

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 816 538 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1998 Patentblatt 1998/02

(51) Int. Cl.⁶: **D01F 6/90**

(21) Anmeldenummer: **97108807.5**

(22) Anmeldetag: **02.06.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT NL

(30) Priorität: **31.05.1996 DE 19622027**

(71) Anmelder: **EMS-INVENTA AG**
8002 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Schuetze, Gustav, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.**
7014 Trin (CH)

• **Herbst, Thomas, Dipl.-Ing. FH**
90574 Rosstal (DE)

(74) Vertreter:
Müller-Boré & Partner
Patentanwälte
Grafinger Strasse 2
81671 München (DE)

(54) **Hochschrumpfende PA-Fasern und -Garne und Verfahren zu ihrer Herstellung sowie deren Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft hochschrumpfende Polyamidfasern, charakterisiert durch ein Mischpolymerisat auf der Basis von

- a) 80 - 95 Gew.-% ϵ -Caprolactam und
- b) 5 - 20 Gew.-% eines Copolyamids aus den Monomereinheiten Hexamethyldiamin, meta-Xylyldiamin oder Isophorondiamin in annähernd äquimolaren Mengen mit Isophthalsäure oder Adipinsäure, wobei mindestens eine der Monomereinheiten gewinkelt ist

sowie ein Verfahren zur Herstellung dieser hochschrumpfenden Polyamidfasern durch Herstellen von Filamenten in an sich bekannter Weise durch Aufschmelzen der Monomeren in einem Extruder, Austritt der Schmelze aus einer Spinnöse unter Erhalt von Filamenten, Verspinnen der Filamente zu Fasern, Dämpfen, Verstrecken, Kräuseln und Schneiden der Fasern, wobei die Kräuselung mittels eines Krimpers durch Stauchkräuselung erreicht wird und wobei für die Kühlung von Einzugsrollen und Stauchkammer eine Trockeneiskühlung verwendet wird. Die erfindungsgemäßen Polyamidfasern können zur Herstellung von Garnen, insbesondere Hochbausch-Teppichgarnen und Strumpfgarnen verwendet werden.

EP 0 816 538 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft hochschrumpfende Polyamidfasern, ein Verfahren zu deren Herstellung und deren Verwendung zur Herstellung von Garnen.

Von Polyamidfasern wird für gewisse Anwendungen ein hoher Schrumpf gewünscht. Diese hochschrumpfenden Fasertypen werden bis zu 40 % normal schrumpfenden Fasern zugemischt, um eine Verdichtung von Filzen oder Vliesen durch Schrumpfen zu ermöglichen oder um bauschige Fasern für den Stricksektor, für voluminöse Gewebe für die Damen- und Herrenbekleidung sowie textile Bodenbeläge und schlussendlich optimaler Strumpfgarne zu erzielen (B. Von Falkai (Herausg.), Synthesefasern, Verlag Chemie (1981), S. 129).

Bei den teilkristallinen Synthesefasern, die normalerweise aus Homopolymerisaten hergestellt sind, ergeben sich beim Herstellen von hochschrumpfenden Fasern in Abhängigkeit des gewählten Polymeren unterschiedliche Probleme.

Als bekannt kann vorausgesetzt werden, dass nach dem Streckprozess ein unbehandelter Polyamidfaden die Tendenz des starken Schrumpfens zeigt, sobald er mit Wasser in Berührung kommt. Diese Schrumpfung beträgt max. 12-14 % (Klare, H. Fritsche, E. und Gröbe, U.: Synthetische Fasern aus Polyamiden, Berlin, Akademie-Verlag (1963), S. 328).

Das Herstellen von hochschrumpfenden Fasern wie auch Folien kann in vier Prozesseinheiten gegliedert werden

- physikalische Methoden
- Co-Polyamide
- Legierungen
- Bikomponenten-Fasern

Vollständigkeitshalber sei noch erwähnt, dass das Herstellen von Filamenten und Garnen mit hohem Bausch bzw. Volumen vorteilhaft in Zusammenhang mit hochschrumpfenden Materialien gesehen wird.

- Physikalische Methoden

Zur Herstellung von hochschrumpfenden Fasern wie auch Folien basierend auf physikalischen Methoden werden zusammenfassend drei Ziele verfolgt.

Zum einen werden teilfixierte Polyamidgarne beschrieben, welche es erlauben haltbare Wickel herzustellen (AT-PS-243137).

Es ist die Rede von kaltgereckten PA-Fäden, bei welchen das Schrumpfverhalten in Abhängigkeit von der Schrumpftemperatur für verschiedene Erhitzungsgeschwindigkeiten beschrieben wird.

