

Sehr geehrte Frau Patentanwältin!  
Sehr geehrter Herr Patentanwalt!

Aus der beiliegenden Sachverhaltsdarstellung können Sie entnehmen, dass wir als Erfinder im AT-Patent xxxxx genannt sind, das sich auf eine Extrusionsvorrichtung und ein Extrusionsverfahren bezieht, wie Sie dies der beiliegenden Patentschrift entnehmen können. Als Dienstfinder haben wir Anspruch auf ein angemessenes Entgelt für die Überlassung der Dienstfindung an den Dienstgeber, die Firma XY.

Die Firma XY hat uns ein Angebot für die Dienstfindungsvergütung gemacht und dazu den Erfindungswert nach der Lizenzanalogie anhand einer Bezugsgröße ermittelt, mit der wir keinesfalls einverstanden sind. Nähere Einzelheiten können Sie der Sachverhaltsdarstellung entnehmen. Bevor wir uns entschließen, gegen die Firma XY gerichtlich vorzugehen, bitten wir Sie um eine gutachtliche Stellungnahme zu der Frage, welche Bezugsgröße im vorliegenden Fall zur Anwendung kommen kann, um einerseits den aufgrund der Erfindung merklich gestiegenen Umsatz durch den Verkauf der erfindungsgemäßen Extrusionsvorrichtungen und andererseits die von der Firma XY von den Abnehmern zusätzlich geforderte Pauschallizenz zu berücksichtigen.

Da uns keine Umsatzzahlen vorliegen, der Preis für eine Extrusionsvorrichtung jedoch bekannt ist, bitten wir Sie, den Erfindungswert auf den Verkauf einer erfindungsgemäßen Extrusionsvorrichtung zu beziehen.

Uns ist außerdem die Ermittlung eines Reduktors nicht geläufig, der nach Auskunft der Firma XY den Anteil, die Anregungen, Erfahrungen, Vorarbeiten und Hilfsmittel der Firma am Zustandekommen der Erfindung berücksichtigen soll. Können Sie für uns Dienstfinder den Reduktor ermitteln und dann anhand des Reduktors die uns zustehende Erfindungsvergütung je Extrusionsvorrichtung ermitteln?

Wir sehen Ihrer Stellungnahme mit Interesse entgegen und zeichnen

mit freundlichen Grüßen  
MM, NN

Beilagen:  
1 Patent Nr. xxxxx  
1 Sachverhaltsdarstellung

Sachverhaltsdarstellung:

Das Patent, in dem die Herren MM und NN als Erfinder genannt sind, lautet auf die Firma XY, den Dienstgeber der beiden Dienstfinder, die je zur Hälfte an der Erfindung beteiligt waren. Herr MM hat eine einschlägige universitäre Ausbildung als Kunststofftechniker, die er mit einem Doktorat abgeschlossen hat. In der Firma XY ist Herr MM als Leiter der Patentabteilung tätig und mit den beim Extrudieren insbesondere von Fensterprofilen auftretenden Problemen vertraut. Herr NN ist Werkzeugmacher und als solcher bei der Firma XY tätig.

Die im Patent angesprochenen Schwierigkeiten beim Extrudieren von Kunststoffprofilen insbesondere für Fenster waren lange bekannt. Erst durch die Erfindung wurde eine einfache Lösung ermöglicht, für die es weder eine Anregung noch ein Vorbild gab.

Die Firma bietet Extrusionsvorrichtungen mit der Zusatzoption „FlowControl“ und ohne diese an. Diese Extrusionsvorrichtungen umfassen je eine Extrusionsdüse aus insgesamt 6 Düsenplatten. Extrusionsvorrichtungen mit der Zusatzoption FlowControl unterscheiden sich von den Extrusionsvorrichtungen ohne Zusatzoption dadurch, dass bei der Zusatzoption eine lokale Temperiervorrichtung in der in Extrudierichtung vorletzten Düsenplatte der Extrusionsdüse vorgesehen ist, und zwar in Form von durch Drahterosion hergestellten Temperierkanälen im Bereich einwandiger Profilschnitten.

Eine aus 6 Düsenplatten zusammengesetzte Extrusionsdüse wird zu einem Nettopreis von € 100.000,00 verkauft, wobei davon auszugehen ist, dass die Herstellungskosten der einzelnen Düsenplatten etwa gleich sind. Die Zusatzkosten für das Erodieren der Temperierkanäle liegen unter € 1.000,00 und fallen kaum ins Gewicht.

