

(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
29. Januar 2009 (29.01.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/012916 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
D01D 5/092 (2006.01) D01F 6/62 (2006.01)

BOER, Johannes Frederik [NL/NL]; Heideweg 6,
NL-6823 JV Arnhem (NL).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/005783

(74) Anwälte: OBERLEIN, Gerriet usw.; CPW GmbH, Kasi-
nostrasse 19-21, 42103 Wuppertal (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Juli 2008 (16.07.2008)

(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, 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, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
07014367.2 21. Juli 2007 (21.07.2007) EP

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US*): DIOLEN INDUSTRIAL FIBERS B.V. [NL/NL];
Westervoortsedijk 73, NL-6827 AV Arnhem (NL).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): KRINS, Bastiaan
[NL/NL]; Grijskopspecht 29, NL-7827 RE Emmen (NL).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SPINNING METHOD

(54) Bezeichnung: SPINVERFAHREN

(57) Abstract: A method is proposed for spinning a multifilament yarn from a thermoplastic material comprising the following steps, in which the melted material is extruded through a spinneret to form a filament bundle having a large amount of filaments and is wound up as a multifilament yarn after solidifying, wherein the spinneret has a multiplicity of nozzle holes, and the ends of the holes, at which the filaments emerge, form a nozzle-hole outlet plane, and wherein the filament bundle is cooled below the spinneret in a first cooling zone, first of all by means of at least one transverse blowing operation with a gaseous cooling medium and by means of an extraction means for the gaseous cooling medium which lies opposite said transverse blowing means, and subsequently the filament bundle is cooled further in a second cooling zone below the first cooling zone by automatic suction of gaseous cooling medium which is situated in the vicinity of the filament bundle, characterized in that, in the first cooling zone, the at least one transverse blowing operation of the gaseous cooling medium over a blowing section AC of length L is effected, wherein the blowing section AC has an upper start A which faces the nozzle holes and a lower end C which faces away from the nozzle holes, and a section BD is arranged opposite the blowing section AC, which section BD has a start B which faces the nozzle holes and an end D which faces away from the nozzle holes, and the imaginary section AB between A and B extends parallel to the nozzle-hole outlet plane, wherein the section BD is of length L, and wherein the section BD is divided into an open extraction section BX of length L_{BX} , over which the gaseous cooling medium is extracted, and into a closed section XD of length L_{XD} , wherein the ratio $L_{BX} : L_{XD}$ lies in the range from 0.15 : 1 to 0.5 : 1.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Spinnen eines Multifilamentgarns aus einem thermoplastischen Material vorgestellt umfassend die Schritte, bei welchem das aufgeschmolzene Material durch eine Spindüse zu einem Filamentbündel mit vielen Filamenten extrudiert und nach dem Erstarren als Multifilamentgarn aufgewickelt wird, wobei die Spindüse eine Vielzahl von Düsenlöchern aufweist, und die Enden der Löcher, an denen die Filamente austreten, eine Düsenlochaustrittsebene bilden, und wobei das Filamentbündel unterhalb der Spindüse in einer ersten Abkühlzone zuerst mittels mindestens einer Queranblasung durch ein gasförmiges Kühlmedium und mittels einer dieser Queranblasung gegenüberliegenden Absaugung des gasförmigen Kühlmediums abgekühlt wird, und danach in einer zweiten Abkühlzone unterhalb der ersten Abkühlzone das Filamentbündel durch Selbstansaugung von in der Umgebung des Filamentbündels befindlichem gasförmigen Kühlmedium weiter abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in der ersten Abkühlzone die mindestens eine Queranblasung des gasförmigen Kühlmediums über eine Anblasstrecke AC der Länge L erfolgt, wobei die Anblasstrecke AC einen oberen den Düsenlöchern zugewandten Anfang A und ein unteres von den Düsenlöchern abgewandtes Ende C aufweist, und der Anblasstrecke AC gegenüber eine Strecke BD angeordnet ist, welche einen den Düsenlöchern zugewandten Anfang B und ein von den Düsenlöchern abgewandtes Ende D aufweist, und die zwischen A und B gedachte Strecke AB parallel zur Düsenlochaustrittsebene verläuft, wobei die Strecke BD die Länge L hat, und wobei die Strecke BD unterteilt ist in eine offene Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} , über welche das gasförmige Kühlmedium abgesaugt wird, und in eine geschlossene Strecke XD der Länge L_{XD} , wobei das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,15 : 1 bis 0,5 : 1 liegt.

WO 2009/012916 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Spinnverfahren

* * *

Beschreibung:

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spinnen eines Multifilamentgarns aus einem thermoplastischen Material umfassend die Schritte, bei welchem das aufgeschmolzene Material durch eine Vielzahl von Düsenlöchern einer Spinndüse zu einem Filamentbündel mit vielen Filamenten extrudiert und nach dem Erstarren als Multifilamentgarn aufgewickelt wird, und bei welchem das Filamentbündel unterhalb der Spinndüse abgekühlt wird.

Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung Multifilamentgarne, insbesondere Polyester multifilamentgarne und Corde, die solche Polyester filamentgarne enthalten.

Ein Verfahren wie oben beschrieben ist aus der WO 2004/005594 bekannt. Dabei wird das Filamentbündel unterhalb der Spinndüse in zwei Stufen abgekühlt, wobei das Filamentbündel unterhalb der Spinndüse in einer ersten Abkühlzone zuerst mittels einer Queranblasung durch ein gasförmiges Kühlmedium und mittels einer der Queranblasung gegenüberliegenden Absaugung des gasförmigen Kühlmediums abgekühlt wird, und danach in einer zweiten Abkühlzone unterhalb der ersten Abkühlzone das Filamentbündel im wesentlichen durch Selbstansaugung von in der Umgebung des Filamentbündels befindlichem gasförmigen Kühlmedium weiter abgekühlt wird. Zwar bewirkt das in der WO 2004/005594 beschriebene Verfahren eine effektive Abkühlung der extrudierten Filamente.

Jedoch besteht ein Bedürfnis, ein Multifilamentgarn spinnen zu können, das einen hohen Gesamttiter, eine Dimensionsstabilität, die zumindest so gut ist, wie die Dimensionsstabilität der aus dem Verfahren von WO 2004/005594 resultierenden Garne, und ein akzeptables Laufverhalten aufweist.

Dabei bedeutet der im folgenden mit D_s abgekürzte Begriff „Dimensionsstabilität“ die Summe aus der Dehnung des Garns in % nach Anlegen einer spezifischen Kraft von 410 mN/tex („elongation at specific tension“) EAST und des Heißluftschumpfs („hot air shrinkage“) HAS in % bei 180 °C, einer Vorspannung von 5 mN/tex und über eine Messdauer von 2 Minuten, also $D_s = \text{EAST} + \text{HAS}$, wobei HAS den Absolutwert des Heißluftschumpfs meint.

Ferner beinhaltet der Begriff „Laufverhalten“ die Flusenzahl pro 10 kg Garn und die Fadenbruchzahl pro 1000 kg Garn.

Daher stellt sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, womit aus einem thermoplastischem Material ein Multifilamentgarn gesponnen werden kann, das einen hohen Gesamttiter, eine Dimensionsstabilität, die zumindest so gut ist, wie die Dimensionsstabilität der aus dem Verfahren von WO 2004/005594 resultierenden Garne, und ein akzeptables Laufverhalten aufweist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Spinnen eines Multifilamentgarns aus einem thermoplastischen Material umfassend die Schritte, bei welchem das aufgeschmolzene Material durch eine Spinndüse zu einem Filamentbündel mit vielen Filamenten extrudiert und nach dem Erstarren als Multifilamentgarn aufgewickelt wird, wobei die Spinndüse eine Vielzahl von Düsenlöchern aufweist, und die Enden der Löcher, an denen die Filamente austreten, eine Düsenlochaustrittsebene bilden, und wobei das Filamentbündel unterhalb der Spinndüse in einer ersten Abkühlzone zuerst mittels mindestens einer Queranblasung durch ein gasförmiges Kühlmedium und mittels einer dieser Queranblasung gegenüberliegenden Absaugung des gasförmigen Kühlmediums abgekühlt wird, und danach in einer zweiten