Dabei nimmt die hohe Schrumpfbarekeit bei raschem Erhitzen nach vorhergehendem Tempern der gereckten Fäden ab (Schutze-Gebhardt und Müller, Faserforschung und Textiltechnik 23, Heft 6, (1972), 247).

Maximaler Schrumpf nach Tempern von gereckten Polyamid 6

Temperbedingung	Temperzeit Min.	% Maximalschrumpf bei raschem Erhitzen auf 200 °C
Silikonöl, 200°C	0	52,7
	1	42,0
Probenlänge	2	34,5
konstant	3	23,7
ges. Wasserdampf 105 °C (techn. thermofixiert)		25,7
Silikonöl (22-199 °C) Heizrate 6,5 grd/min. Probe um 15 % frei geschrumpft	27	1,0

Diese äusserst interessanten Ergebnisse sind jedoch nur mit sehr grossem Aufwand in der Praxis zu realisieren.

Schlussendlich werden Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung von schrumpffähig verstreckten Schläuchen und Folien aus thermoplastischen Kunststoffen wie PA 12 und Co-Polyamiden Basis PA-66/6 angesprochen (CH-PS-543 366, US-PS-4 431 705, US-PS-4 467 084).

- Co-Polyamide

Fasern aus Co-Polyamiden sind wohl in der Patentliteratur beschrieben, doch bei denen im wesentlichen erwähnten ternären Produkten wird die Wärmeformbeständigkeit durch Verwendung von Terephthalsäure verbessert (GB-PS-1 249 730, DE-OS-26 51 534, US-PS-4 238 603). Eine zweite Entwicklungstendenz geht dahin, dass Produkte mit 2-Methylpentamethylendiamin formuliert werden (WO 92/08754, WO 92/10525).

- Legierungen

Verschiedentlich werden auch Co-Polyamid-Legierungen beschrieben (DE-PS-1 435 620, Derwent-Abstracts zu JP-A-118959 und JP-A-069076) beschrieben, welche im Schrumpfvermögen differenzieren, wie

PA 66 / 5-30 % Co-Polyamid PA 66 / 6 IPS
12 T / Co-PA 12 T (TH) TH = Hexahydroterephthalamid
PA 6 / Co-PA wie 6 / 6,10

Als bekannt kann vorausgesetzt werden, dass das Schrumpfvermögen von Fasern aus PA-Legierungen gegenüber einem Homopolymeren nicht wesentlich erhöht werden kann (Kochschrumpf 7,2 - > 10,8 %).

Zusätzlich werden unverträgliche Legierungskomponenten aufgezeigt, bei welchen das Auslösen des Schrumpfens durch spezielle Lösungsmittel erfolgt (DE-OS-28 09 346).

Auch kann beim Herstellen von Polyamid 66 POY-Garn durch Zugabe von Caprolactam oder dem Salz bestehend aus 2 Methylpentamethylendiamin und Adipinsäure der Strecktexturierungsprozess verbessert werden (US-PS-5 137 666).

Ferner sind zum Herstellen von thermoplastischen flexiblen Filmen Legierungen bestehend aus zwei Copolyamiden wie PA 6/12 und 6I / 6T zitiert (US-PS-5 053 259).

- Bikomponentenfasern

Bikomponentenfasern, womit vorzugsweise die Seite-an-Seite und Kern/Mantel-Typen basierend auf Polyamid angesprochen sind, waren in den vergangenen Jahren Ausgangspunkt für viele Patentschriften. Der Aufbau dieser Fasern fundiert vorzugsweise auf Homopolyamiden wie PA6, 11, 12, 66, 6.10, 6.12 und B-ACHM 12 und Co-Polyamiden (DE-AS-1 435 623, DE-PS-14 69 155, JP-A-053833, DE-AS-16 69 436, Derwent-Abstract zu JP-A-058010, - DE-OS-2 338 286, US-PS-3 901 989, DE-OS-2 406 491, US-PS-3 817 823, CH-PS-581 708, DE-OS-28 48 897, US-PS-4 521 484).

6 / 6.12
6 / HMD. Dimersäure
6 / 66 / 6T
6 / 66 / 6.10
6 / 66 / 6.12
66 / 6.10
66 / HMD-Dimersäure
66 / Ätherdiamin • 6
66 / 6 IPS / 6 TPS
66 / 6T / 6.10
66 / 6T / 6.12
B-ACHM • 12 / B-ACHM • IPS

Als bekannte Nachteile dieser Verfahren sind hohe Investitionskosten für eine Produktionsmaschine sowie teilweise teure Rohstoffe zu nennen.