Beim Verkauf der Extrusionsvorrichtungen mit der Zusatzoption FlowControl wird von der Firma XY zusätzlich zum Preis der Extrusionsdüse ein Betrag von € 10.000,00 für die Benützung des erfindungsgemäßen Extrusionsverfahrens mit der Begründung verrechnet, dass mithilfe der Erfindung die Wanddicken der Profile ohne aufwendige wiederholte Nachbearbeitung des Fließkanals der Extrusionsdüse an der unteren Toleranzgrenze gehalten werden können, wodurch sich erhebliche Materialeinsparungen ergeben, ohne die Zusatzkosten für die Nachbearbeitung des Werkzeugs berücksichtigen zu müssen.

Hinsichtlich der Dienstfindungsvergütung sind die beiden Dienstfinder mit dem von der Firma XY unterbreiteten Angebot nicht einverstanden. Die Firma XY geht davon aus, dass zur Berechnung des Erfindungswerts zunächst eine Bezugsgröße gewählt werden muss, also der Anteil der Erfindung an der gesamten Extrusionsvorrichtung. Nach Auffassung der Firma XY lässt sich die Erfindung eindeutig der Zusatzoption FlowControl zuordnen, sodass der in den Rechnungen angeführte Zusatzbetrag für die Zusatzoption als Bezugsgröße in Ansatz gebracht werden muss. Nach der Lizenzanalogie ergibt sich somit bei einem üblichen Lizenzsatz von 2 % für den Erfindungswert ein Betrag

$$E = 10.000,00 \times 0,02 = € 200,$$

der auf die beiden Erfinder unter Berücksichtigung des jeweiligen Reduktors aufgeteilt werden muss.

Die Dienstfinder sind zum Unterschied dazu der Auffassung, dass der mit der erfindungsgemäßen Extrusionsvorrichtung erzielte Umsatz nicht unberücksichtigt bleiben darf, zumal der Unterschied zwischen einer Extrusionsdüse mit und ohne der Zusatzoption FlowControl in einer für den angestrebten Effekt wesentlichen baulichen Änderung einer Düsenplatte liegt. Die Bezugsgröße muss daher auch auf das Extrusionswerkzeug bezogen werden. Die Zusatzgebühr für die Option FlowControl ist der Art nach mit einer Lizenzgebühr zu vergleichen, bei der die Methode der Lizenzanalogie nicht anwendbar ist.

# AT xxxxx B1

Anmeldetag: 04.06.2014

Veröffentlicht am: 15.01.2016

Patentinhaber: Firma XY

Erfinder: MM  
NN

Titel: Extrusionsvorrichtung und Verfahren zur Beeinflussung von  
Wanddicken eines extrudierten Kunststoffprofils

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

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, die aus mehreren Düsenplatten zusammengesetzt ist, durch die sich ein Fließkanal für die Kunststoffschmelze erstreckt.. Der Ausgang der Extrusionsdüse weist 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 Kalibrierungsvorrichtung, um in dieser unter Beibehaltung der Profilkontur abgekühlt zu werden.

Die Wanddicken des Kunststoffprofils werden dabei weitgehend in der Düse festgelegt. 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 Einfluss ausgeübt werden, welcher zu einer Wanddickenänderung führen könnte.

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 bereichsweise unterschiedlich.

Eine Forderung aus wirtschaftlicher Sicht ist es, Kunststoffprofile mit möglichst niedrigem Metergewicht zu produzieren und gleichzeitig alle Qualitätserfordernisse (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 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. 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 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

verringern. Jede der beiden Maßnahmen führt zu einer örtlichen Verdickung der Wandstärke in der fraglichen Profilstreckung, aber unweigerlich auch zu einer Verdickung aller anderen Profilstrecken. Letztendlich wird zwar ein qualitätsmäßig entsprechendes Kunststoffprofil erzeugt, es wird aber ein höherer Materialeinsatz erforderlich.

