [DE] 8. Januar 2009 (2009-01-08) Seite 6, Zeilen 20-32 Ansprüche 1,10 Abbildung 9 -----	1,3-5, 12,14, 18,22
X	US 4 548 570 A (HAHN GRANVILLE J [US] ET AL) 22. Oktober 1985 (1985-10-22) Zusammenfassung Spalte 5, Zeilen 5-21 Spalte 9, Zeile 45 - Spalte 10, Zeile 2 -----	1,3,6, 12,18,22
X	DE 35 03 721 A1 (HOECHST AG [DE]) 7. August 1986 (1986-08-07) Zusammenfassung Ansprüche 1-10 Abbildungen 1-7 -----	1-6,10, 11,18,19
X	DE 198 23 304 A1 (WINDMOELLER & HOELSCHER [DE]) 9. Dezember 1999 (1999-12-09) Zusammenfassung Ansprüche 1,2 Abbildungen 1-5 -----	1,3,11, 18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057045

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2234876 A1	25-01-1973	DE 2234876 A1	25-01-1973
		GB 1396538 A	04-06-1975
		NL 7109900 A	18-01-1973
DE 2232930 A1	01-02-1973	DE 2232930 A1	01-02-1973
		FR 2221264 A1	11-10-1974
WO 2009003662 A2	08-01-2009	DE 102007030369 A1	02-01-2009
		EP 2173533 A2	14-04-2010
		WO 2009003662 A2	08-01-2009
US 4548570 A	22-10-1985	KEINE	
DE 3503721 A1	07-08-1986	KEINE	
DE 19823304 A1	09-12-1999	DE 19823304 A1	09-12-1999
		GB 2338923 A	12-01-2000
		IT MI991116 A1	21-11-2000
		JP 11348096 A	21-12-1999
		US 6409494 B1	25-06-2002