



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 726 338 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.08.1996 Patentblatt 1996/33

(51) Int. Cl.⁶: D01D 4/02, D01D 5/08

(21) Anmeldenummer: 96100162.5

(22) Anmeldetag: 08.01.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

• Lenk, Erich
D-42897 Remscheid (DE)

(30) Priorität: 10.02.1995 DE 19504422

(71) Anmelder: B a r m a g AG
D-42897 Remscheid (DE)

(74) Vertreter: Kahlhöfer, Hermann, Dipl.-Phys. et al
Patent- und Rechtsanwälte
Bardehle-Pagenberg-Dost-Altenburg-
Frohwitter-Geissler & Partner,
Xantener Strasse 12
40474 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• Schippers, Heinz, Dr.
D-42897 Remscheid (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines multifilen Fadens

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines multifilen Fadens (1) mit einem Spinn-Streckverfahren. Bei einem üblichen Herstellungsverfahren ergibt sich aus dem gewünschten Endtiter des zu erzeugenden Fadens (1) und der gewünschten Fördermenge die Aufwickelgeschwindigkeit des Fadens (1), die im wesentlichen der Endgeschwindigkeit des Streckwerkes entspricht. Durch Vorgabe eines gewünschten Streckverhältnisses ergibt sich die Abzugsgeschwindigkeit des Fadens (1) von der Spinn-düse (11) bzw. umgekehrt: durch Vorgabe einer gewünschten Abzugsgeschwindigkeit ergibt sich das Verstreckverhältnis in beiden Fällen nach dem vorgegebenen physikalischen Zusammenhang. In Verbindung mit zusätzlicher Wärmezufuhr zu der Ausgangschmelze im Bereich der Spinn-düsen (11) und Anpassung anderer Verfahrensparameter ist erfindungsgemäß eine Steigerung der Produktivität in nennenswertem Umfang möglich, da dieser physikalische Zusammenhang zwischen Abzugsgeschwindigkeit und Verstreckbarkeit durchbrochen werden kann. dies läßt sich auf kontinuierliche und diskontinuierliche Herstellungsverfahren anwenden.

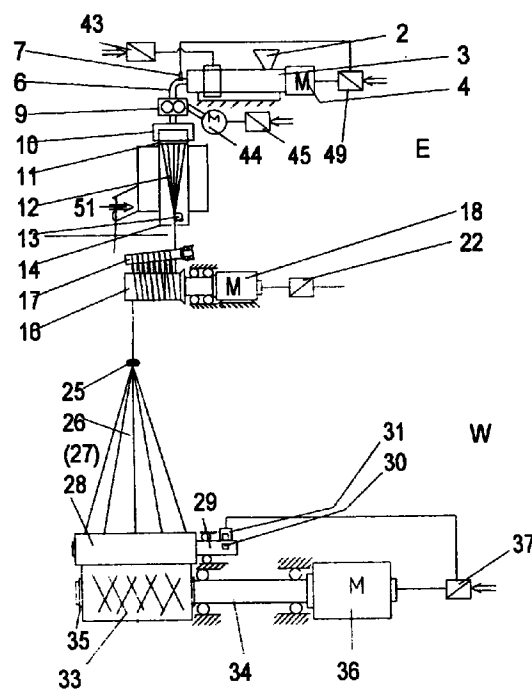


Fig. 2

EP 0 726 338 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines multifilen Fadens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Dieses Verfahren ist bekannt durch die DE-B 22 41 718 (Du Pont) (US-PS 3,771,307 und 3,772,872). Das Verfahren zeichnet sich aus durch die Verfahrensstufen **Schmelzspinnen** mit hoher Abzugsgeschwindigkeit und **Verstrecken**, wobei die Verstreckung mit einer Falschzwirn-Texturierbehandlung einhergeht.

Es hat sich herausgestellt, daß eine physikalische Abhängigkeit zwischen der Abzugsgeschwindigkeit und dem anschließend noch erzielbaren Verstreckverhältnis besteht. Diese Abhängigkeit kommt dadurch zustande, daß durch die hohe Abzugsgeschwindigkeit, die in jedem Falle über 2.000 m/min liegt, eine Vororientierung der Molekülketten erreicht wird. Daher ist die Reißdehnung des auf diese Weise vororientierten Fadens (POY) und damit auch die anschließende Verstreckbarkeit reduziert. Die physikalische Abhängigkeit ergibt sich für einen Polyesterfaden (Polyäthylenterephthalat u.a.) und einen Polyamid-Faden (Nylon 6 und Nylon 6.6) im wesentlichen aus dem Diagramm nach der DE-C 22 54 99.8 (Bag 854). Wenn im folgenden von einer "normalen Abzugsgeschwindigkeit" und/oder einem "normalen Verstreckverhältnis" die Rede ist, so ist damit ein Verstreckverhältnis gemeint, bei dem die Beziehungen nach diesem Diagramm eingehalten sind, d. h.: der vororientierte Faden ist in konventioneller Weise nicht nach der Lehre dieser Erfindung ersponnen.

Diese physikalische Abhängigkeit gemeinsam mit dem herzustellenden Endtiter des Fadens bedingt eine Begrenzung der Produktivität. Die Produktivität wiederum ist meßbar an der Fördermenge (Menge der Schmelze pro Zeiteinheit) (g pro m).

In einem kontinuierlichen Spinn-Streck- und Aufwickelprozeß hat die Erhöhung der Abzugsgeschwindigkeit keine entsprechende Erhöhung der Produktivität zur Folge, weil mit Erhöhung der Abzugsgeschwindigkeit die Verstreckbarkeit abnimmt und folglich die Aufwickelgeschwindigkeit sich nur noch wenig oder gar nicht ändert.

In einem solchen kontinuierlichen Spinn-Streck und Aufspulprozeß wird der Faden unmittelbar nach dem Spinnen in eine Streckstufe geführt und nach Durchlaufen der Streckstufe aufgewickelt.

In einem diskontinuierlichen Herstellungsprozeß erfolgt im Anschluß an die Spinnstufe ein Aufwickeln. Die hergestellte Spule wird sodann einer Streck-Maschine vorgelegt und nach Durchlaufen der Streckstufe wieder aufgewickelt. Hierbei ergibt sich die Fördermenge, mit der die Schmelze ausgestoßen wird daraus, daß bei gegebener Abzugsgeschwindigkeit und Verstreckung der Endtiter erreicht werden muß. Infolge der physikalischen Zusammenhänge ist bei dem konventionellen Herstellungsverfahren für einen Faden durch Schmelzspinnen eines vororientierten Fadens und anschließendes Verstrecken keine wesentliche Produktivitätssteigerung erzielbar (vgl. Aufsatz "Spinnstrecken-Schnellspinnen-Strecktexturieren" in International Textile Bulletin ITB 1973 S. 374).

Aufgabe der Erfindung ist die Produktionssteigerung.

Die Lösung ergibt sich aus Anspruch 1 und Anspruch 2.

Die Lösung nach Anspruch 1 geht von einem kontinuierlichen Herstellungsverfahren aus. Bei diesem Verfahren ergibt sich aus dem gewünschten Endtiter des zu erzeugenden Fadens und der gewünschten Fördermenge die Aufwickelgeschwindigkeit des Fadens, die im wesentlichen der Endgeschwindigkeit des Streckwerkes entspricht. Durch Vorgabe eines gewünschten Streckverhältnisses ergibt sich die Abzugsgeschwindigkeit des Fadens von der Spinndüse bzw. umgekehrt: durch Vorgabe einer gewünschten Abzugsgeschwindigkeit ergibt sich das Verstreckverhältnis in beiden Fällen nach dem vorgegebenen physikalischen Zusammenhang. Nur durch die Maßnahme nach der Erfindung ist eine Steigerung der Produktivität in nennenswertem Umfang möglich, da nur durch die Erfindung dieser physikalische Zusammenhang zwischen Abzugsgeschwindigkeit und Verstreckbarkeit durchbrochen werden kann.