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

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

Dabei weist eine Extrusionsvorrichtung für die Extrusion von Kunststoffprofilen einen Fließkanal für Kunststoffschmelze auf, der sich durch mehrere Düsenplatten erstreckt. Mindestens ein Wandbereich des Fließkanals ist mit einer lokalen Temperiervorrichtung zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze gezielt temperierbar. Da das Fließverhalten der Kunststoffschmelze auf Grund der Temperaturabhängigkeit der Viskosität selbst temperaturabhängig ist, ändert sich die 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 Profilstrecken zu beeinflussen. Dies ist insbesondere bei vom Kunststoffprofil abstehenden, einwandigen Profilstrecken der Fall. Damit sind die Wandstärken z.B. von einwandigen Profilstrecken 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 Wanddicke (z.B. unvollständig ausgeformte Kanten) zu vermeiden.

Es ist vorteilhaft, wenn die lokale Temperiervorrichtung 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, so dass die Temperiervorrichtung vorzugsweise in der entgegen der Extrudierichtung ersten oder zweiten Düsenplatte vorgesehen wird.

Dabei ist es bei einer Ausführungsform vorteilhaft, wenn ein Temperierkanal von einem Temperiermedium, insbesondere Raumluft, kalter und / oder erhitzter Luft, durchströmbar ist. Bei der Verwendung von Luft zur Kühlung ist die Arbeit in einem offenen Kreislauf besonders vorteilhaft, da die Luft einfach wieder in den Raum geblasen werden kann.

Die Aufgabe wird auch durch ein Extrusionsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst.

Dabei liegt ein Fließkanal für eine Kunststoffschmelze durch mehrere Düsenplatten vor, wobei die Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze in diesem Fließkanal durch Ändern der Temperatur in mindestens einem Wandbereich des Fließkanals mit einer lokalen Temperiervorrichtung 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. Dabei ist es vorteilhaft, wenn 30°C oberhalb oder unterhalb der mittleren Düsentemperatur temperiert wird.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Vorderansicht der Austrittsplatte eines Extrusions-Werkzeugs;

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

Fig. 3 eine Schnittansicht A-A aus Fig. 1 und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Temperaturregelung.

Die Extrusionsdüse besteht aus mehreren Düsenplatten, von denen lediglich die Düsenplatte 1 mit der Temperier Vorrichtung 2 dargestellt ist. Die quer zur Fließrichtung angeordneten Düsenplatten sind untereinander verschraubt, damit sie sich infolge des Schmelzedrucks nicht öffnen und keine Kunststoffschmelze in den Trennebenen austreten kann. Der Fließkanal 3 durchsetzt jede einzelne Düsenplatte. Am Eintritt in die Extrusionsdüse und am Austritt der Schmelze aus der Extrusionsdüse weist der Fließkanal 3 einen einzigen, geschlossenen Querschnitt auf. Entlang des Fließweges kann der Fließkanal 3 jedoch in mehrere Äste unterteilt sein. Die gesamte Extrusionsdüse wird auf eine Temperatur, welche etwa mit der Schmelzetemperatur übereinstimmt, beheizt. Dies erfolgt über eine oder mehrere Heizzonen (hier aus Gründen der Einfachheit nicht dargestellt).

Im Sinne dieser Erfindung wird in zumindest einer Düsenplatte 1 eine kleinräumige, lokal wirkende Temperier Vorrichtung 2 vorgesehen. Eine derartige, lokale Temperier Vorrichtung 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.

In Fig. 1 ist die austrittseitige Düsenplatte 1 einer Extrusionsdüse in einer Vorderansicht dargestellt. Die Extrusionsrichtung E zeigt senkrecht aus der Zeichnungsebene heraus. Das dazugehörige Kunststoffprofil 10 ist im Querschnitt in Fig. 2 dargestellt.

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

In Fig. 1 sind die Extrusionsdorne, die zur Bildung der für die Profilwände erforderlichen Extrusionsspalten benötigt werden, aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Die mit Hilfe der Extrusionsdorne herzustellenden Extrusionsspalten entsprechen den Profilwänden gemäß der Fig. 2.

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 1, die mittlere Austrittsgeschwindigkeit am Austritt der Extrusionsdüse 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 bei im Wesentlichen unveränderten Randbedingungen durch die örtliche Temperatur der Kanalwand der Extrusionsdüse, 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) in ausgewählten Profil- bzw. Düsensektionen von etwa  $\pm 30^\circ\text{C}$  von der mittleren Temperatur an der Extrusionsdüse 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 Wanddickenabweichungen infolge unvermeidbarer Störgrößen auf die Sollwanddicke zurückzuführen.