Abkühlzone unterhalb der ersten Abkühlzone das Filamentbündel durch Selbstan-
saugung von in der Umgebung des Filamentbündels befindlichem gasförmigen
Kühlmedium weiter abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in der ersten Ab-
kühlzone die mindestens eine Queranblasung des gasförmigen Kühlmediums über
eine Anblasstrecke AC der Länge L erfolgt, wobei die Anblasstrecke AC einen o-
ber den Düsenlöchern zugewandten Anfang A und ein unteres von den Düsenlö-
chern abgewandtes Ende C aufweist, und der Anblasstrecke AC gegenüber eine
Strecke BD angeordnet ist, welche einen den Düsenlöchern zugewandten Anfang B
und ein von den Düsenlöchern abgewandtes Ende D aufweist, und die zwischen A
und B gedachte Strecke AB parallel zur Düsenlochaustrittsebene verläuft, wobei die
Strecke BD die Länge L hat, und wobei die Strecke BD unterteilt ist in eine offene
Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} , über welche das gasförmige Kühlmedium abge-
saugt wird, und in eine geschlossenen Strecke XD der Länge L_{XD} , wobei das Ver-
hältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,15 : 1 bis 0,5 : 1 liegt.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es überraschenderweise möglich, ohne
jegliche Verklebung Filamentbündel aus thermoplastischem Material direkt aus der
Spinndüse zu spinnen („direct spinning“), deren Gesamttiter 1800 dtex und darüber
beträgt, wobei das Laufverhalten, d.h. die Flusenzahl pro 10 kg Garn und auch die
Fadenbruchzahl pro 1000 kg Garn deutlich kleiner ist als bei einem Multifilament-
garn, dessen in WO 2004/005594 beschriebenes Herstellungsverfahren sich von
dem erfindungsgemäßen Verfahren nur dadurch unterscheidet, dass in der ersten
Abkühlzone die Absaugung des gasförmigen Kühlmediums über die gesamte Länge
 $BD = L$ erfolgt. Ferner ist die Dimensionsstabilität des resultierenden Multifilament-
garns, $D_s = EAST + HAS$, zumindest so gut wie D_s der Garne, die aus dem in WO
2004/005594 beschriebenen Verfahren resultieren.

Auch beim Spinnen von Multifilamentgarnen mit einem Gesamttiter unterhalb von
1800 dtex verbessert das erfindungsgemäße Verfahren die Qualität des Spinnpro-
zesses im Vergleich zum in WO 2004/005594 beschriebenen Verfahren in Gestalt
einer deutlich verringerten Flusenzahl pro 10 kg Garn und einer ebenfalls deutlich

kleineren Fadenbruchzahl pro 1000 kg Garn bei mindestens gleich guter Dimensionsstabilität.

Um die genannten vorteilhaften Effekte des erfindungsgemäßen Verfahrens zu realisieren, ist es erfindungswesentlich, dass die Strecke BD unterteilt ist in eine offene Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} , über welche das gasförmige Kühlmedium abgesaugt wird, und in eine geschlossene Strecke XD der Länge L_{XD} , wobei das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,15 : 1 bis 0,5 : 1 liegt.

Ist die Strecke BD nicht in eine offene Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} und in eine geschlossene Strecke XD der Länge L_{XD} unterteilt, sodass die Absaugung in der ersten Abkühlzone über die gesamte Länge $BD = L$ erfolgt, kommt es bei ansonsten gleichen Verfahrensbedingungen

- entweder zu einer derart intensiven Verklebung der Filamente, dass es vollkommen unmöglich ist, ein Filamentgarn mit einem Gesamttiter von 1800 dtex oder gar darüber zu spinnen (Schwarz-weiß – Effekt)
- oder das Spinnen eines Multifilamentgarns mit einem Gesamttiter von 1800 dtex oder darüber ist zwar durch Absenkung des Streckverhältnisses möglich, liefert aber ein Multifilamentgarn mit inakzeptabel hohen Werten der Flusenzahl pro 10 kg Garn und der Fadenbruchzahl pro 1000 kg Garn. Zudem besitzt das Garn eine zu geringe Dimensionsstabilität, d.h. einen zu großen Wert von $D_s = EAST + HAS$.

Bei einem Gesamttiter unterhalb von 1800 dtex lässt sich zwar auch mit einer über die gesamte Länge $BD = L$ offenen Absaugstrecke ein Filamentbündel erspinnen. Jedoch ist bei ansonsten gleichen Bedingungen wie im erfindungsgemäßen Verfahren die Flusenzahl und die Zahl der Fadenbrüche deutlich höher als im erfindungsgemäßen Verfahren.

Erfindungsgemäß liegt das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,15 : 1 bis 0,5 : 1. Bei einem Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$, das kleiner ist als 0,15 : 1 reicht der auf die Filamente ausgeübte Abkühlungseffekt nicht aus und es kommt zur Verklebung der Filamente. Bei einem Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$, das größer ist als 0,5 : 1 kommt kein ausreichend stabiles Laufverhalten zustande.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,2 : 1 bis 0,4 : 1, besonders bevorzugt im Bereich von 0,25 : 1 bis 0,35 : 1 und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,27 : 1 bis 0,33 : 1.

Die absolute Länge L_{BX} der Absaugstrecke BX und die absolute Länge der geschlossenen Strecke L_{XD} der geschlossenen Strecke XD ist – solange das resultierende Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im erfindungsgemäßen Bereich liegt – in weiten Bereichen einstellbar. Um die vorstehend beschriebenen vorteilhaften Effekte des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders ausgeprägt zu erhalten, wird es bevorzugt, dass L_{BX} eine Länge im Bereich von 5 cm bis 50 cm und L_{XD} eine Länge im Bereich von 20 cm bis 150 cm hat. Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren mit Werten von L_{BX} im Bereich von 10 cm bis 25 cm und mit Werten von L_{XD} im Bereich von 35 cm bis 75 cm durchgeführt. Ganz besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren mit Werten von L_{BX} im Bereich von 12 cm bis 21 cm und mit Werten von L_{XD} im Bereich von 49 cm bis 58 cm durchgeführt.

Erfindungsgemäß verläuft die zwischen A und B gedachte Strecke parallel zur Düsenlochaustrittsebene. Zur gedachten Strecke AB bildet die Anblasstrecke AC einen Winkel α und die Absaugstrecke BX einen Winkel β , wobei die Beträge von α und β gleich oder verschieden sein können. In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Anblasstrecke AC zur gedachten Strecke AB einen Winkel α von 60° bis 90° auf und die Absaugstrecke BX weist zur gedachten Strecke AB einen Winkel β von 60° bis 90° auf.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Anblasstrecke AC zur gedachten Strecke AB einen Winkel α von 90° auf und die Absaugstrecke BX weist zur gedachten Strecke AB einen Winkel β von 90° auf.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Anblasstrecke AC zur gedachten Strecke AB einen Winkel α von 60° bis $< 90^\circ$ auf und die Absaugstrecke BX weist zur gedachten Strecke AB einen Winkel β von 90° auf.

Grundsätzlich ist es bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, dass der Winkel β , den die Absaugstrecke BX zur gedachten Strecke AB bildet, verschieden ist von dem Winkel β' , den die Strecke XD zur gedachten Strecke AB bildet. Jedoch wird das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise so durchgeführt, dass die Winkel β und β' gleich sind.

Im erfindungsgemäßen Verfahren wird das Filamentbündel in der ersten Abkühlzone durch das gasförmige Kühlmedium querangeblasen und mittels einer der Queranblausung gegenüberliegenden Absaugung durch die Absaugstrecke BX abgekühlt. Dies kann z.B. derart erfolgen, dass das Filamentbündel zwischen der Anblasstrecke AC der Länge L und der Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} hindurch geführt wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Filamentstrom zu teilen und beispielsweise in der Mitte zwischen zwei Filamentströmen in der ersten Abkühlzone eine Anblasstrecke AC der Länge L einzurichten, z.B. in Gestalt eines perforierten Rohrs der Länge L. In dieser Ausführungsform kann man dann das gasförmige Kühlmedium von der Mitte der Filamentbündel über die Anblasstrecke AC der Länge L aus durch die Filamentbündel nach außen blasen und durch die Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} absaugen. Des Weiteren kann das erfindungsgemäße Verfahren auch so durchgeführt werden, dass ein in der Mitte der Filamentströme verlaufendes perforiertes Rohr als Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} fungiert und das gasförmige Kühlmedium absaugt,

das über die Anblasstrecke AC der Länge L von außen nach innen querangeblasen wird.

Es ist für das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt, wenn die Anströmgeschwindigkeit des gasförmigen Kühlmediums in der ersten Abkühlzone zwischen 0,1 und 1 m/s beträgt. Bei diesen Geschwindigkeiten kommt es zu einer gleichmäßigen Abkühlung weitgehend ohne Verwirbelungen und Ausbildung von Haut/Kern-Unterschieden bei der Kristallisation.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das gasförmige Kühlmedium, bevor es in der ersten Abkühlzone der mindestens einen Queranblasung zugeführt wird, mittels einer ersten Temperiervorrichtung temperiert, d.h. abgekühlt oder erwärmt. Diese Ausführungsform erlaubt eine von der Umgebungstemperatur unabhängige Prozessführung, was sich vorteilhaft auf die Dauerstabilität des Verfahrens, z.B. hinsichtlich Tag-Nacht bzw. Sommer-Winter-Unterschieden, auswirkt.