Anspruch 2 geht von einem diskontinuierlichen Herstellungsverfahren aus, bei dem der Faden in der Spinnstufe ersponnen und aufgewickelt und in der anschließenden Verstreckstufe verstreckt und wiederum aufgewickelt wird.

Hierbei sind folgende Alternativen denkbar:

Es gibt Verfahren, bei denen es erforderlich ist, das Verstreckverhältnis innerhalb bestimmter Grenzen zu belassen. Dies ist insbesondere beim Strecktexturieren gegeben. Beim Strecktexturieren hängen zum einen die Eigenschaften des Endproduktes, aber auch die Sicherheit des Texturierverfahrens davon ab, daß ein geeignetes Verstreckverhältnis ausgesucht wird. Anderenfalls hält der multifile Faden bei der Falschzwirn-Texturierung den Belastungen nicht Stand. Es kommt zu Brüchen einzelner Filamente. Ein ungeeignetes Verstreckverhältnis bedeutet nicht nur eine Qualitätsminderung des erzeugten Fadens, sondern auch die Gefahr, daß durch Filamentbrüche der Prozeß unterbrochen wird.

Bei anderen Herstellungsverfahren sind kritische Verhältnisse innerhalb des Spinnprozesses zu erwarten sind. Hier wird die Abzugsgeschwindigkeit innerhalb geeigneter Grenzen vorgegeben. Die Abzugsgeschwindigkeit muß so gewählt werden, daß der vororientierte Faden sicher und ohne Filamentbrüche erzeugt werden kann. Das ist insbesondere bei hochfesten Fäden oder Fäden mit großer Filamentzahl erforderlich, bei denen infolge großer Luftreibung die Gefahr von Filamentbrüchen und der dadurch verursachten Verschlechterung der Fadenqualität oder Unterbrechung des Spinnprozesses gegeben ist.

Bei der Lösung nach Anspruch 1 ergibt sich die Erhöhung der Produktivität in der Spinnstufe.

In beiden Alternativen gestattet die Lösung nach Anspruch 2 eine Erhöhung der Produktivität durch Erhöhung der Fördermenge, wobei bei der einen Alternative in der Spinnstufe ein Faden mit nicht erhöhter Aufwickelgeschwindigkeit, jedoch vergrößertem Titer des vororientierten Fadens aufgewickelt und in der Verstreckstufe mit vergrößertem Verstreckverhältnis verstreckt wird. Hier ergibt sich also in der Verstreckstufe auch eine Vergrößerung der erzeugten Fadenlänge bei gleichbleibendem Endtiter. Bei der anderen Alternative hat die Erhöhung der Fördermenge eine Erhöhung der Aufwickelgeschwindigkeit in der Spinnstufe und damit eine Erhöhung der Produktivität in der Spinnstufe zur Folge. Die anschließende Verstreckung erfolgt wie konventionell üblich.

Von wesentlicher Bedeutung für die Erfindung ist, daß der schmelzflüssige Zustand der aus den Düsenlöchern austretenden Schmelze-Stränge, die anschließend zu Einzelfilamenten werden, noch für eine - wenngleich kurze - Strecke erhalten bleibt. Es ist denkbar, daß dies auch dadurch geschehen kann, daß verhältnismäßig große Düsenloch-Durchmesser verwandt werden. Erfindungsgemäß und betriebssicher ist die Produktivitätssteigerung aber lediglich durch Wärmezufuhr zu erreichen. Dabei hat die Lösung nach Anspruch 3 den Vorteil, daß keine Änderung der eigentlichen Spinnvorrichtung erforderlich ist und die Aufheizstrecke beliebig und den Erfordernissen entsprechend verlängert werden kann.

Dabei kann es allerdings zu unangenehmen Ausdampfungen von Monomeren und Oligomeren kommen, die sich sodann an der Unterseite der Düsenplatte ablagern und die Sicherheit des Verfahrens beeinträchtigen.

Dies wird verhindert bei der Lösung nach Anspruch 4 oder Anspruch 5. Die Lösung nach Anspruch 4 verhindert vor allem die Orientierung der Moleküle in der Spinndüse. Dabei muß man wissen, daß die Vororientierung des Fadens bzw. der Fadenmoleküle weitgehend auch durch die Strömungsverhältnisse in den engen Düsenlöchern verursacht wird. Durch die Maßnahme nach Anspruch 4 wird verhindert, daß diese Fließorientierung einfriert und zu einer entsprechenden Vororientierung führt.

Angestrebt wird eine Aufheizung der Düsenplatte um mehr als 5°C, vorzugsweise 5 bis 3 °C. In den Versuchen lag die Erwärmung bei ca. 10 °C.

Durch die DE-OS 1905507 ist die Erwärmung der Düsenplatte zum Ausgleich der Wärmeverluste für einen konventionellen Spinnprozeß mit niedrigen Abzugsgeschwindigkeiten ohne Vororientierung des Fadens bekannt.

Die Erwärmung der Düsenplatte nach Anspruch 4 kann z. B. dadurch erfolgen, daß in oder an der Düsenplatte Widerstandsheizdrähte verlegt werden.

Die Widerstandsheizdrähte können sodann mit einer gewünschten Temperatur betrieben werden.

Die Lösung nach Anspruch 5 hat den zusätzlichen Vorteil, daß keine wesentliche Änderung an der Spinnvorrichtung erforderlich ist. Sie verhindert darüberhinaus die Ablagerung von Verschmutzungen, Oligomeren und Monomeren an der Düsenplatte. Durch die Ausführung nach Anspruch 6 wird gewährleistet, daß eine gleichmäßige Aufheizung der Düsenplatte über ihre gesamte Fläche erfolgt.

Bei der Lösung nach Anspruch 7 wird gewährleistet, daß die Düsenplatte zur Reinigung und zum Abschaben von Ablagerungen leicht zugänglich ist.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben:
Es zeigen:

Fig. 1 das Schema eines kontinuierlichen Spinn- und Streckprozesses zur Herstellung eines glatten Fadens.

Fig. 2,3 Das Schema eines Zwei-Stufen-Verfahrens zum Spinnen eines vororientierten glatten Fadens und zum anschließenden Strecktexturieren des vororientierten Fadens in einer zweiten Prozeßstufe.

Fig. 4 Schnitt durch den Bereich der Düsenplatte.

Fig. 5 Ein Diagramm, das entsprechend Tabelle 1 den Zusammenhang zwischen der Abzugsgeschwindigkeit und der Reißdehnung für vororientierte Polyester-Fäden mit unterschiedlichem Filament-Titer zeigt.

Fig. 6 Ein Diagramm, das die Abhängigkeit der Erhöhung der Reißdehnung von dem erzeugten Endtiter des Fadens bei vorgegebener Wärmezufuhr zu der Düsenplatte zeigt.

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren eignen sich gleichermaßen zum Spinnen von Fäden aus Polyester oder Polyamid. Als Polyester kommt insbesondere Polyäthylenterephthalat in Betracht. Als Polyamide sind insbesondere Nylon 6 (Perlon) und Nylon 6.6 in Gebrauch. Es sei ausdrücklich bemerkt, daß die nachfolgenden Verfahrensdaten für Polyester angegeben werden. Sie gelten entsprechend für Polyamid-Fäden mit Abweichungen, die durch Versuch festzulegen sind.

Nachfolgend wird das Spinnverfahren beschrieben.

Diese Beschreibung des Spinnverfahrens gilt sowohl für das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wie auch das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 mit Ausnahme der ausdrücklich angegebenen Abweichungen.

Ein Faden 1 wird aus einem, thermoplastischen Material gesponnen. Das thermoplastische Material wird durch eine Füllereinrichtung dem Extruder 3 aufgegeben. Der Extruder 3 ist durch einen Motor 4 angetrieben. Der Motor 4 wird durch eine Motorsteuerung 8 gesteuert. In dem Extruder wird das thermoplastische Material aufgeschmolzen. Hierzu dient zum einen die Verformungsarbeit, die durch den Extruder in das Material eingebracht wird. Zusätzlich ist eine Heizeinrichtung 5 in Form einer Widerstandsheizung vorgesehen, die durch eine Heizsteuerung 43 angesteuert wird. Durch die Schmelzeleitung gelangt die Schmelze zu der Zahnpumpe 9, die durch Pumpenmotor 44 angetrieben wird.