Üblicherweise sind die Extrusionsdüsen so temperiert, dass der Düsenkörper eine Temperatur aufweist, welche etwa der mittleren Massetemperatur der Kunststoffschmelze entspricht, d.h. die Extrusionsdüse ist auf ca.  $190^\circ\text{C}$  temperiert (z.B. für den Fall von PVC).

Im Falle von komplexen Hohlkammerprofilen (siehe Fig. 2) sind die Auswirkungen auf Innenwände 13 wesentlich geringer als jene auf Außenwände, da sich die Temperaturänderung nicht so stark auf Dornteile der Extrusionsdüse 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. Einwandige Profilsektionen 11 verändern die Wanddicken etwa doppelt so stark wie Hohlkammerprofilsektionen 13, Innenwände werden kaum beeinflusst.

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 Temperierkanäle 2 vorgesehen, durch die Luft geleitet werden.

Vorteilhafterweise ist das örtliche Ändern der Düsenwandtemperatur nur in einem kleinen Längenbereich A im Vergleich zur Gesamtlänge der Extrusionsdüse erforderlich. Dabei erfolgt die Temperierung vorteilhafterweise nahe am Düsenaustrittsbereich. Extrusionsdüsen für Fensterprofile weisen etwa eine Gesamtlänge von 150 bis 300 mm auf. Die Temperaturänderungen durch die lokale Temperiervorrichtung 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.

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

Luft als Temperierfluid weist den Vorteil auf, dass kein geschlossener Temperierkreislauf erforderlich ist. Die Luft muss nur eintrittsseitig gesteuert oder geregelt werden, austrittsseitig kann sie ins Freie geblasen werden. Wird z.B. Druckluft mit Raumtemperatur zum Durchströmen von Kühlkanälen mit einer Spaltweite von etwa 2 mm verwendet und weisen die Zuführ- und Ableitbohrungen in der Extrusionsdüse 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 Temperatur bereichsweise um etwa 3 bis 20°C abzusenken. Die Auswirkung, das heißt die Kühl- bzw. Heizwirkung, kann im benötigten Ausmaß in erster Linie durch Ändern des Luft-Durchsatzes erfolgen, und zwar 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.)

Können Extrusionsdüsen durch ein aufwendiges Nacharbeiten der Wanddicken aller Profilsektionen so eingestellt werden, dass die einwandigen, abstehenden Profilsektionen 11 ohne Beaufschlagung durch Kühlluft gut mit den Sollwanddicken übereinstimmen oder allenfalls leicht über dem Sollmaß liegen, braucht es keiner zusätzlichen Steuerung der Schmelzgeschwindigkeit. Ändern sich jedoch Extrusionsparameter in der Art, das kritische Profilsektionen 11, 13 „relativ“ zu dick werden und dadurch ein Absenken aller Wanddicken erforderlich machen, kann durch Beaufschlagen dieser Profilstellen durch Kühlluft die Verdickung der Wandstärke verhindert werden.

Insgesamt ist es mit der hier beschriebenen Erfindung möglich, unabhängig von einander die Wanddicken verschiedener 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 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 Durchschnitts-Laufmeter-Gewicht nur um wenige Prozente absenken kann.

Die Hohlkammerbereiche des Kunststoffprofils 10 (Fig. 2) werden durch die Kanalwandung der zu einer Extrusionsdüse zusammengeschlossenen Düsenplatten gebildet. Die abstehenden, einwandigen Profilsektionen 11 werden durch die dargestellten peripheren Fließkanäle 12 (Fig. 1) ausgeformt, wobei jeweils der Fließkanal 3 die einwandigen Profilsektionen 11 beidseits (und auch am Ende; somit U-förmig) begrenzt und nur durch die Düsenplatte 1 selbst gebildet wird.

In Fig. 1 sind in der Vorderansicht die Austrittsöffnungen der Temperierkanäle 2 für Luft dargestellt, deren Verlauf im Inneren der Austrittsplatte 1 im Folgenden dargestellt wird. Die

Temperierkanäle 2 stellen hier eine Ausführungsform einer lokalen Temperiervorrichtung dar. Eine lokale Temperiervorrichtung 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 Temperiervorrichtung 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 zu ermöglichen. Jedem der peripheren Fließkanäle 12 ist somit mindestens ein Temperierkanal 2 zugeordnet. Um die Temperierkanäle 2 bildet sich eine Temperierzone in der Wandung der Fließkanäle 3, 12 aus. Aus der Temperierzone ergibt sich der Wandbereich A der Fließkanäle 3, 12, der durch die lokale Temperiervorrichtung 2 gezielt erwärmt oder gekühlt werden kann. In der Fig. 3 ist der Wärmetransport zum zu temperierenden Wandbereich A durch Pfeile dargestellt.