Aufgabe der Erfindung war es deshalb, preisgünstige hochschrumpfende färbare PA-Fasern zu entwickeln, welche unter Verwendung der konventionellen Spinn- und Strecktechnologie hergestellt und aus welchen Garne, insbesondere Hochbausch-Teppichgarne und Strumpfgarne gefertigt werden können.

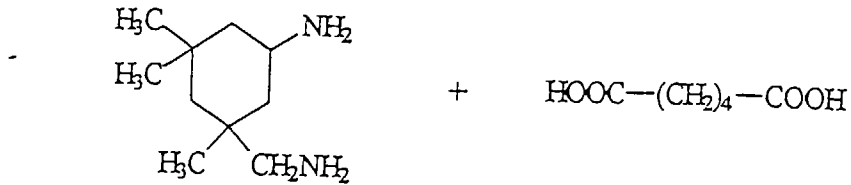
Gelöst wird diese Aufgabe durch die hochschrumpfenden Polyamidfasern gemäß Anspruch 1 sowie das Verfahren gemäß Anspruch 3. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Fasern werden unter Verwendung von Co-Polyamiden aus gewinkelten Monomeren synthetisiert und einem modifizierten Krimp-Prozess unterworfen, der sich dadurch auszeichnet, daß das Kräuseln mit geringer Kabelfeuchte geschieht.

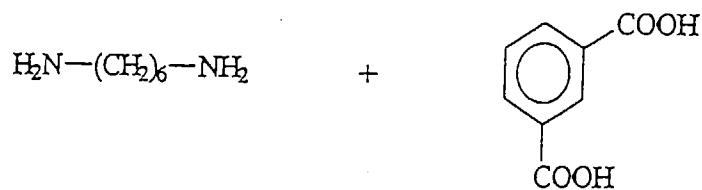
Erfindungsgemäß werden Co-Polyamide unter Verwendung der folgenden Monomerbausteine synthetisiert: Isophorondiamin, Hexamethylendiamin, meta-Xylylendiamin, Isophthalsäure oder Adipinsäure, wobei mindestens einer der

Monomerbausteine gewinkelt sein muß. Bevorzugte Kombinationen sind:

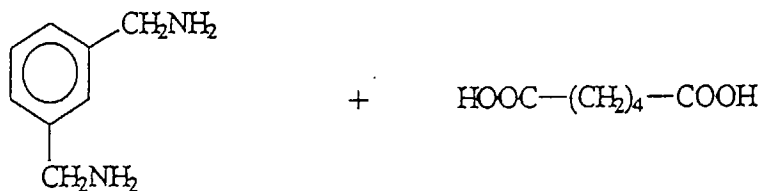
Isophorondiamine / Adipinsäure



Hexamethyldiamin / Isophthalsäure



meta- Xylyldiamin / Adipinsäure



Die relativ höchsten Schrumpfwerte können dabei mit den Co-Polyamiden, welche die gewinkelten Monomereinheiten Isophorondiamin und Adipinsäure aufweisen, erhalten werden.

Die Zusammensetzung der hochschrumpfenden Polyamidfasern ist 80-95 Gew.% ϵ -Caprolactam und 5-20 Gew.% Comonomere aus den oben genannten Monomerbausteinen.

Besonders bevorzugte Zusammensetzungen sind (Prozentangaben = Gewichtsprozent):

	1. Komponente	2. Komponente
1	95 % Capro +	5% HMD und IPS
2	90 % Capro +	10% HMD und IPS
3	85 % Capro +	15% HMD und IPS
4	95 % Capro +	5% MXD und APS
5	90% Capro +	10% MXD und APS
6	95% Capro +	5% IPD und APS
7	90 % Capro +	10% IPD und APS
8	85% Capro +	15% IPD und APS

Die Co-Monomeranteile der zweiten Komponente werden in annähernd stöchiometrischem Verhältnis dem Caprolactam zugegeben, wobei aus technischen Gründen die Verwendung eines leichten Überschusses an Diamin bevorzugt ist.

Erklärung der verwendeten Abkürzungen:

Capro = ϵ -Caprolactam	MXD = meta-Xylylendiamin
HMD = Hexamethyldiamin	APS = Adipinsäure
IPS = Isophthalsäure	IPD = Isophorondiamin

Die erfindungsgemäßen Polyamidfasern zeichnen sich dadurch aus, daß der Thermoschrumpf über 15% beträgt.