Der Schmelzedruck vor der Pumpe wird durch Druckfühler 7 erfaßt und durch Rückführung des Drucksignals auf die Motorsteuerung 8 konstant gehalten.

Der Pumpenmotor wird durch die Pumpensteuerung 45 derart angesteuert, daß die Pumpendrehzahl feinfühlig einstellbar ist. Die Pumpe 9 fördert den Schmelzestrom zu dem beheizten Spinnkasten 10, an dessen Unterseite sich die Spindüse 11 in einem Düsentopf 53 befindet (vgl. Fig. 4). Aus der Spindüse 11 tritt die Schmelze in Form von feinen Filamentsträngen 12 aus. Die Filamentstränge durchlaufen einen Kühlschacht 14. In dem Kühlschacht 14 wird durch Anblasen 15 ein Luftstrom quer oder radial auf die Filamentschar gerichtet und dadurch gekühlt.

Am Ende des Kühlschachtes 14 wird die Filamentschar durch eine Präparationswalze 13 zu einem Faden 1 zusammengefaßt und mit einer Präparationsflüssigkeit versehen. Der Faden wird aus dem Kühlschacht und von der Spindüse durch eine Abzugsgalette 16 abgezogen. Der Faden umschlingt die Abzugsgalette mehrfach. Dazu dient eine verschränkt zu der Galette 16 angeordnete Überlaufrolle 17. Die Überlaufrolle 17 ist frei drehbar. Die Galette 16 wird durch Galettenmotor 18 und Frequenzgeber 22 angetrieben mit einer voreinstellbaren Geschwindigkeit. Diese Abzugsgeschwindigkeit ist um ein Vielfaches höher als die natürliche Austrittsgeschwindigkeit der Filamente aus der Spindüse 11.

Durch Verstellung der Eingangsfrequenz des Frequenzumsetzers 22 kann die Drehzahl der Abzugsgalette 16 eingestellt werden. Hierdurch wird die Abzugsgeschwindigkeit des Fadens 1 von der Düsenplatte 11 bestimmt.

Bis hierher gilt die Beschreibung identisch auch für das Spinnverfahren nach Fig. 2. Für die Verstreckstufe nach dem Ablaufschema von Fig. 1 gilt folgendes:

Der Abzugsgalette 16 folgt eine Streckgalette 19 mit einer weiteren Überlaufrolle 20. Beide entsprechen in ihrem Aufbau der Abzugsgalette 16 mit Überlaufrolle 17. Zum Antrieb der Streckgalette 19 dient der Streckmotor 21 mit dem Frequenzgeber 23. Die Eingangsfrequenz der Frequenzumsetzer 22 und 23 wird durch den steuerbaren Frequenzgeber 24 gleichmäßig vorgegeben. Auf diese Art und Weise kann an den Frequenzumsetzern 22 und 23 individuell die Drehzahl der Abzugsgalette 16 bzw. der Streckgalette 19 eingestellt werden. Das Geschwindigkeitsniveau von Abzugsgalette 16 und Streckgalette 19 wird dagegen kollektiv an dem Frequenzumsetzer 24 eingestellt.

Von der Streckgalette 19 gelangt der Faden 1 zu dem sogenannten "Kopffadenführer" 25 und von dort in das Changierdreieck 26.

Die nachfolgende Beschreibung betrifft die Aufwickelstufe des Prozesses nach Fig. 1 und des Prozesses nach Fig. 2 in gleicher Weise. In beiden Figuren ist die Changiereinrichtung nicht dargestellt.

Es handelt sich dabei z. B. um eine Kehrwindwalze und einen darin geführten Changierfadenführer, der den Faden über die Länge der Spule 33 hin- und herführt. Dabei umschlingt der Faden hinter der Changiereinrichtung 27 eine Kontaktwalze 28. Die Kontaktwalze 28 liegt auf der Oberfläche der Spule 33 an. Sie dient zur Messung der Oberflächengeschwindigkeit der Spule 33. Die Spule 33 wird auf einer Hülse 35 gebildet. Die Hülse 35 ist auf einer Spulspindel 34 aufgespannt. Die Spindel 34 wird durch Spindelmotor 36 und Spindelsteuerung 37 derart angetrieben, daß die Oberflächengeschwindigkeit der Spule 33 konstant bleibt. Hierzu wird als Regelgröße die Drehzahl der freidrehbaren Kontaktwalze 28 an der Kontaktwalzenwelle 29 mittels einer ferromagnetischen Einlage 30 und einem magnetischen Impulsgeber 31 abgetastet und ausgeregelt.

In dem Prozeß nach Fig. 1 kann durch Einstellung der Spindelsteuerung 37 die Aufwickelgeschwindigkeit auf die Umfangsgeschwindigkeit der Streckgalette 19 abgestimmt werden.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 wird der von der Abzugsgalette 16 ablaufende Faden unmittelbar zu dem Kopffadenführer 25 und in das Changierdreieck 26 geführt. Hier erfolgt eine Abstimmung zwischen der Umfangsgeschwindigkeit der Spulspindel 33 und der Abzugsgeschwindigkeit, die durch die Abzugsgalette 16 vorgegeben ist, in entsprechender Weise.

In beiden Fällen ist die Umfangsgeschwindigkeit der Spule 33, die durch die Kontaktwalze 28 abgetastet und ausgeregelt wird, geringfügig niedriger als die Umfangsgeschwindigkeit der vorgeordneten Galetten 16 bzw. 19. Die aufgewickelte Fadengeschwindigkeit ergibt sich nämlich als geometrische Summe aus der Umfangsgeschwindigkeit der Spule 33 und der Changiergeschwindigkeit der nicht dargestellten Changiereinrichtung 27.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Streck-Texturierprozeß. Die Spule 33 mit vororientiertem Faden, die in dem Spinnprozeß nach Fig. 2 erzeugt worden ist, wird einer Streck-Texturiermaschine vorgelegt. Der vororientierte Faden wird durch Fadenführer 38 zu einem Eingangslieferwerk 39, von dort durch den Heizer 46, durch die Kühlschiene 47, durch den Friktions-Falschdrallgeber und zu den Ausgangslieferwerk 50 geführt. Er wird anschließend auf der Spule 52 aufgespult. Die Lieferwerke 39 und 50 sind mit unterschiedlicher Geschwindigkeit angetrieben. Dadurch erfolgt in der

Falschdrall-Zone zwischen diesen Lieferwerken gleichzeitig mit der Erhitzung und Falschdrall-Texturierung die erforderliche Verstreckung.

Im folgenden werden die Verfahren nach den Figuren 1 und 2 bzw. 3 im einzelnen beschrieben.

Zu Fig. 1:

- 5 Dargestellt ist ein kontinuierlicher Spinn-Streck-Prozeß. Bei diesem Prozeß ergibt sich aus der Aufwickelgeschwindigkeit und der Fördermenge der Endtiter.

Es soll z. B. ein Faden mit einem, Endtiter von 2 den Filamenttiter erzeugt werden. Die Abzugsgeschwindigkeit soll 3.000 m/min betragen. Daraus ergibt sich unter normalen Umständen, also ohne Beheizung der Düsenplatte, eine Reißdehnung des erzeugten Fadens von 120 %. D. h. mit anderen Worten, daß der vororientierte, abgezogene Faden bis zum Bruch auf 220 % seiner Länge gestreckt werden kann. Daraus folgt, daß das Verstreckverhältnis etwa bei 2/3 dieses Wertes, also z. B. bei 1 : 1,6 liegt.

Daraus ergibt sich eine Abzugsgeschwindigkeit von 4.800 m/min. Bei einem Einzelfilamenttiter von - wie gesagt - 2 den/Filament und einer Filamentzahl von 72 ergibt sich also ein Gesamttiter von 150 den. Daraus folgt die Fördermenge mit

- 15 $150 \text{ g}/9.000 \text{ m} \times 4.800 \text{ m/min} = 80 \text{ g/min}$ für jede Spinnstelle.