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, dass 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 1 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, eingestellt und führt zu einer 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 verändert.

Fig. 4 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 mit der Austrittsplatte 1 dargestellt. Das Kunststoffmaterial bewegt sich durch den Fließkanal 3 der Extrusionsdüse, dann kurz frei im Raum, und links gelangt sie in die Trockenkalibrierung 20. Gemäß üblicher Extrusionsparameter springt der Kunststoffschmelzestrang nach dem Verlassen der

Extrusionsdüse um ca. 20% auf (d.h. das extrudierte Kunststoffprofil 10 weitet sich aus, wie in Fig. 13 schematisch dargestellt ist), was auf die im Vergleich zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit in der Extrusionsdüse langsamere Abzugsgeschwindigkeit zurückzuführen ist.

In der Austrittsplatte 1 ist ein Temperierkanal 2 zur 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 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 ein Temperaturgleichgewicht ein und der örtliche Schmelzedurchsatz im dargestellten Bereich erreicht sein Maximum. Führt dieses Maximum zu einer Überfüllung im Kalibratoreinlauf, erkennbar daran, dass der dargestellte Luftspalt 17 kleiner als etwa 0,1 mm wird und sich die Schmelze im Zwischenraum zwischen Extrusionsdüse und der Trockenkalibrierung 20 zurückstaut und sich charakteristisch „ausbaucht“, so kann durch allmähliches Öffnen der Drosselvorrichtung 30, im einfachsten Fall per Hand, sukzessive die Kühlwirkung erhöht werden, was unmittelbar eine Verringerung des Schmelzedurchsatzes bewirkt.

Bei dem hier beschriebenen Beispiel 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 stellt sich vergleichsweise rasch ein. Ist 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 Regelungsverfahren verwendbar. Die Wanddicke und / oder der Füllgrad in einer bestimmten Profilstelle 11, ist die Regelgröße und die Eingangsgrößen der Temperiervorrichtung 2, z.B. die Stellung des Drosselventils in der Drosselvorrichtung 30 und / oder die Temperatur des Temperiermediums sind die Stellgrößen. Die Stellgrößen wirken dann auf die Temperatur der Kanalwand und damit auf den Durchsatz oder die Strömungsgeschwindigkeit.

In Fig. 4 ist eine Temperiervorrichtung 2 dargestellt, bei der im einfachsten Fall durch händisches Verstellen einer Drosselvorrichtung 30 die Temperatur in der Fließkanalwandung, d.h. dem Wandbereich A, verändert werden kann. Hierzu wird die Wanddicke des Kunststoffprofils 10 durch Augenschein beobachtet oder durch eine geeignete Messvorrichtung 40 gemessen. Die Durchflussdrossel 30 wird per Hand so eingestellt, dass die Profilstelle 11 die gewünschte Dicke aufweist. Ohne kontinuierlicher Beobachtung oder Messung, also auch ohne weitere Verstellung der Durchflussdrossel, kann dann über einen längeren Zeitraum extrudiert werden.

Wird diese Anordnung mit einer Regelungsvorrichtung 50 (z.B. 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 Durchflussdrossel. 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.

Die Regelgröße Wanddicke kann auf unterschiedliche Arten erfasst werden: Eine direkte Messung der Wanddicke kann durch eine Ultraschall-, optische bzw. Lasermessung erfolgen. Des Weiteren kann auch der Abstand (Luftspalt) zwischen Kunststoffprofil 10 und Kältebratorwandung als Messgröße herangezogen werden, wofür ebenfalls die genannten Messverfahren eingesetzt werden können. Die Messverfahren 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 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. 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 kennen, letztendlich ist es nur wichtig, einen als zulässig bzw. optimal definierten Zustand durch die Regelung beizubehalten.