Die zweite Stufe der Abkühlung wird im erfindungsgemäßen Verfahren mittels Selbstansaugung („self suction yarn cooling“) durchgeführt. Dabei reißt das Filamentbündel das in seiner Umgebung befindliche gasförmige Kühlmedium, z.B. Umgebungsluft, mit sich und wird dabei weiter abgekühlt. In diesem Fall kommt es zu einer Strömung des gasförmigen Kühlmediums, die weitgehend parallel zur Laufrichtung des Filamentbündels verläuft. Dabei ist es wichtig, dass das gasförmige Kühlmedium wenigstens von zwei Seiten an das Filamentbündel herankommt.

Dies kann im erfindungsgemäßen Verfahren dadurch erreicht werden, dass die Selbstansaugereinheit durch zwei perforierte und zum Filamentbündel parallel verlaufende Materialien, wie z.B. perforierte Platten, gebildet wird. Die Länge der Platten beträgt mindestens 10 cm und kann nach oben hin durchaus bis zu mehreren Metern betragen. Durchaus üblich sind Längen für diese Selbstansaugungsstrecke von 30 cm bis 150 cm, die auch für das erfindungsgemäße Verfahren geeignet sind.

Auf die eben beschriebenen Weise lässt sich eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchführen, wobei in der zweiten Abkühlzone das Filamentbündel so zwischen perforierten Materialien, wie z.B. perforierten Platten, durchgeführt wird, dass das gasförmige Kühlmedium durch Selbstansaugung der Filamente des Filamentbündels von zwei Seiten auf die Filamente treffen kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Filamentbündel in der zweiten Abkühlzone durch ein perforiertes Rohr geführt. Solche „Self-suction-Rohre“ sind dem Fachmann bekannt. Sie ermöglichen das Mitreißen des gasförmigen Abkühlmediums durch das Filamentbündel in einer Weise, die Verwirbelungen weitgehend vermeidet. Dabei hat das perforierte Rohr eine Porosität $P_{\text{Rohr}} = F_o/F$ im Bereich von 0,1 bis 0,9 und besonders bevorzugt im Bereich von 0,30 bis 0,85, wobei F_o die offene Mantelfläche des Rohres und F die gesamte Mantelfläche des Rohres bedeutet.

Jedoch kann die zweite Abkühlzone auch dergestalt als „Self-suction-Zone“ ausgebildet sein, dass ein Schacht mit quadratischer oder rechteckiger Grundfläche gebildet wird, wobei die Wände des Schachts aus zwei einander gegenüberliegenden geschlossenen Platten und aus zwei einander gegenüberliegenden porösen Platten gebildet werden. Dabei weist die eine poröse Platte eine Porosität $P_1 = F_{o1}/F_1$ auf, wobei F_{o1} die offene Fläche dieser Platte und F_1 die gesamte Fläche dieser Platte bedeutet. Ferner weist die andere poröse Platte eine Porosität $P_2 = F_{o2}/F_2$ auf, wobei F_{o2} die offene Fläche dieser Platte und F_2 die gesamte Fläche dieser Platte bedeutet. Dabei kann die Porosität der einen Platte P_1 gleich oder verschieden sein von der Porosität P_2 der anderen Platte. Die Werte von P_1 und die von P_2 liegen vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,9, besonders bevorzugt im Bereich von 0,2 bis 0,85.

Es ist möglich, das Kühlmedium, welches in der zweiten Abkühlzone durch das Filamentbündel angesaugt wird, zu temperieren, z.B. durch die Verwendung von Wärmeaustauschern. Diese Ausführungsform erlaubt eine von der Umgebungstempera-

tur unabhängige Prozessführung, was sich vorteilhaft auf die Dauerstabilität des Verfahrens, z.B. hinsichtlich Tag-Nacht bzw. Sommer-Winter-Unterschieden, auswirkt.

Zwischen der Spinddüse oder Düsenplatte und dem Beginn der ersten Abkühlzone befindet sich üblicherweise noch ein Heizrohr. Abhängig vom Filamenttyp ist dieses dem Fachmann geläufige Element zwischen 10 und 40 cm lang.

Wie bereits erwähnt, umfasst das erfindungsgemäße Verfahren in der ersten Abkühlzone mindestens eine Queranblasung durch ein gasförmiges Kühlmedium. Dies bedeutet, dass die erste Abkühlzone nicht nur eine erste Queranblasung sondern auch eine zweite, dritte usw. Queranblasung aufweisen kann, wobei diese Queranblasungen auf der Anblasstrecke AC unmittelbar nacheinander angeordnet sind und in Summe die Länge L aufweisen. Dabei kann grundsätzlich jede dieser Queranblasungen mit einer Anblasmenge an gasförmigem Kühlmedium betrieben werden, die unabhängig einstellbar ist von den Anblasmengen an gasförmigem Kühlmedium, mit denen die jeweils anderen Queranblasungen betrieben werden. Ferner kann grundsätzlich jede dieser Queranblasungen mit einer Temperatur des gasförmigem Kühlmedium betrieben werden, die unabhängig einstellbar ist von den Temperaturen der gasförmigen Kühlmedien, mit denen die jeweils anderen Queranblasungen betrieben werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die erste Abkühlzone auf der Anblasstrecke AC eine erste Queranblasung und eine unmittelbar daran anschließende zweite Queranblasung auf, wobei die erste und zweite Queranblasung in Summe die Länge L aufweisen, und wobei die erste Queranblasung mit einer Anströmgeschwindigkeit v_{11} des gasförmigen Kühlmediums betrieben wird, und die zweite Queranblasung mit einer Anströmgeschwindigkeit des gasförmigen Kühlmediums v_{12} betrieben wird, und wobei v_{11} verschieden ist von v_{12} .

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die erste Abkühlzone auf der Anblasstrecke AC eine erste Queranblasung und

eine unmittelbar daran anschließende zweite Queranblasung auf, wobei die erste und zweite Queranblasung in Summe die Länge L aufweisen, und wobei die erste Queranblasung mit einer Temperatur T_{11} des gasförmigen Kühlmediums betrieben wird und die zweite Queranblasung mit einer Temperatur T_{12} des gasförmigen Kühlmediums betrieben wird, und wobei T_{11} verschieden ist von T_{12} .

Durch die o.g. beiden Ausführungsformen wird es möglich, die Abkühlbedingungen in der ersten Abkühlzone besonders genau an wechselnde Abkühlerfordernisse anzupassen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch so durchgeführt werden, dass das Filamentbündel in der zweiten Abkühlzone durch Selbstansaugung von in der Umgebung des Filamentbündels befindlichem gasförmigen Kühlmedium weiter abgekühlt wird, wobei das gasförmige Kühlmedium vor dem Eintritt in die zweite Abkühlzone temperiert wird.

Im erfindungsgemäßen Verfahren wird zur Abkühlung des Filamentbündels ein gasförmiges Kühlmedium eingesetzt. Darunter ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung jedes gasförmige Medium zu verstehen, das zum Kühlen von Filamentbündeln geeignet ist, ohne dabei die Eigenschaften des entstehenden Multifilamentgarns in unerwünschter Weise zu beeinflussen, z.B. durch Bildung unerwünschter Reaktionsprodukte aus dem gasförmigen Kühlmedium und dem entstehenden Multifilamentgarn. Vorzugsweise wird im erfindungsgemäßen Verfahren als gasförmiges Kühlmedium Luft und/oder ein Inertgas, wie Stickstoff oder Argon, eingesetzt, wobei in der ersten und zweiten Abkühlzone entweder das gleiche oder verschiedene gasförmige Kühlmedien eingesetzt werden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt nach der Abkühlung des Filamentbündels in der zweiten Abkühlzone und vor der Aufwicklung eine ein- oder mehrstufige Verstreckung der Filamente. Somit ist das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise ein kontinuierliches Spinn-Streck-

Aufwickel – Verfahren („spinning drawing winding process“). Unter dem Begriff Verstreckung sollen hier alle üblichen und dem Fachmann geläufigen Methoden verstanden werden, um die Filamente zu verziehen. Dies kann beispielsweise durch Galetten, einzeln oder in Duos, oder Ähnliches durchgeführt werden. Es soll ausdrücklich erwähnt werden, dass sich Verstreckung sowohl auf Verstreckverhältnisse größer als 1 als auch auf solche Verhältnisse, die kleiner sind als 1, bezieht. Letztere Verhältnisse sind der Fachperson unter dem Begriff der Relaxation geläufig. Dabei können im erfindungsgemäßen Verfahren Verstreckverhältnisse größer und kleiner als 1 durchaus nebeneinander auftreten.