Es werde nun zur Herstellung desselben Fadens die Abzugsgeschwindigkeiten auf 4.000 m/min gesteigert. Es ergibt sich sodann eine Reißdehnung von 80 %. D. h.: der Faden kann bis zum Bruch auf 180 % seiner Länge gedehnt werden. Wenn wiederum ein Verstreckverhältnis ungefähr im Bereich von 2/3 ausgewählt wird, so ergibt sich ein Verstreckverhältnis von 1 : 1,2. Das bedeutet, daß die Abzugsgeschwindigkeit sich nicht erhöht hat.

- 20 Man sieht also, daß eine Steigerung der Fördermenge an der Förderpumpe bei Produktion desselben Endtiters nicht stattfinden kann. Die Produktions- bzw. Produktivitätssteigerung ist daher unbeachtlich.

Aus diesem Grunde setzt man unterhalb der Düsenplatte einen Strahler ein nach Fig. 4. Dieser Strahler wird nachfolgend für den Prozeß nach den Figuren 1 und 2 in gleicher Weise beschrieben. Die Düsenplatte 11 sitzt in dem Düsensumpf 53. Der Düsensumpf 53 ist in dem Heizkasten 10 untergebracht. Der Heizkasten 10 ist beheizt. Einzelheiten sind hier nicht dargestellt. Unterhalb der Düsenplatte und in unmittelbarem Anschluß daran befindet sich der Strahlungsheizkörper 56. Der Strahlungsheizkörper 56 ist als Ring ausgebildet und aus Stahl hergestellt. Seine dem Zentrum zugewandte Innenfläche 58 wird durch eine konische Fläche gebildet, die der Düsenplatte zugewandt ist. Ein geeigneter Konuswinkel (Gesamtwinkel) beträgt z. B. 30 bis 40 °. In den Strahlungsheizkörper ist ein ringförmiges Heizband 57 eingelegt. Dabei handelt es sich um einen Widerstandsheizdraht. Dieser Widerstandsheizdraht erlaubt es, den Strahlungsheizkörper rotglühend auf Temperaturen über 300 ° bis ca. 800 ° aufzuheizen. Sehr wirkungsvolle Temperaturen ergeben sich im Temperaturbereich zwischen 450 und 700 °.

Unterhalb des Strahlungsheizkörpers schließt sich die Anblasung 51 an wie beschrieben.

Es zeigt sich nun, daß bei derselben Abzugsgeschwindigkeit von 3.000 m und Anstrahlung der Düse mittels des Strahlungsheizkörpers eine wesentliche Steigerung der Reißdehnung und damit auch Steigerung der Verstreckbarkeit des Fadens eintritt. Bei einer Anstrahlung mit einem 550 ° erhitzten Strahlungsheizkörper konnte in dem Beispiel die Reißdehnung und damit die Verstreckung um 5 % erhöht werden. Es ergab sich damit bei der Abzugsgeschwindigkeit von 3.000 m/min auch eine um 5 % erhöhte Aufwickelgeschwindigkeit von 5040 m/min. Diese erhöhte Aufwickelgeschwindigkeit hat bei Produktion des eingangs angegebenen Fadentiters eine Erhöhung der Fördermenge an der Förderpumpe 9 auf 84 g/min zur Voraussetzung. Die Produktivität der Anlage kann daher durch die einfache Maßnahme der Anstrahlung der Düse um 5 % gesteigert werden.

Wie das Diagramm nach Fig. 4 zeigt, hängt das Ausmaß der Produktivitätssteigerung zum einen von der Anstrahlungstemperatur zum anderen vom Fadentiter ab. Bei größeren Fadentitern ist der Effekt geringer bzw. wird die Anstrahlungstemperatur höher zu wählen sein. Der Zusammenhang ist im Einzelfall durch Versuch festzustellen.

Die Vorgehensweise bei dem Verfahren nach Fig. 2 ist wie folgt:

45 Hergestellt werden soll z. B. ein texturierter Faden 55 f 109, also ein Faden von 55 den und 109 Einzelfilamenten. Das bedeutet, daß jeder Faden einen Einzeltiter von 0,5 den pro Filament hat (dpf). Die Verstreckung wird mit 1,6 als optimal für den Streck-Texturierungsprozeß ermittelt. Diese Verstreckung erlaubt eine gute Kräuselung und einen sicheren Texturierungsprozeß ohne Filamentbrüche. Dieses Verstreckverhältnis bedeutet, daß ein vororientierter Faden auf Spule 33 vorzulegen ist, der einen Titer von 88 den bei 109 Filamenten hat. Um einen solchen Faden so vorzuorientieren, das das Verstreckverhältnis mit 1,6 eingehalten werden kann, muß eine 1/2 bis 1/3 höhere Reißdehnung eingestellt werden. Bei einem Verstreckverhältnis von 1,6 muß die Reißdehnung ca. 220 % betragen. Aus dem Diagramm nach Fig. 5 bzw. der Tabelle ergibt sich hierfür eine Abzugsgeschwindigkeit von 2.600 m/min, die in dem Verfahren nach Fig. 2 durch Abzugsgaletten 16 eingestellt wird. Um einen vororientierten Faden von 88 den bei 2.600 m/min Abzugsgeschwindigkeit zu erzeugen, muß die Fördermenge an der Pumpe auf 25,5 g/min für jede Spinnstelle eingestellt werden. Eine Erhöhung der Fördermenge ist nicht möglich, da anderenfalls auch die Abzugsgeschwindigkeit und damit auch die Verstreckbarkeit geändert wird. Die Verstreckbarkeit, die vom Texturierer vorgegeben wird, begrenzt also die Produktivität des Erzeugers des vororientierten Fadens.

Anders, wenn ein Strahler nach Fig. 5 eingesetzt wird. Bei gleicher Verstreckbarkeit läßt sich durch Anstrahlen der Düse mit einem Strahlungsheizkörper nach Fig. 5 bei etwa 550 ° eine Erhöhung der Abzugsgeschwindigkeit um 20 %, also

auf 3.360 m/min erreichen. Die Fördermenge ist dementsprechend zu steigern auf 32,9 g/min. Dadurch ergibt sich bei ansonsten gleicher Maschinenauslegung eine Produktivitätssteigerung von über 20 %.

Alternativ soll ein texturierter Faden 55 f 109 hergestellt werden. Dabei soll jedoch in der Aufwickelzone die Abzugsgeschwindigkeit und Aufspulgeschwindigkeit von 3.000 m/min nicht überschritten werden. Grund für solche Limitierungen sind zuweilen Prozeßschwierigkeiten bei empfindlichen Garnen. Solche Schwierigkeiten können aber auch durch die maschinelle Auslegung der Aufwickelmaschine, deren Höchstgeschwindigkeit begrenzt ist, bedingt sein.

Wie sich aus Tabelle 1 bzw. dem Diagramm nach Fig. 5 ergibt, hat dieser Faden eine Reißdehnung von 96 %. Daher liegt das in der Verstreckzone zu wählende Verstreckverhältnis bei etwa 2/3 der Bruchlänge von 196 %. Gewählt wird ein Verstreckverhältnis von 1,3 : 1. Daraus ergibt sich, daß der Titer des vororientierten Fadens, der dem Streck-Texturierprozeß vorgelegt wird, $55 \text{ dtex} \times 1,3 = 71,5$ den betragen muß. Hieraus wiederum folgt, daß dieser Faden in der Spinnzone mit einer Fördermenge von $71,5 \text{ g}/9.000 \text{ m} \times 3.000 \text{ m/min} = 23,8 \text{ g/min}$ für jede Spinnstelle ist.