## Patentansprüche :

1. Extrusionsvorrichtung für die Extrusion von Kunststoffprofilen (10) mit einer Extrusionsdüse aus mehreren Düsenplatten (1), mit mindestens einem Fließkanal (3, 12) für Kunststoffschmelze, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12) mit einer lokalen Temperiervorrichtung (2) zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit der Kunststoffschmelze gezielt temperierbar ist und dass die lokale Temperiervorrichtung (2) in wenigstens einer Düsenplatte (1) in einer räumlichen Nähe zum mindestens einen Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12) angeordnet ist.
2. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die lokale Temperiervorrichtung mindestens einen Temperierkanal (2) aufweist, der mit Luft, insbesondere Raumluft, durchströmbar ist, wobei die Durchströmung in einem offenen Kreislauf erfolgt.
3. Extrusionsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Kopplung mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung (50) zur Ansteuerung der lokalen Temperiervorrichtung (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 und / oder ein gemessener Rückstaudruck in der Kalibrierungsvorrichtung (20) ist.
4. Extrusionsverfahren von Kunststoffprofilen (10) aus einer Kunststoffschmelze mit einem Fließkanal (3, 12) in einer Extrusionsdüse aus mehrere Düsenplatten (1), wobei die Kunststoffschmelze zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit an mindestens einem Wandbereich (A) des Fließkanals (3, 12) durch eine lokale Temperiervorrichtung (2) temperiert wird.
5. Extrusionsverfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Steuerung oder Regelung der Ansteuerung der lokalen Temperiervorrichtung (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 und / oder ein gemessener Rückstaudruck in der Kalibrierungsvorrichtung (20) ist.
6. Extrusionsverfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit, die Durchflussmenge, der Druck und / oder die Temperatur der Luft vor dem Einlauf in die Temperiervorrichtung (2) gezielt eingestellt wird.