Das Gesamtverstreckverhältnis berechnet sich üblicherweise aus dem Verhältnis der Streckgeschwindigkeit zur Spinnengeschwindigkeit der Filamente, d.h. der Geschwindigkeit, mit der die Filamentbündel die Abkühlzonen verlassen und am ersten Galettenpaar der Verstreckvorrichtung fixiert werden. Eine typische Konstellation ist beispielsweise eine Spinnengeschwindigkeit von 2760 m/min, eine Streckgeschwindigkeit von 6000 m/min, eine additionelle Relaxation im Anschluss an die Verstreckung von 0,5 %, d.h. eine Geschwindigkeit der letzten Galette von 5970 m/min. Das resultiert in einem Gesamtverstreckverhältnis von 2,17.

Erfindungsgemäß sind daher für die Aufwicklung Geschwindigkeiten von mindestens 2000 m/min bevorzugt, insbesondere von mindestens 2500 m/min. Prinzipiell sind dem Prozess im Rahmen des technisch Realisierbaren nach oben hin keine Grenzen hinsichtlich der Geschwindigkeit gesetzt. Allgemein werden für den oberen Geschwindigkeitsbereich bei der Aufwicklung jedoch etwa 8000 m/min bevorzugt, besonders bevorzugt 6500 m/min. Bei den an sich üblichen Gesamtverstreckverhältnissen von 1,5 bis 3,0 ergeben sich also Bereiche von etwa 500 bis etwa 4000 m/min, bevorzugt 2000 bis 3500 m/min und besonders bevorzugt von 2500 bis 3500 m/min für die Spinnengeschwindigkeit.

Den Verstreckeinrichtungen vorgelagert und hinter den Abkühlzonen kann sich noch ein an sich bekannter Fallschacht befinden.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich prinzipiell zum Spinnen eines Multifilamentgarns aus jedem thermoplastischen Material und ist daher nicht auf bestimmte thermoplastische Materialien beschränkt. Vielmehr lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Spinnen aller zu Filamenten extrudierbaren thermoplastischen Materialien anwenden, insbesondere zum Spinnen eines Multifilamentgarns aus einem thermoplastischen Polymer. Daher wird das im erfindungsgemäßen Verfahren einzusetzende thermoplastische Material vorzugsweise aus einer Gruppe enthaltend thermoplastische Polymere gewählt, wobei die Gruppe Polyester, Polyamid, Polyolefin oder auch Mischungen bzw. Copolymere aus diesen Polymeren enthalten kann.

Ganz besonders bevorzugt besteht das im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte thermoplastische Material im wesentlichen aus Polyethylenterephthalat.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt einer beispielhaften Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens:

Aus einer Spindüse 1 wird durch eine Vielzahl von Düsenlöchern, deren Enden eine Düsenlochaustrittsebene bilden, ein multifiler Faden, d.h. ein Filamentbündel 2 gesponnen. Das Filamentbündel 2 wird mit einer Vorrichtung zur Queranblasung I mit gasförmigem Kühlmedium angeblasen. Die Queranblasung erfolgt über eine Anblasstrecke AC der Länge L, wobei A den oberen den Düsenlöchern zugewandten Anfang und C das untere von den Düsenlöchern abgewandte Ende der Anblasstrecke AC bildet. Die Punkte A bzw. C bezeichnen das obere bzw. untere Ende der ersten Abkühlzone. Gegenüber der Anblasstrecke AC ist eine Strecke BD angeordnet, welche einen den Düsenlöchern zugewandten Anfang B und ein von den Düsenlöchern abgewandtes Ende D aufweist. A und B sind so angeordnet, dass die zwischen A und B gedachte Strecke AB parallel zur Düsenlochaustrittsebene verläuft.

Der Winkel α zwischen der gedachten Strecke AB und der Anblasstrecke AC beträgt 90° . Der Winkel β zwischen der gedachten Strecke AB und der Strecke BD beträgt ebenfalls 90° . Die Strecke BD ist unterteilt in eine offene Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} , über welche das gasförmige Kühlmedium mit einer Absaugvorrichtung II abgesaugt wird, und in eine geschlossenen Strecke XD der Länge L_{XD} , wobei das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von $0,15 : 1$ bis $0,5 : 1$ liegt.

Unterhalb der ersten Abkühlzone, deren linkes Ende durch C und deren rechtes Ende durch D bezeichnet ist, schließt sich unmittelbar eine zweite Abkühlzone an. Somit markieren C bzw. D auch der Anfang der linken bzw. rechten Seite der zweiten Abkühlzone. Die zweite Abkühlzone wird links durch eine perforierte Platte festgelegt, die eine Selbstansaugungsstrecke CE der Länge L_{CE} bildet, über welche das Filamentbündel 2 allein durch seine Bewegung gasförmiges Kühlmedium ansaugt. Die zweite Abkühlzone wird rechts durch eine weitere perforierte Platte festgelegt, die eine Selbstansaugungsstrecke DF der Länge L_{DF} bildet, über welche das Filamentbündel 2 ebenfalls allein durch seine Bewegung gasförmiges Kühlmedium ansaugt. Die an die zweite Abkühlzone anschließende Verstreckung und Aufwicklung des ersponnenen Multifilaments ist nicht gezeigt.

Wie eingangs erwähnt, erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren erstmals die Herstellung eines Multifilamentgarns, insbesondere eines Polyester multifilamentgarns in einem kontinuierlichen Spinn-Streck-Aufwickelprozess mit einem Gesamttiter von mindestens 1800 dtex, und einer Dimensionsstabilität $D_s = EAST + HAS$ von höchstens 11,0 % und mit einer Flusenzahl, die mindestens 5 % geringer ist als die Flusenzahl eines Polyester filamentgarns, das unter den gleichen Bedingungen gesponnen wird, außer, dass $L_{BX} : L_{XD} = 1$ ist.

Deshalb ist ein solches Polyester multifilamentgarn ebenfalls Teil der vorliegenden Erfindung. Dabei kann die Obergrenze des Gesamttiters im Prinzip beliebig große Werte annehmen, wie im folgenden begründet wird: Die eingangs erwähnte Düsenlochaustrittsebene kann als Teil einer Spinn Düsenplatte ausgeführt sein, welche eine

Länge und eine Breite aufweist. Durch Ausdehnung der Spinndüsenplatte in die Breite ist es grundsätzlich möglich, mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens beliebig große Gesamttiter zu erspinnen. Jedoch wird der Fachmann aus praktischen Überlegungen eine Obergrenze für den Gesamttiter des Polyester multifilamentgarns wählen, der im Bereich von 1800 dtex bis 5000 dtex und vorzugsweise im Bereich von 2000 dtex bis 3600 dtex liegt.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Polyester multifilamentgarn eine Dimensionsstabilität $D_s = EAST + HAS$ von höchstens 10,5 % auf.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Polyester multifilamentgarn eine Bruchfestigkeit von mehr als 60 cN/tex, besonders bevorzugt von mehr als 65 cN/tex auf.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Polyester multifilamentgarn eine Flusenzahl auf, die mindestens 50 %, besonders bevorzugt mindestens 60 % geringer ist als die Flusenzahl eines Polyester filamentgarns, das unter den gleichen Bedingungen gesponnen wird, außer, dass $L_{BX} : L_{XD} = 1$ ist. Z.B. beträgt die Flusenzahl weniger als 500 pro 10 kg Garn, besonders bevorzugt weniger als 250 pro 10 kg Garn.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Polyester multifilamentgarn eine Fadenbruchzahl von weniger als 25 pro 1000 kg Garn, besonders bevorzugt von weniger als 10 pro 1000 kg Garn auf.

Das erfindungsgemäße Polyester multifilamentgarn zeichnet sich vorzugsweise dadurch aus, dass das Garn eine Bruchfestigkeit T in mN/tex und einer Bruchdehnung E in % aufweisen, wobei das Produkt aus der Bruchfestigkeit T und der dritten Wurzel aus der Bruchdehnung E , $T \cdot E^{1/3}$, mindestens 1600 mN %^{1/3}/tex beträgt und vorzugsweise zwischen 1600 und 1800 mN %^{1/3}/tex liegt.

Die Messungen der Bruchfestigkeit T sowie der Bruchdehnung E für die Bestimmung des Parameters $T \cdot E^{1/3}$ erfolgen gemäß ASTM 885 und sind dem Fachmann im übrigen bekannt.

Die Bestimmung der Flusenzahl pro 10 kg Garn erfolgt mit dem Gerät ENKA Tecnica FR V.

Die Bestimmung der Fadenbrüche pro 1000 kg Garn erfolgt durch Zählen.