Wenn nun wiederum ein Strahlungsheizer nach Fig. 4 eingesetzt und mit einer Temperatur von 550°C betrieben wird, so ergibt sich bei der Abzugsgeschwindigkeit von 3.000 mm/min eine 20 % erhöhte Reißdehnung von $96 \% \times 120 \% = 115 \%$, mithin eine Bruchlänge von 2,15 %. Damit kann in der nachfolgenden Verstreckstufe das Verstreckverhältnis bei ca. 2/3 dieses Wertes, d. h.: mit 1,45 eingestellt werden. Das wiederum bedeutet, daß zur Erzeugung eines Endtiters von 55 den ein vororientiertes Garn mit einem Titer von $55 \times 1,45 = 79$ den vorgelegt werden muß. Um bei einer Abzugsgeschwindigkeit von 3.000 m/min einen Faden von 79 den zu erzeugen, muß die Fördermenge pro Spinnstelle auf 26,3 g/min eingestellt werden. Die Produktivität in der Spinnstufe konnte also damit um $26,3 - 23,8/23,8 = 10 \%$ gesteigert werden.

Es sei bemerkt, daß die Einzelwerte, die der vorgehenden Berechnung und den vorgehenden Beispielen zugrunde liegen, für ein bestimmtes Polymer (Polyester) ermittelt worden ist. Für die Einzelwerte können sich, in Abhängigkeit von der Provenienz und der Art des eingesetzten Polymers, Abweichungen ergeben, die durch Versuch zu ermitteln sind. Dies gilt zum einen für die ermittelten Reißdehnungen, für die Abhängigkeit des Verstreckverhältnisses von der ermittelten Reißdehnung, für den Zusammenhang zwischen Reißdehnung und Einzeltiter, für den Zusammenhang zwischen der Strahlungstemperatur und der Steigerung der Reißdehnung und ebenso für die titerbezogene Produktivitätssteigerung.

Die Besonderheit der Erfindung liegt darin, daß die Schmelze in der Düsenplatte beheizt wird. Hierzu wird die Düsenplatte beheizt, und zwar zusätzlich zu der Wärmezufuhr, die aus der Schmelze und von dem umgebenden Spinntopf und dem umgebenden Spinnkasten erfolgt. Vorzugsweise wird die Temperatur der Düsenplatte um mindestens 5°C und bis zu 40°C erhöht. Bei den Versuchen haben sich vorteilhafte Erhöhungen der Temperatur um 8 bis 20°C ergeben. Auszugehen ist stets von der Temperatur, die sich durch die Berührung der Düsenplatte mit der Schmelze und dem beheizten Spinnkasten ergibt. Bei - normalerweise - relativ niedriger Temperatur der Düsenplatte muß die Aufheizung durch zusätzliche Wärmezufuhr entsprechend größer sein.

Es werden nicht nur die Wärmestrahlungsverluste auf der Unterseite der Spinnplatte ausgeglichen, sondern es erfolgt auch eine zusätzliche Temperaturerhöhung. Während bei einem herkömmlichen Verfahren an der Unterseite der Spinn Düse Temperaturen von ca. 290° gemessen wurden, ergab sich bei einer Anstrahlung mit einem Strahler von 550°C eine Temperaturerhöhung auf 310°C . Der Strahler hat sich als besonders betriebssicher erwiesen. Es ist jedoch davon auszugehen, daß in der Düsenplatte auch Widerstandsheizdrähte verlegt werden können, die eine entsprechende Aufheizung der Düsenplatte erlauben. Die Nachteile einer solchen Ausführung, insbesondere die Schwierigkeiten der Fertigung, liegen auf der Hand. Andererseits kann in diesem Falle die Düse leicht gereinigt werden. Der ringförmige Strahler hat dem gegenüber den Vorteil, daß er zwar einerseits verhindert, daß die Düse und insbesondere die Düsenunterseite durch die darunter liegende Anblasung unmittelbar getroffen wird. Auf der anderen Seite ergibt sich innerhalb des ringförmigen Strahlers doch ein ausreichender Luftaustausch, um Dämpfe, insbesondere Monomere und Oligomere abzuführen und unzulässige Ablagerungen an der Düsenunterseite zu vermeiden. Zum Reinigen der Düsenunterseite wird der Strahler einseitig in einem Scharnier aufgehängt, so daß er nach unten weggeklappt werden kann.

**Reißdehnung [%] in Abhängigkeit von der
Abzugsgeschwindigkeit $\left(\frac{l_{Br}-l}{l} \cdot 100 \right)$**

Fadentiter (denier/Filament)

	0.3	0.5	1	2	4
2000	132 %	155 %			
2500	103 %	122 %	142 %	153 %	
3000	81 %	96 %	114 %	121 %	138 %
3500	70 %	78 %	91 %	97 %	110 %
4000	63 %	69 %	76 %	80 %	90 %
4500	56 %	61 %	67 %	70 %	76 %
5000	50 %	54 %	60 %	63 %	67 %
5500	45 %	48 %	52 %	56 %	59 %
6000	40 %	43 %	48 %	49 %	52 %

Tab.1

BEZUGSZEICHENAUFSTELLUNG

- 1 Faden
- 2 Fülleinrichtung
- 3 Extruder
- 4 Motor
- 5 Heizeinrichtung

6	Schmelzeleitung
8	Motorsteuerung
9	Pumpe
10	Spinnkopf
5 11	Düse
12	Filamente
13	Präparationswalze
14	Kühlschacht
15	Anblasung
10 16	Abzugsgalette, Überlaufrolle
18	Antriebsmotor
19	Streckgalette
20	Überlaufrolle
21	Antriebsmotor
15 22	Frequenzgeber
23	Frequenzgeber, Streckverhältnissteuerung
24	Abzugssteuerung
25	Kopffadenführer
26	Changierdreieck
20 27	Changiereinrichtung
28	Kontaktwalze
29	Kontaktwalzenwelle
30	ferromagnetische Einlage
31	Impulsgeber
25 33	Spule
34	Spindel
35	Spulhülse
36	Antriebsmotor
37	Spindelsteuerung
30 38	Fadenführer
39	Eingangslieferwerk
43	Heizungssteuerung
44	Pumpenmotor
45	Pumpensteuerung
35 46	Heizer
47	Kühlschiene
48	Falschdraller
49	Extrudersteuerung
50	Augangslieferwerk
40 51	Kühlsteuerung
52	Aufwickelspule, Texturierspule
53	Düsentopf
54	Spinnkasten
55	Isolierung
45 56	Ring, Strahlungsheizkörper
57	Heizband, Widerstandsheizer
58	Innenfläche
59	Zuleitung

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines multifilen Fadens aus thermoplastischem Material durch Schmelz-Spinnen eines vororientierten Fadens (POY) und Verstrecken des vororientierten Fadens (POY) mit folgenden Verfahrensschritten:

55

- 1.1 Aufschmelzen des thermoplastischen Materials zu einer Schmelze;
- 1.2 Fördern der Schmelze mit einer vorgegebenen Fördermenge pro Zeiteinheit;

1.3 Auspressen der Schmelze durch die Düsenlöcher einer Düsenplatte, wobei eine Wärmezufuhr zu der Düsenplatte erfolgt durch Wärmeübertragung von der Schmelze und dem die Düsenplatte aufnehmenden beheizten Spinnkasten;

1.4 Zusammenfassen der aus den Düsenlöchern austretenden Filamente zu einem Faden;

1.5 Abziehen des Fadens von der Spindüse mit einer vorgegebenen Abzugsgeschwindigkeit von von mehr als 2000 m/min, die so hoch ist, daß der Faden eine Vororientierung seiner Moleküle erhält;

1.6 Verstrecken des Fadens zwischen zwei Lieferwerken mit einem vorgegebenen Verstreckverhältnis

1.7 Anpassen der Verfahrensschritte 1.5 und 1.6 durch Einstellen der Abzugsgeschwindigkeit und des Verstreckverhältnisses nach dem physikalisch vorgegebenen Zusammenhang zwischen der Abzugsgeschwindigkeit des Fadens und seiner Verstreckbarkeit

1.8 Anpassen des Verfahrensschritts 1.2 in Bezug auf den Verfahrensschritt 1.7 durch Abstimmen der Fördermenge auf die eingestellte Abzugsgeschwindigkeit und das vorgegebene Verstreckverhältnis in der Weise, daß der Faden den vorgegebene Endtiter (dtex) erhält;

1.9 Aufwickeln des Fadens Kennzeichen:

1.10 in Verfahrensschritt 1.3:

Zusätzliche Wärmezufuhr zu der Schmelze in der Düsenplatte und/oder unmittelbar beim Austritt aus der Düsenplatte;

1.11 in dem Verfahrensschritt 1.7:

Anpassen der Abzugsgeschwindigkeit oder des Verstreckverhältnisses an den geänderten physikalischen Zusammenhang zwischen Abzugsgeschwindigkeit und Verstreckverhältnis, der sich in Abhängigkeit von der der Schmelze zugeführten Wärmemenge ergibt.