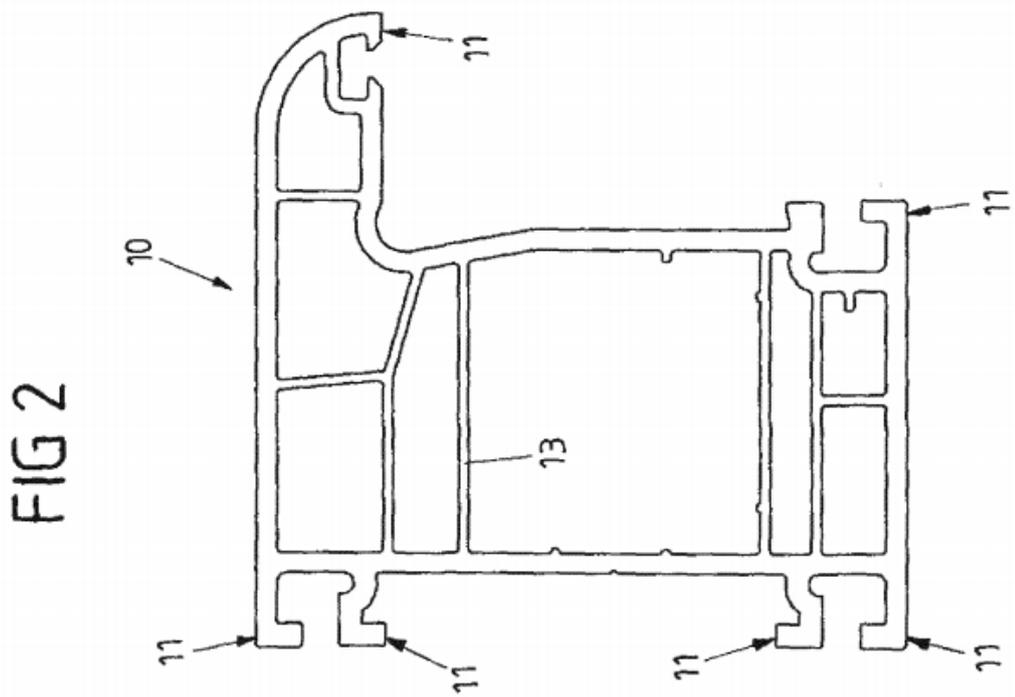
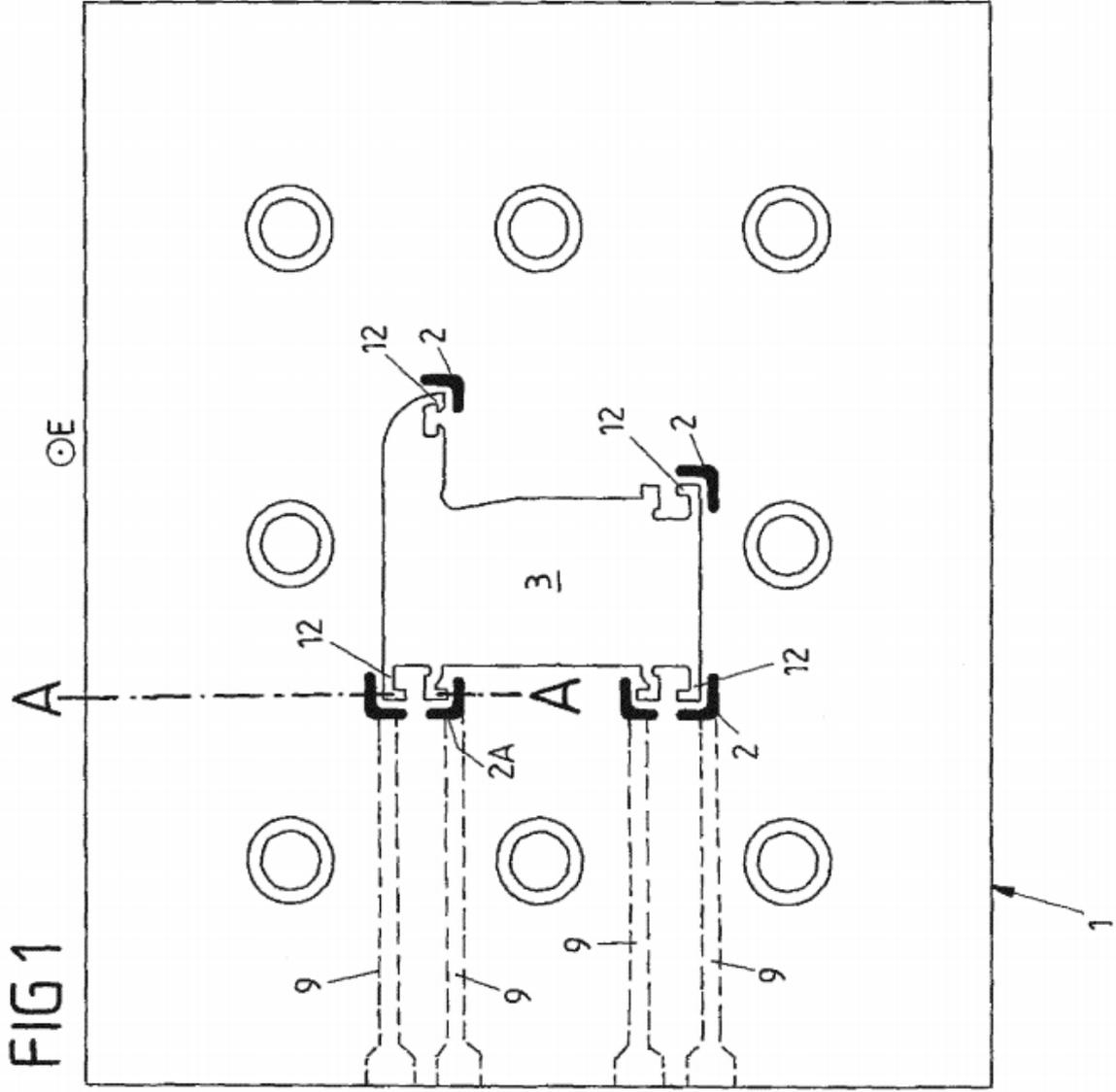


FIG 3

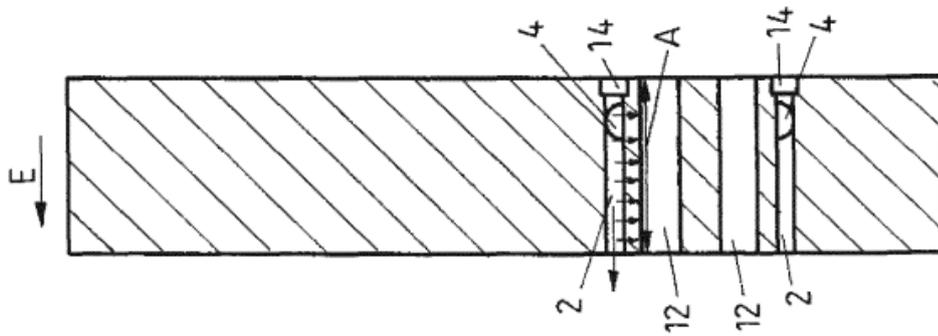


FIG 4