Die Messung der EAST erfolgt gemäß ASTM 885 und die Bestimmung des HAS erfolgt ebenfalls nach der ASTM 885, mit der Maßgabe, dass die Messung bei 180 °C, bei 5 mN/tex und über eine Messdauer von 2 Minuten durchgeführt wird.

Das o.g. Polyester multifilamentgarn ist besonders gut für technische Anwendungen geeignet, insbesondere für die Verwendung in Reifencord.

Ein aus dem erfindungsgemäßen Polyester multifilamentgarn hergestellter ungedippter Cord weist für das Produkt $T \cdot E^{1/3}$ einen Wert auf, der mindestens 1375 mN %^{1/3}/tex, vorzugsweise bis zu 1800 mN %^{1/3}/tex beträgt. Daher ist ein solcher ungedippter Cord ebenfalls Teil der vorliegenden Erfindung.

Schließlich gehört zur vorliegenden Erfindung ein gedippter Cord umfassend ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Polyester multifilamentgarn, wobei der Cord nach dem Dippen ein Retentionsvermögen R_t aufweist und sich dadurch auszeichnet, dass der Qualitätsfaktor Q_f , d.h. das Produkt aus $T \cdot E^{1/3}$ des Polyester multifilamentgarns und R_t des Cordes, größer ist als 1350 mN %^{1/3}/tex und vorzugsweise bis zu 1800 mN %^{1/3}/tex beträgt.

Unter dem Retentionsvermögen ist der dimensionslose Quotient aus der Bruchfestigkeit des Cordes nach dem Dippen und der Bruchfestigkeit der Fäden zu verstehen.

Weiterhin eignet sich das Verfahren auch gut für die Herstellung von technischen Garnen. Die für die Spinnung von technischen Garnen nötigen Einstellungen, insbesondere die Wahl der Düse sowie die Länge des Heizrohres, sind dem Fachmann bekannt.

Die Erfindung soll anhand der nachstehenden Beispiele näher erläutert werden, ohne auf diese Beispiele beschränkt zu sein.

Beispiel 1: Herstellung von Polyethylenerephthalat-Multifilamentgarnen mit einem Garntiter von 2220 dtex

Polyethylenerephthalat-Granulat mit einer relativen Viskosität von 2,04 (gemessen an einer Lösung von 1 g Polymer in 125 g einer Mischung aus 2,4,6-Trichlorphenol und Phenol (TCF/F, 7:10 m/m) bei 25 °C in einem Ubbelohde (DIN 51562) Viskosimeter) wird gesponnen, wobei $\alpha=\beta=90^\circ$ gewählt wird, und abgekühlt. Das ersponnene Filamentbündel läuft zunächst durch ein Heizrohr, danach durch die sich unmittelbar an das Heizrohr anschließende erste Abkühlzone und durch die sich an die erste Abkühlzone unmittelbar anschließende zweite Abkühlzone.

Dabei weist die erste Abkühlzone eine Anblasstrecke auf, die unterteilt ist in eine erste Queranblasung und unmittelbar daran anschließend in eine zweite Queranblasung, mittels derer das Filamentbündel mit Luft von jeweils unterschiedlicher Temperatur und Anströmgeschwindigkeit querangeblasen wird. Der ersten Queranblasung gegenüber und unmittelbar anschließend an das Heizrohr befindet sich eine offene Absaugstrecke bestimmter Länge, über welche die querangeblasene Luft mit einer bestimmten Absaugleistung abgesaugt wird. Unmittelbar anschließend an die Absaugstrecke folgt eine geschlossene Strecke bestimmter Länge.

Unmittelbar an die zweite Queranblasung der ersten Abkühlzone schließt sich die zweite Abkühlzone an, die durch einen Schacht gebildet wird, der zwei gegenüberliegende poröse Platten mit unterschiedlicher Porosität umfasst, wobei die eine Platte unterhalb der Anblasstrecke der ersten Abkühlzone und die zweite Platte unterhalb der Absaugstrecke der ersten Abkühlzone angeordnet ist. In der zweiten Abkühlzone wird das Filamentbündel durch die Luft gekühlt, die es als Folge seiner Bewegung durch die porösen Platten hindurch selbstansaugt. In Tabelle 1 sind die Spinn- und Abkühlbedingungen zusammengefasst. Dabei bedeuten:

- L Länge der Anblasstrecke in der ersten Abkühlzone
- T_{11} Temperatur der Luft, mit der das Filamentbündel in der ersten Queranblasung der ersten Abkühlzone querangeblasen wird;
- v_{11} Anströmgeschwindigkeit der Luft, mit der das Filamentbündel in der ersten Queranblasung der ersten Abkühlzone querangeblasen wird;
- L_{11} Länge der ersten Queranblasung in der ersten Abkühlzone;
- T_{12} Temperatur der Luft, mit der das Filamentbündel in der zweiten Queranblasung der ersten Abkühlzone querangeblasen wird;
- v_{12} Anströmgeschwindigkeit der Luft, mit der das Filamentbündel in der zweiten Queranblasung der ersten Abkühlzone querangeblasen wird;
- L_{12} Länge der zweiten Queranblasung in der ersten Abkühlzone;
- L_{BX} Länge der offenen Absaugstrecke BX in der ersten Abkühlzone;
- L_{XD} Länge der geschlossenen Strecke XD in der ersten Abkühlzone;
- V/t Absaugleistung, mit der die Luft in der ersten Abkühlzone durch die offene Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} abgesaugt wird;
- P_1 Porosität der porösen Platte in der zweiten Abkühlzone unterhalb der Anblasstrecke;
- P_2 Porosität der porösen Platte in der zweiten Abkühlzone unterhalb der Absaugstrecke;
- T_2 Temperatur der durch das Filamentbündel in der zweiten Abkühlzone selbstangesaugten Luft;
- L_{CE} Länge der Selbstansaugungsstrecke in der zweiten Abkühlzone;

Tabelle 1: Spinn- und Abkühlbedingungen

| | | |
|-----------------------------------|------|---------------------------|
| Garntiter | 2200 | [dtex] |
| Einzeltiter | 4,4 | [dtex] |
| Spinndüse | | |
| - Zahl der Löcher | 501 | |
| - Lochdurchmesser | 800 | [μm] |
| Länge des Heizrohres | 150 | [mm] |
| Temperatur im Heizrohr | 200 | [$^{\circ}\text{C}$] |
| Erste Abkühlzone | | |
| - L | 700 | [mm] |
| - T_{11} | 55 | [$^{\circ}\text{C}$] |
| - V_{11} | 0,60 | [m/min] |
| - L_{11} | 500 | [mm] |
| - T_{12} | 30 | [$^{\circ}\text{C}$] |
| - V_{12} | 0,85 | [m/min] |
| - L_{12} | 200 | [mm] |
| - V/t | 230 | [m^3/h] |
| - L_{BX} | 160 | [mm] |
| - L_{XD} | 540 | [mm] |
| - $L_{\text{BX}} : L_{\text{XD}}$ | 0,30 | |
| Zweite Abkühlzone | | |
| - L_{CE} | 500 | [mm] |
| - T_2 | 30 | [$^{\circ}\text{C}$] |
| - P_1 | 0,32 | |
| - P_2 | 0,70 | |

Unmittelbar nach Durchlaufen der zweiten Abkühlzone wird das Multifilament gebündelt und läuft durch ein Rohr in eine Verstreckvorrichtung, womit das Multifilament mit den in Tabelle 2 aufgeführten Streckverhältnissen bei einer Streckgeschwindigkeit von 6000 m/min verstreckt und aufgewickelt wird, wodurch einstufig hergestellte Polyethlenterephthalat-Multifilamentgarne mit einem Garntiter von 2200 dtex erhalten werden, deren Flusenzahlen und Bruchfestigkeiten, $T \cdot E^{1/3}$ -Werte und Dimensionsstabilitäten D_s ebenfalls in Tabelle 2 aufgeführt sind (s. Garne Nr. 1-8).

Vergleichsbeispiel 1:

Zum Vergleich werden die Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. V1-V6 wie in Beispiel 1 hergestellt mit dem Unterschied, dass in der ersten Abkühlzone die Absaugung über die gesamte Länge $BD = L = 700$ mm erfolgt.