1.12 in dem Verfahrensschritt 1.2 und 1.8:

Anpassen der Fördermenge an die angepaßte Abzugsgeschwindigkeit bzw. das angepaßte Verstreckverhältnis derart, daß der vorgegebene Endtiter erreicht wird.

2. Verfahren zum Herstellen eines multifilen Fadens mit vorgegebenem Endtiter aus thermoplastischem Material durch Schmelz-Spinnen und Verstrecken mit folgenden Verfahrensschritten:

2.1 Aufschmelzen des thermoplastischen Materials zu einer Schmelze;

2.2 Fördern der Schmelze mit einer vorgegebenen Fördermenge pro Zeiteinheit;

2.3 Auspressen der Schmelze durch die Düsenlöcher einer Düsenplatte, wobei eine Wärmezufuhr zu der Düsenplatte erfolgt durch Wärmeübertragung von der Schmelze und dem die Düsenplatte aufnehmenden beheizten Spinnkasten;

2.4 Zusammenfassen der aus den Düsenlöchern austretenden Filamente zu einem Faden;

2.5 Abziehen des Fadens von der Spindüse mit einer vorgegebenen Abzugsgeschwindigkeit von von mehr als 2000 m/min, die so hoch ist, daß der Faden eine Vororientierung seiner Moleküle erhält;

2.6 Aufwickeln des vororientierten Fadens zu einer Spule;

2.7 Abziehen des vororientierten Fadens von der Spule;

2.8 Verstrecken des Fadens zwischen zwei Lieferwerken mit einem vorgegebenen Verstreckverhältnis

2.9 in den Verfahrensschritten 2.5 oder 2.8 Einstellen der Abzugsgeschwindigkeit oder des Verstreckverhältnisses nach einem physikalisch gegebenen Zusammenhang (Diagramm 1) und

2.10 in dem Verfahrensschritt 2.2 :

Einstellen der Fördermenge in der Weise, daß der vororientierte Faden bei der durch die Verfahrensschritte 2.8 und 2.9 vorgegebenen Einstellung der Abzugsgeschwindigkeit bzw. des Verstreckverhältnisses den Titer (den) erhält, der sich aus dem vorgegebenen Endtiter und dem eingestellten Verstreckverhältnis ergibt.

2.11 Aufwickeln des Fadens Kennzeichen:

2.12 Wärmezufuhr zu der Schmelze in der Düsenplatte und/oder unmittelbar beim Austritt aus der Düsenplatte;

2.13 in den, Verfahrensschritt 2.9:

Anpassen der Abzugsgeschwindigkeit oder des Verstreckverhältnisses an den geänderten physikalischen Zusammenhang zwischen Abzugsgeschwindigkeit und Verstreckverhältnis, der sich in Abhängigkeit von der der Schmelze zugeführten Wärmemenge ergibt.

2.14 in dem Verfahrensschritt 2.2 und 2.10:

Anpassen der Fördermenge an die erhöhte Abzugsgeschwindigkeit bzw. das erhöhte Verstreckverhältnis derart, daß der vorgegebene Endtiter erreicht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Wärmezufuhr zu der Schmelze beim Austritt aus der Düsenplatte durch Anblasen der Schmelze-Stränge mit einem heißen Gas- oder Luftstrom erfolgt, der Luftstrom senkrecht auf die Filamente oder mit einer auf die Unterseite der Düsenplatte gerichteten Komponente quer zu den Filamenten gerichtet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Wärmezufuhr durch Aufheizen der Düsenplatte erfolgt, wobei vorzugsweise der Wärmeverlust der Düsenplatte durch die Anblasung der Filamente, Abstrahlung usw. mehr als ausgeglichen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Wärmezufuhr durch Infrarot-Anstrahlung der Unterseite der Düsenplatte erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Anstrahlung der Unterseite der Düsenplatte allseitig, z. B. durch einen die Düsenplatte ringförmig umgebenden Strahler erfolgt, dessen Strahlungsflächen unter einen, Winkel gegen die Unterseite der Düsenplatte gerichtet sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Strahler einseitig durch Scharnier wegklappbar ist.