Tabelle 2: Streckverhältnisse, Streckgeschwindigkeiten v_s , Bruchfestigkeiten T, $T \cdot E^{1/3}$ -Werte, Flusenzahlen und Ds-Werte der erfindungsgemäßen Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. 1-8 und der Vergleichs-Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. V1-V6

| | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Beispiel 1 | | | | | | | | |
| Garn-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Streckverhältnis | 2,000 | 2,025 | 2,050 | 2,075 | 2,100 | 2,125 | 2,150 | 2,175 |
| v_s [m/min] | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| T [mN/tex] | 607 | 633 | 621 | 635 | 647 | 667 | 670 | 689 |
| $T \cdot E^{1/3}$ [mN % ^{1/3} /tex] | 1560 | 1588 | 1529 | 1564 | 1584 | 1617 | 1597 | 1628 |
| Flusenzahl | 160 | 129 | 244 | 157 | 132 | 212 | 257 | 417 |
| Ds [%] | 11,0 | 10,6 | 10,9 | 11,0 | 11,0 | 10,9 | 11,0 | 10,9 |
| Vergleichs- beispiel 1 | | | | | | | | |
| Garn-Nr. | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | - | - |
| Streckverhältnis | 2,000 | 2,025 | 2,050 | 2,075 | 2,100 | 2,125 | - | - |
| v_s [m/min] | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | - | - |
| T [mN/tex] | 617 | 633 | 622 | 663 | 656 | 651 | - | - |
| $T \cdot E^{1/3}$ [mN % ^{1/3} /tex] | 1561 | 1569 | 1529 | 1621 | 1568 | 1570 | - | - |
| Flusenzahl | 172 | 405 | 687 | 876 | 977 | 1265 | - | - |
| Ds [%] | 11,0 | 11,2 | 11,3 | 11,1 | 11,1 | 11,4 | - | - |

Der Vergleich der Flusenzahlen der erfindungsgemäß hergestellten Garne 1-6 mit den Flusenzahlen der Vergleichsgarne V1-V6 zeigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren zu Garnen mit einer deutlich kleineren Flusenzahl und damit zu einem er-

heblich verbesserten Laufverhalten des Multifilaments führt. Die Verringerung der Flusenzahl beträgt in diesem Beispiel zwischen 7 % (vergleiche Garn 1 mit Vergleichsgarn V1) und 86 % (vergleiche Garn 5 mit Vergleichsgarn V5). Dabei beträgt die Dimensionsstabilität D_s der erfindungsgemäß hergestellten Garne höchstens 11,0 % und ist unter ansonsten gleichen Bedingungen gleich gut oder sogar besser als D_s der Vergleichsgarne V1-V6. Ferner zeigen die erfindungsgemäß hergestellten Garne 7 und 8, dass es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich ist, Garne mit einem Garntiter von 2200 dtex, hoher Festigkeit und einer Flusenzahl herzustellen, die eine kontinuierliche Spinnung erlaubt. Im Gegensatz dazu führt der Versuch, unter den Bedingungen des Vergleichsbeispiels bei einer Streckgeschwindigkeit von 6000 m/min ein Streckverhältnis von 2,150 einzustellen, zu einer derart intensiven Verklebung der Filamente, das ein kontinuierliches Spinnen unmöglich ist. Dies gilt erstrecht für den Versuch, unter den genannten Bedingungen ein Streckverhältnis von 2,175 einzustellen. Schließlich zeigen die erfindungsgemäß hergestellten Garne 6 und 8, dass es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei Wahl eines geeigneten Streckverhältnisses möglich ist, die $T \cdot E^{1/3}$ -Werte in den bevorzugten Bereich von mindestens 1600 mN %^{1/3}/tex zu bringen.

Beispiel 2: Herstellung von Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarnen mit einem Garntiter von 1670 dtex

Polyethylenterephthalat-Granulat mit einer relativen Viskosität von 2,04 (gemessen an einer Lösung von 1 g Polymer in 125 g einer Mischung aus 2,4,6-Trichlorphenol und Phenol (TCF/F, 7:10 m/m) bei 25 °C in einem Ubbelohde (DIN 51562) Viskosimeter) wurde gesponnen, wobei $\alpha = \beta = 90^\circ$ gewählt wurde. Das ersponnene Filamentbündel durchläuft wie in Beispiel 1 ein Heizrohr, dann durch die sich unmittelbar anschließende erste Abkühlzone und durch die sich unmittelbar daran anschließende zweite Abkühlzone. In Tabelle 3 sind die Spinn- und Abkühlbedingungen zusammengefasst, wobei die Spinn- und Abkühlparameter die gleiche Bedeutung haben wie in Beispiel 1.

Tabelle 3: Spinn- und Abkühlbedingungen

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Garntiter | 1670 [dtex] |
| Einzeltiter | 4,1 [dtex] |
| Spinndüse | |
| - Zahl der Löcher | 412 |
| - Lochdurchmesser | 800 [µm] |
| Länge des Heizrohres | 150 [mm] |
| Temperatur im Heizrohr | 200 [°C] |
| Erste Abkühlzone | |
| - L | 700 [mm] |
| - T ₁₁ | 55 [°C] |
| - V ₁₁ | 0,60 [m/min] |
| - L ₁₁ | 500 [mm] |
| - T ₁₂ | 55 [°C] |
| - V ₁₂ | 0,85 [m/min] |
| - L ₁₂ | 200 [mm] |
| - V/t | 230 [m ³ /h] |
| - L _{BX} | 160 [mm] |
| - L _{XD} | 540 [mm] |
| - L _{BX} : L _{XD} | 0,30 |
| Zweite Abkühlzone | |
| - L _{CE} | 500 [mm] |
| - T ₂ | 30 [°C] |
| - P ₁ | 0,23 |
| - P ₂ | 0,32 |

Unmittelbar nach Durchlaufen der zweiten Abkühlzone wird das Multifilament gebündelt und läuft durch ein Rohr in eine Verstreckvorrichtung, womit das Multifilament mit den in Tabelle 4 aufgeführten Streckverhältnissen bei einer Streckgeschwindigkeit von 6000 m/min verstreckt und aufgewickelt wird, wodurch einstufig hergestellte Polyethlenterephthalat-Multifilamentgarne mit einem Garntiter von 1670 dtex erhalten werden, deren Flusenzahlen und Bruchfestigkeiten, $T \cdot E^{1/3}$ -Werte und Dimensionsstabilitäten D_s ebenfalls in Tabelle 4 aufgeführt sind (s. Garne Nr. 1-9).

Vergleichsbeispiel 2:

Zum Vergleich wurden die Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. V1-V9 wie in Beispiel 2 hergestellt mit dem Unterschied, dass in der ersten Abkühlzone die Absaugung über die gesamte Länge $BD = L = 700$ mm erfolgte.

Tabelle 4: Streckverhältnisse, Streckgeschwindigkeiten v_s , Bruchfestigkeiten T, $T \cdot E^{1/3}$ -Werte, Flusenzahlen und Ds-Werte der erfindungsgemäßen Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. 1-9 und der Vergleichs-Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. V1-V9

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Beispiel 2 | | | | | | | | | |
| Garn-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Streckverhältnis | 2,000 | 2,025 | 2,050 | 2,075 | 2,100 | 2,125 | 2,150 | 2,175 | 2,200 |
| v_s [m/min] | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| T [mN/tex] | 622 | 646 | 666 | 645 | 680 | 702 | 694 | 699 | 740 |
| $T \cdot E^{1/3}$ [mN % ^{1/3} /tex] | 1595 | 1623 | 1627 | 1603 | 1659 | 1649 | 1620 | 1617 | 1698 |
| Flusenzahl | 20 | 31 | 23 | 22 | 30 | 26 | 50 | 90 | 110 |
| Ds [%] | 10,4 | 10,3 | 10,3 | 10,8 | 10,6 | 10,4 | 10,6 | 10,6 | 10,5 |
| Vergleichsbeispiel 2 | | | | | | | | | |
| Garn-Nr. | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 |
| Streckverhältnis | 2,000 | 2,025 | 2,050 | 2,075 | 2,100 | 2,125 | 2,150 | 2,175 | 2,200 |
| v_s [m/min] | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| T [mN/tex] | 620 | 628 | 640 | 657 | 635 | 667 | 677 | 681 | 687 |
| $T \cdot E^{1/3}$ [mN % ^{1/3} /tex] | 1597 | 1582 | 1591 | 1630 | 1535 | 1608 | 1620 | 1607 | 1568 |
| Flusenzahl | 41 | 32 | 18 | 32 | 41 | 48 | 174 | 877 | 363 |
| Ds [%] | 10,6 | 10,5 | 10,5 | 10,4 | 10,9 | 10,8 | 10,9 | 10,9 | 10,9 |

Der Vergleich der Flusenzahlen der erfindungsgemäß hergestellten Garne 1-9 mit den Flusenzahlen der Vergleichsgarne V1-V9 zeigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren fast immer zu Garnen mit einer deutlich kleineren Flusenzahl und damit zu einem erheblich verbesserten Laufverhalten des Multifilaments führt. Dabei ist die Dimensionsstabilität D_s unter ansonsten gleichen Bedingungen fast immer besser als D_s der Vergleichsgarne V1-V9.

Beispiel 3: Herstellung von Polyethylenerephthalat-Multifilamentgarnen mit einem Garntiter von 1440 dtex

Polyethylenerephthalat-Granulat mit einer relativen Viskosität von 2,04 (gemessen an einer Lösung von 1 g Polymer in 125 g einer Mischung aus 2,4,6-Trichlorphenol und Phenol (TCF/F, 7:10 m/m) bei 25 °C in einem Ubbelohde (DIN 51562) Viskosimeter) wurde gesponnen, wobei $\alpha=\beta=90^\circ$ gewählt wurde, und abgekühlt. Das ersponnene Filamentbündel durchläuft wie in Beispiel 1 ein Heizrohr, dann durch die sich unmittelbar anschließende erste Abkühlzone und durch die sich unmittelbar daran anschließende zweite Abkühlzone. In Tabelle 5 sind die Spinn- und Abkühlbedingungen zusammengefasst, wobei die Spinn- und Abkühlparameter die gleiche Bedeutung haben wie in Beispiel 1.

Tabelle 5: Spinn- und Abkühlbedingungen

| | | |
|-------------------------------------|------|---------------------|
| Garntiter | 1440 | [dtex] |
| Einzeltiter | 4,4 | [dtex] |
| Spinndüse | | |
| - Zahl der Löcher | 331 | |
| - Lochdurchmesser | 800 | [μm] |
| Länge des Heizrohres | 150 | [mm] |
| Temperatur im Heizrohr | 200 | [°C] |
| Erste Abkühlzone | | |
| - L | 700 | [mm] |
| - T ₁₁ | 55 | [°C] |
| - V ₁₁ | 0,60 | [m/min] |
| - L ₁₁ | 500 | [mm] |
| - T ₁₂ | 55 | [°C] |
| - V ₁₂ | 0,85 | [m/min] |
| - L ₁₂ | 200 | [mm] |
| - V/t | 230 | [m ³ /h] |
| - L _{BX} | 160 | [mm] |
| - L _{XD} | 540 | [mm] |
| - L _{BX} : L _{XD} | 0,30 | |
| Zweite Abkühlzone | | |
| - L _{CE} | 500 | [mm] |
| - T ₂ | 30 | [°C] |
| - P ₁ | 0,23 | |
| - P ₂ | 0,32 | |

Unmittelbar nach Durchlaufen der zweiten Abkühlzone wird das Multifilament gebündelt und läuft durch ein Rohr in eine Verstreckvorrichtung, womit das Multifilament mit den in Tabelle 6 aufgeführten Streckverhältnissen bei einer Streckgeschwindigkeit von 6000 m/min verstreckt und aufgewickelt wird, wodurch einstufig hergestellte Polyethlenterephthalat-Multifilamentgarne mit einem Garntiter von 1440 dtex erhalten werden, deren Flusenzahlen und Bruchfestigkeiten, $T \cdot E^{1/3}$ -Werte und Dimensionsstabilitäten D_s ebenfalls in Tabelle 6 aufgeführt sind (s. Garne Nr. 1-9).

Vergleichsbeispiel 3:

Zum Vergleich werden die Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. V1-V9 wie in Beispiel 3 hergestellt mit dem Unterschied, dass in der ersten Abkühlzone die Absaugung über die gesamte Länge $BD = L = 700$ mm erfolgte.

Tabelle 6: Streckverhältnisse, Streckgeschwindigkeiten v_s , Bruchfestigkeiten T, $T \cdot E^{1/3}$ -Werte, Flusenzahlen und Ds-Werte der erfindungsgemäßen Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. 1-9 und der Vergleichs-Polyethylenterephthalat-Multifilamentgarne Nr. V1-V9

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Beispiel 3 | | | | | | | | | |
| Garn-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Streckverhältnis | 2,000 | 2,025 | 2,050 | 2,075 | 2,100 | 2,125 | 2,150 | 2,175 | 2,200 |
| v_s [m/min] | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| T [mN/tex] | 631 | 606 | 643 | 660 | 679 | 668 | 684 | 703 | 729 |
| $T \cdot E^{1/3}$ [mN % ^{1/3} /tex] | 1642 | 1537 | 1633 | 1643 | 1695 | 1661 | 1633 | 1685 | 1672 |
| Flusenzahl | 6 | 10 | 55 | 18 | 10 | 15 | 26 | 17 | 49 |
| Ds [%] | 10,8 | 11,1 | 11,0 | 10,9 | 10,8 | 11,0 | 10,9 | 11,0 | 10,8 |
| Vergleichsbeispiel 3 | | | | | | | | | |
| Garn-Nr. | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 |
| Streckverhältnis | 2,000 | 2,025 | 2,050 | 2,075 | 2,100 | 2,125 | 2,150 | 2,175 | 2,200 |
| v_s [m/min] | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| T [mN/tex] | 635 | 645 | 659 | 662 | 666 | 670 | 691 | 699 | 701 |
| $T \cdot E^{1/3}$ [mN % ^{1/3} /tex] | 1620 | 1578 | 1659 | 1868 | 1629 | 1622 | 1654 | 1688 | 1674 |
| Flusenzahl | 15 | 14 | 53 | 41 | 67 | 32 | 78 | 315 | 212 |
| Ds [%] | 10,7 | 10,7 | 10,6 | 11,0 | 10,8 | 11,1 | 11,1 | 10,9 | 10,8 |

Der Vergleich der Flusenzahlen der erfindungsgemäß hergestellten Garne 1-9 mit den Flusenzahlen der Vergleichsgarne V1-V9 zeigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren fast immer zu Garnen mit einer deutlich kleineren Flusenzahl und damit zu einem erheblich verbesserten Laufverhalten des Multifilaments führt.

Spinnverfahren

Ansprüche:

1. Verfahren zum Spinnen eines Multifilamentgarns aus einem thermoplastischen Material umfassend die Schritte, bei welchem das aufgeschmolzene Material durch eine Spinndüse zu einem Filamentbündel mit vielen Filamenten extrudiert und nach dem Erstarren als Multifilamentgarn aufgewickelt wird, wobei die Spinndüse eine Vielzahl von Düsenlöchern aufweist, und die Enden der Löcher, an denen die Filamente austreten, eine Düsenlochaustrittsebene bilden, und wobei das Filamentbündel unterhalb der Spinndüse in einer ersten Abkühlzone zuerst mittels mindestens einer Queranblasung durch ein gasförmiges Kühlmedium und mittels einer dieser Queranblasung gegenüberliegenden Absaugung des gasförmigen Kühlmediums abgekühlt wird, und danach in einer zweiten Abkühlzone unterhalb der ersten Abkühlzone das Filamentbündel durch Selbstansaugung von in der Umgebung des Filamentbündels befindlichem gasförmigen Kühlmedium weiter abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in der ersten Abkühlzone die mindestens eine Queranblasung des gasförmigen Kühlmediums über eine Anblasstrecke AC der Länge L erfolgt, wobei die Anblasstrecke AC einen oberen den Düsenlöchern zugewandten Anfang A und ein unteres von den Düsenlöchern abgewandtes Ende C aufweist, und der Anblasstrecke AC gegenüber eine Strecke BD angeordnet ist, welche einen den Düsenlöchern zugewandten Anfang B und ein von den Düsenlöchern abgewandtes Ende D aufweist, und die zwischen A und B gedachte Strecke AB parallel zur Düsenlochaustrittsebene verläuft, wobei die Strecke BD die Länge L hat, und wobei die Strecke BD unterteilt ist in eine offene Absaugstrecke BX der Länge L_{BX} , über welche das gasförmige Kühlmedium abgesaugt wird, und in eine geschlossenen Strecke XD der Länge L_{XD} , wobei das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,15 : 1 bis 0,5 : 1 liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis $L_{BX} : L_{XD}$ im Bereich von 0,2 : 1 bis 0,4 : 1 liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass L_{BX} eine Länge im Bereich von 5 cm bis 50 cm und L_{XD} eine Länge im Bereich von 20 cm bis 150 cm hat.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anblasstrecke AC zur gedachten Strecke AB einen Winkel α von 60° bis 90° aufweist und die Absaugstrecke BX zur gedachten Strecke AB einen Winkel β von 60° bis 90° aufweist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Anblasstrecke AC zur gedachten Strecke AB einen Winkel α von 90° aufweist und die Absaugstrecke BX zur gedachten Strecke AB einen Winkel β von 90° aufweist.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Anblasstrecke AC zur gedachten Strecke AB einen Winkel α von 60° bis $< 90^\circ$ aufweist und die Absaugstrecke BX zur gedachten Strecke AB einen Winkel β von 90° aufweist.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das in der ersten Abkühlzone querangeblasene gasförmige Kühlmedium eine Anströmgeschwindigkeit zwischen 0,1 und 1 m/s aufweist.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das gasförmige Kühlmedium, bevor es in der ersten Abkühlzone der mindestens einen Queranblasung zugeführt wird, mittels einer ersten Temperier Vorrichtung temperiert wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der zweiten Abkühlzone das Filamentbündel so zwischen perforierten Materialien, wie z.B. perforierten Platten, durchgeführt wird, dass das gasförmige Kühlmedium durch Selbstansaugung der Filamente des Filamentbündels von zwei Seiten auf die Filamente treffen kann.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der zweiten Abkühlzone das Filamentbündel durch ein perforiertes Rohr geführt wird.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Abkühlzone auf der Anblasstrecke AC eine erste Queranblasung und eine unmittelbar daran anschließende zweite Queranblasung aufweist, wobei die erste und zweite Queranblasung in Summe die Länge L aufweisen, und wobei die erste Queranblasung mit einer Geschwindigkeit v_{11} des gasförmigen Kühlmediums betrieben wird, und die zweite Queranblasung mit einer Geschwindigkeit des gasförmigen Kühlmediums v_{12} betrieben wird, und wobei v_{11} verschieden ist von v_{12} .
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Abkühlzone auf der Anblasstrecke AC eine erste Queranblasung und eine unmittelbar daran anschließende zweite Queranblasung aufweist, wobei die erste und zweite Queranblasung in Summe die Länge L aufweisen, und wobei die erste Queranblasung mit einer Temperatur T_{11} des gasförmigen Kühlmediums betrieben wird und die zweite Queranblasung mit einer Temperatur T_{12} des gasförmigen Kühlmediums betrieben wird, und wobei T_{11} verschieden ist von T_{12} .