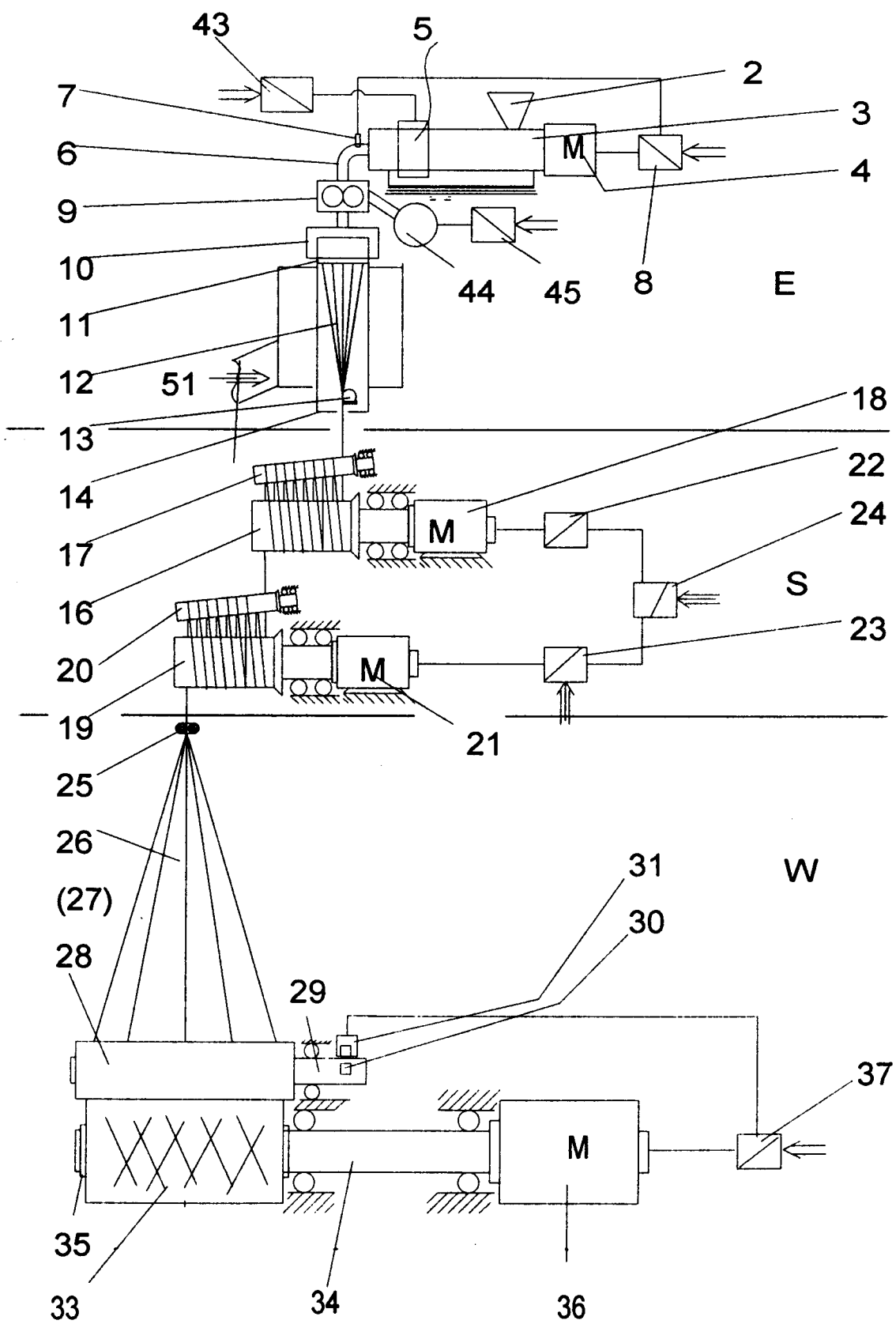


Fig. 1

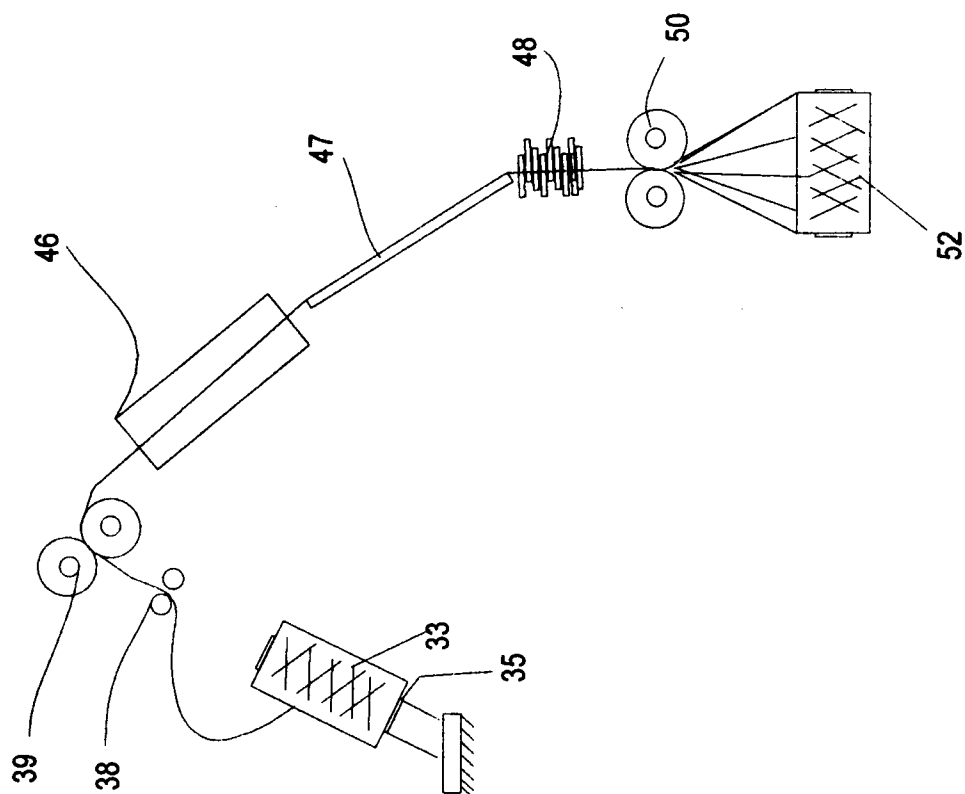


Fig. 3

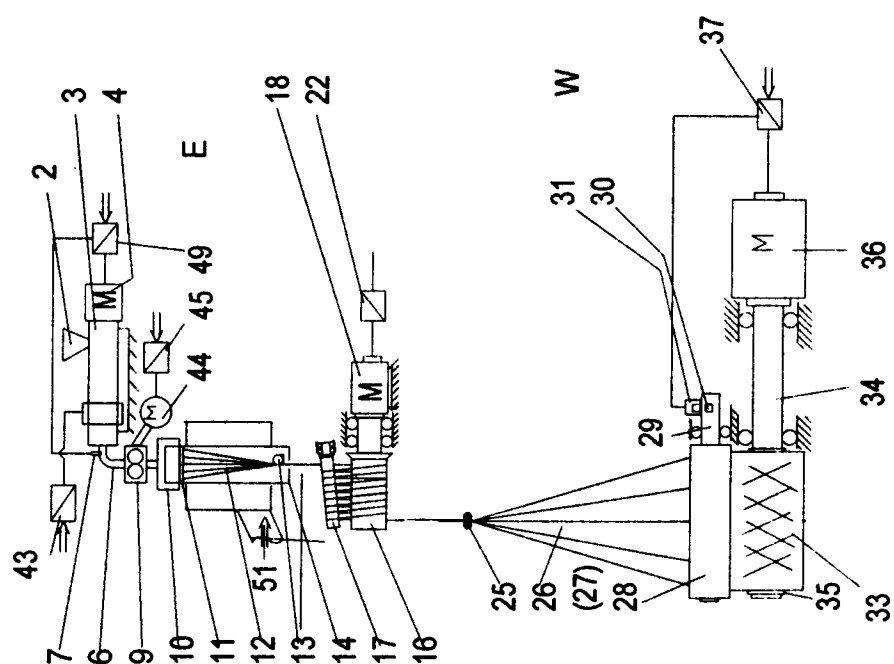


Fig. 2

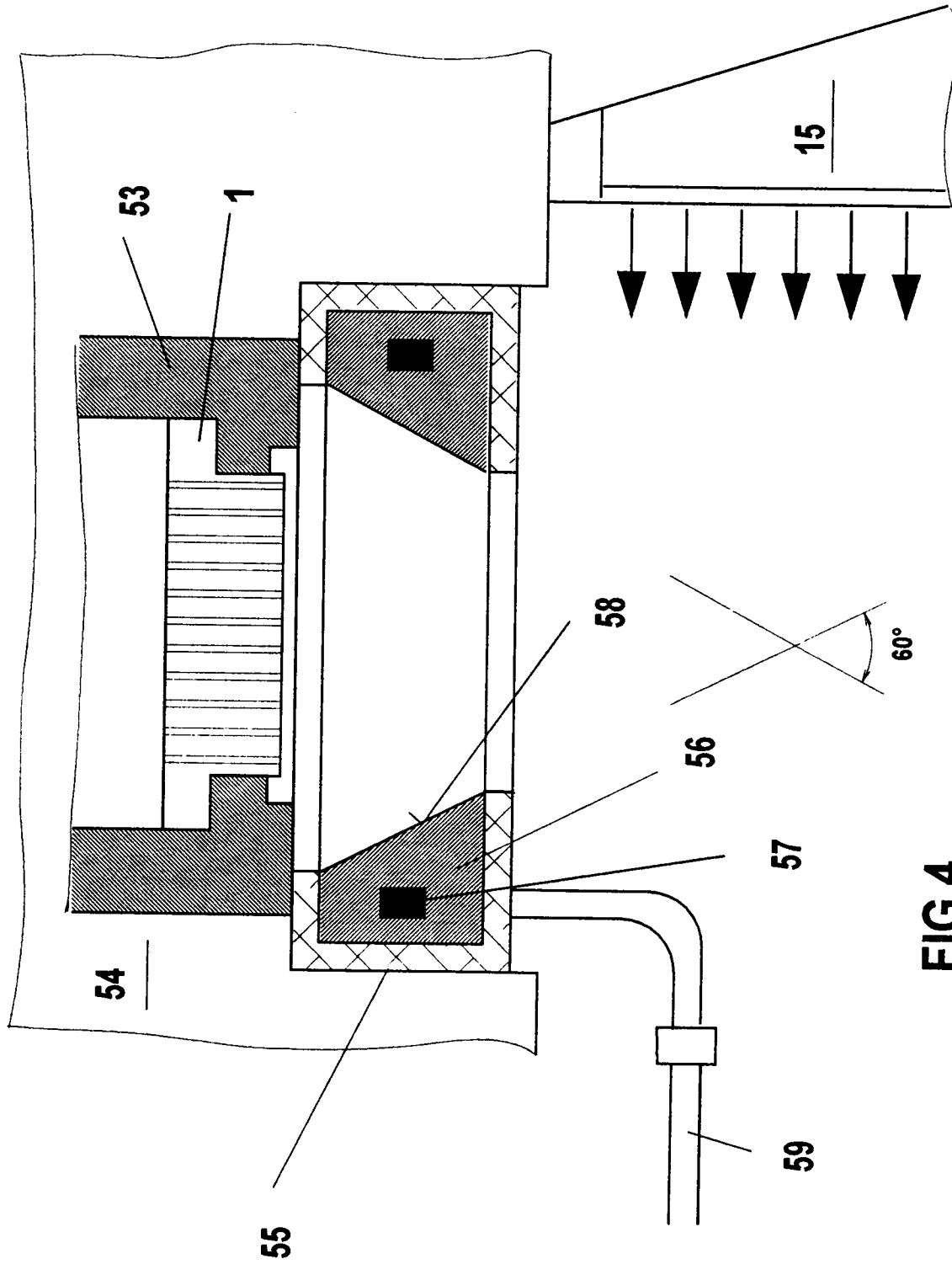


FIG.4

Reißdehnung [%] in Abhängigkeit von der
Abzugsgeschwindigkeit $\left(\frac{l_{Br} - l}{l} \cdot 100 \right)$