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Filamentbündel in der zweiten Abkühlzone durch Selbstansaugung von in der Umgebung des Filamentbündels befindlichem gasförmigen Kühlmedium weiter abgekühlt wird, wobei das gasförmige Kühlmedium vor dem Eintritt in die zweite Abkühlzone temperiert wird.
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass als gasförmiges Kühlmedium Luft und/oder ein Inertgas eingesetzt wird.
15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Abkühlung des Filamentbündels in der zweiten Abkühlzone und vor der Aufwicklung eine ein- oder mehrstufige Verstreckung der Filamente erfolgt.
16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufwicklung bei Geschwindigkeiten von mindestens 2500 m/min erfolgt.
17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das thermoplastische Material gewählt wird aus einer Gruppe enthaltend thermoplastische Polymere, wobei die Gruppe Polyester, Polyamid, Polyolefin oder Mischungen bzw. Copolymere dieser Polymere enthält.
18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das thermoplastische Material im wesentlichen aus Polyethylenterephthalat besteht.

19. Polyester multifilament yarn obtained by a continuous spinning-stretching-winding process according to one or more of claims 1 to 18 with a total titre of at least 1800 dtex, with a dimensional stability of at most 11.0 % and with a fineness number which is at least 5 % lower than the fineness number of a polyester filament yarn, which is spun under the same conditions, except that $L_{BX} : L_{XD} = 1$.
20. Polyester multifilament yarn according to claim 19 with a dimensional stability of at most 10.5 %.
21. Polyester multifilament yarn according to claim 19 or 20 with a tensile strength of more than 60 cN/tex.
22. Polyester multifilament yarn according to claim 21 with a tensile strength of more than 65 cN/tex.
23. Polyester multifilament yarn according to one or more of claims 19 to 22 with a fineness number which is at least 50 % lower than the fineness number of a polyester filament yarn, which is spun under the same conditions, except that $L_{BX} : L_{XD} = 1$.
24. Polyester multifilament yarn according to claim 23 with a fineness number which is at least 60 % lower than the fineness number of a polyester filament yarn, which is spun under the same conditions, except that $L_{BX} : L_{XD} = 1$.
25. Polyester multifilament yarn according to one or more of claims 19 to 24 with a tenacity of less than 25 per 1000 kg yarn.
26. Polyester multifilament yarn according to claim 25 with a tenacity of less than 10 per 1000 kg yarn.

27. Polyester multifilament yarn according to one or more of claims 19 to 26, characterized in that the yarn has a tensile strength T in mN/tex and an elongation E in % which indicates, where the product of the tensile strength T and the cube root of the elongation E , $T \cdot E^{1/3}$, is at least 1600 mN %^{1/3}/tex.
28. Undipped cord comprising a polyester multifilament yarn according to claim 27, characterized in that the cord has a value for the product $T \cdot E^{1/3}$ of at least 1375 mN %^{1/3}/tex.
29. Dipped cord comprising a polyester multifilament yarn according to claim 27, where the cord has a retention capacity R_t which indicates, where the product of the quality factor Q_f , i.e. the product of $T \cdot E^{1/3}$ of the polyester filament yarn and R_t of the cord, is greater than 1350 mN %^{1/3}/tex.

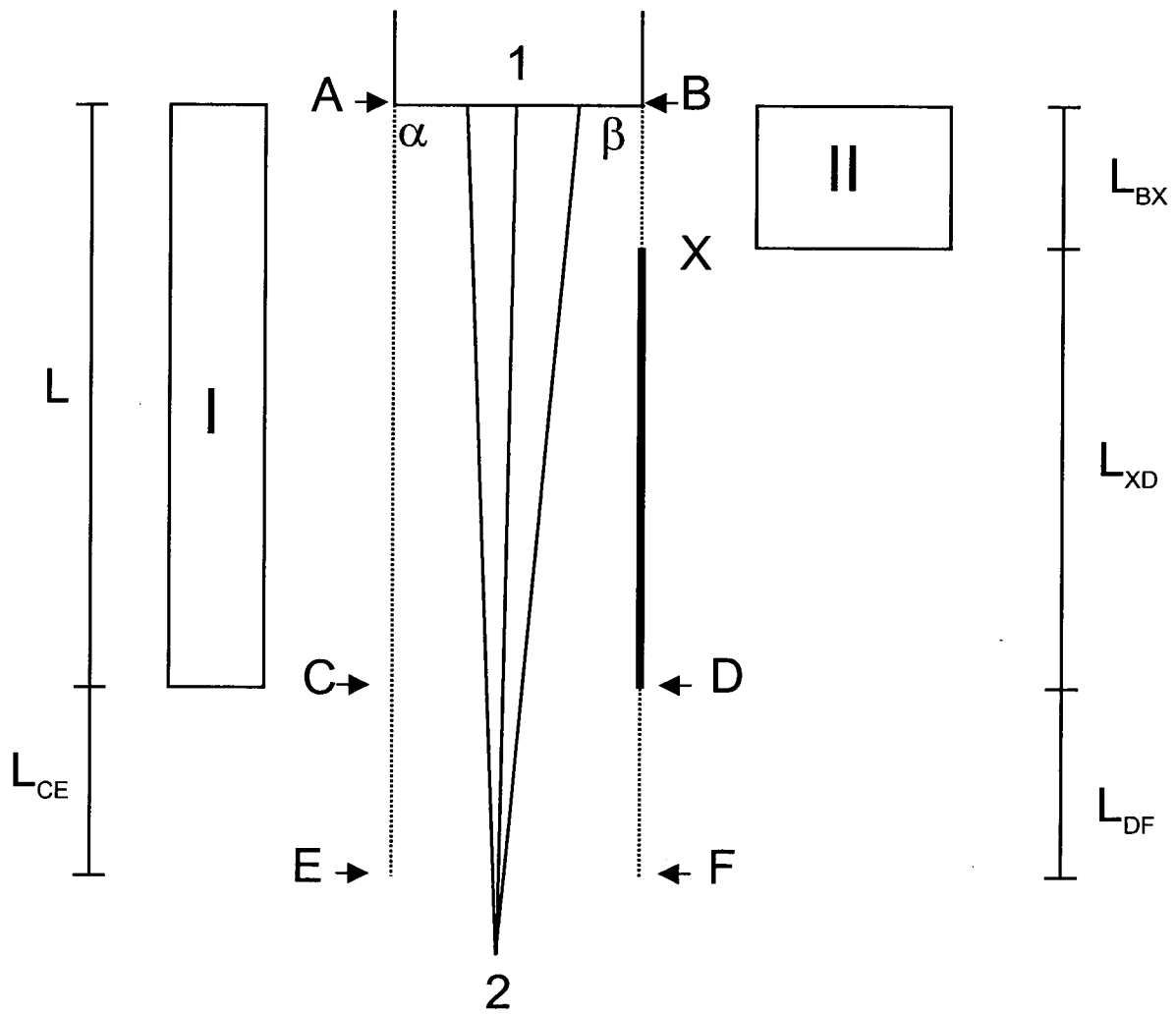


Fig.1