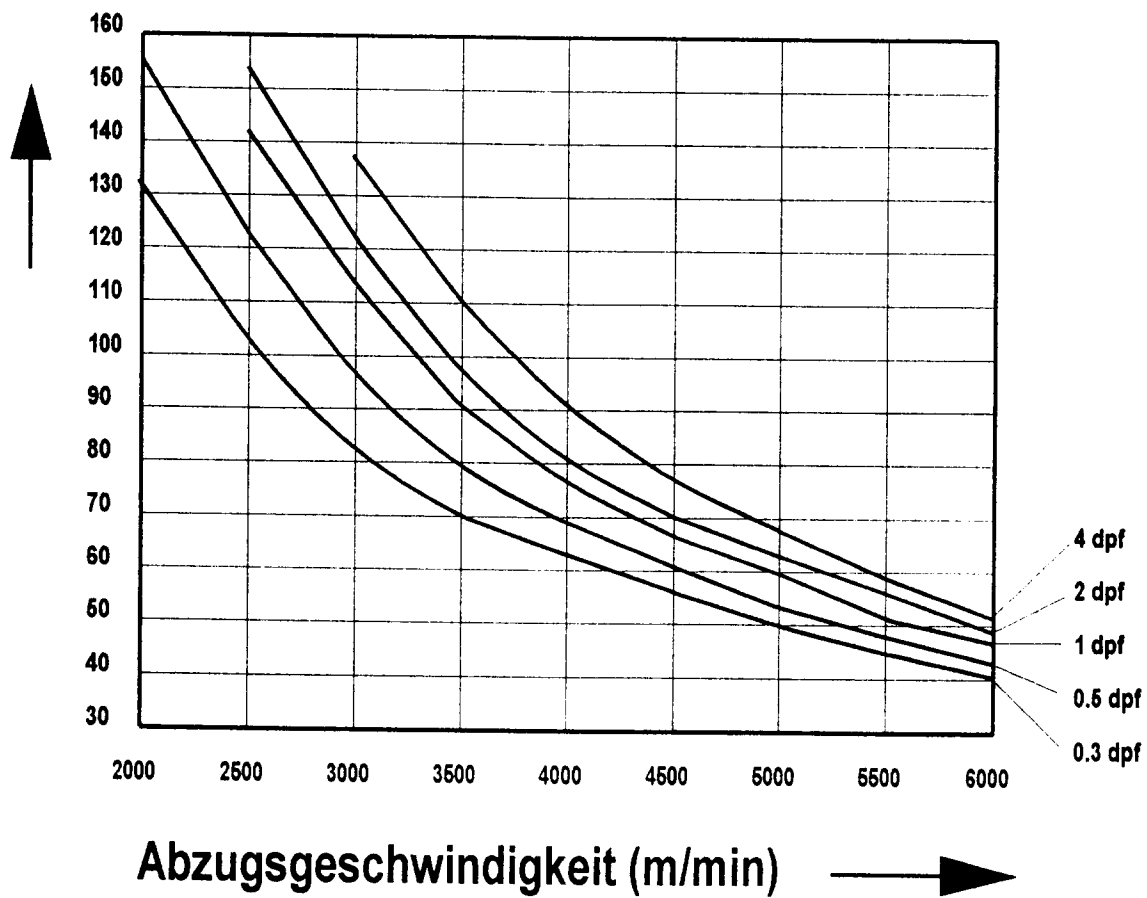


Fig.5

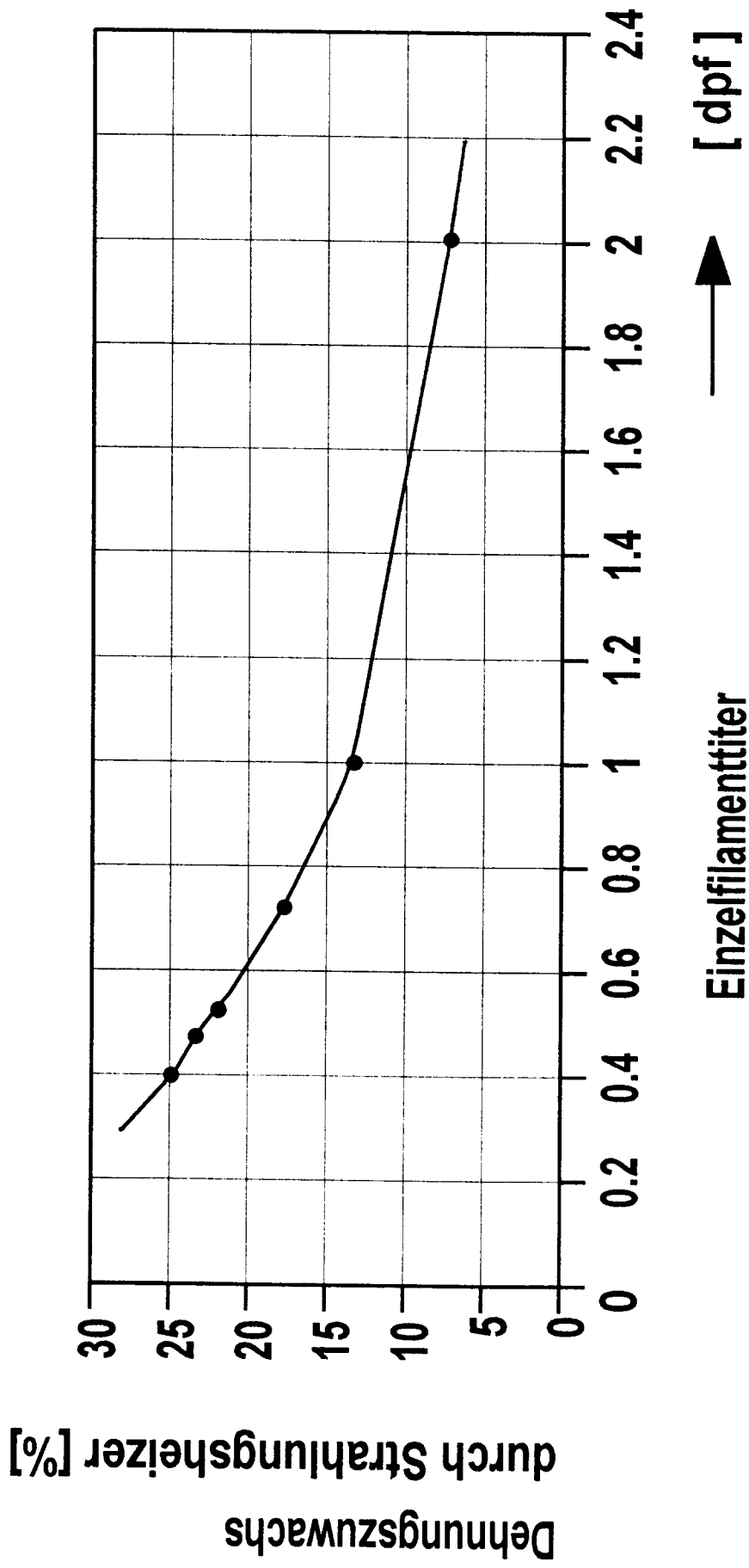


Fig.6