Die erfindungsgemäßen Fasern lassen sich durch ein Verfahren herstellen, bei dem in an sich bekannter Weise Filamente hergestellt werden durch Aufschmelzen der Monomeren in einem Extruder, Austritt der Schmelze aus einer Spinnndüse, Verspinnen der erhaltenen Filamente zur Fasern, Verstrecken, Dämpfen, Kräuseln und Schneiden der Fasern, wobei die Kräuselung mittels eines Krimpers durch Stauchkräuselung erreicht wird und für die Kühlung der Krimper-Einzugswalzen und -Stauchkammer eine Trockeneiskühlung verwendet wird. Die Trockeneiskühlung hat den Vorteil, daß die Fasern nicht feucht werden und eine vorzeitige Schrumpfung vermieden wird.

Die Erfindung wird weiter durch die nachfolgenden ausführlichen Beispiele erläutert.

Beispiele

1) Polymerisation

Die Copolyamide wurden im Technikumsmassstab mit einem Versuchsautoklaven, welcher einen Volumeninhalt von 130 l aufweist, hergestellt. Die Ansatzmenge je Variante betrug 40 kg. Die Lösungsviskosität der verschiedenen Copolyamidvarianten in 0,5 % m-Kresol ergab Werte im Bereich von 1,93 bis 2,08.

Tabelle 1

Zusammensetzung der Copolyamide (% = Gew.-%)		
	1. Komponente	2. Komponente
1	95 % Capro +	5% HMD und IPS
2	90 % Capro +	10% HMD und IPS
3	85 % Capro +	15% HMD und IPS
4	95 % Capro +	5% MXD und APS
5	90% Capro +	10% MXD und APS
6	95% Capro +	5% IPD und APS
7	90 % Capro +	10% IPD und APS
8	85% Capro +	15% IPD und APS

Die Co-Monomeranteile der zweiten Komponente wurden in annähernd stöchiometrischem Verhältnis dem Caprolactam zugegeben.

Die physikalischen Kerngrößen der unterschiedlichen Copolyamide werden im Vergleich zu konventionellen Polyamid 6-Typen (A30 und A34), welche sich durch einen unterschiedlichen Polymerisationsgrad auszeichnen, in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2 Physikalische Kerngrößen der unterschiedlichen Co-Polyamide

Var	Materialtyp	Schmelzpunkt (1.Aufheiz.) [°C]	Schmelzpunkt (2.Aufheiz.) [°C]	Schmelzenthalpie (1.Aufheiz.) [J/g]	Schmelzenthalpie (2.Aufheiz.) [J/g]	Kristallinität (1.Aufheiz.) [%]	Kristallinität (2.Aufheiz.) [%]	Lösungvisk. η rel. (0,5% m-Kresol) Granulat	Schmelzviskosität (Temp./Kraft) [Pa · s]	MVI Temp./Kraft [cm ³ /10 min]
	PA 6, A30	225,2	221,2	85,2	55,2	37,1	24,0	1,895-1,965*	321 (275°C/122,6N)	191,3 (275°C/122,6 N)
	PA6, A34	225,2	221,3	87,3	59,2	38,0	25,8	2,095-2,16*	396 (290°C/122,6N)	154,8 (290°C/122,6N)
1	95% Capro+ 5% HMD u. IPS	214,4	204,4	47,2	35,4	20,5	15,4	1,934		
2	90% Capro+ 10% HMD u. IPS	204,5	196,4	43,6	26,2	19,0	11,4	1,961		
3	85% Capro+ 15% HMD u. IPS	182,5	182,5	55,7	29,2	24,2	12,7	2,043	1263 (255°C/122,6N)	48,6 (255°C/122,6N)
4	95% Capro+ 5% MXD u. APS	215,4	206,4	47,3	39,9	20,6	17,4	2,017		
5	90% Capro+ 10% MXD u. APS	206,5	199,4	66,1	31,2	28,8	13,6	1,988		
6	95% Capro+ 5% IPD u. APS	215,4	204,5	73,0	36,1	31,8	15,7	2,066		
7	90% Capro+ 10% IPD u. APS	204,7	201,7	71,0	41,7	30,9	18,1	2,015		
8	85% Capro+ 15% IPD u. APS	183,6	189,7	57,7	31,1	25,1	13,5	2,075	1361 (255°C/122,6N)	45,0 (255°C/122,6N)

* Spezifikation

Die Bestimmung von den Schmelzpunkten und der spezifischen Schmelzenthalpie der untersuchten Polyamide und Copolyamide wurde mit Hilfe des Wärmestrom DSC (Differential Scanning Calorimetrie) Gerätes TC 11 der Firma Mettler durchgeführt.

Dazu wurden die Polyamid-und Copolyamidproben zweimal mit einer Heizrate von 10K/min geregelt aufgeheizt und dazwischen mit 5K/min gleichmässig abgekühlt.

Mit der folgenden mathematischen Beziehung kann die Kristallinität der Probe berechnet werden.

$$\text{Kristallinität}_{\text{Probe}} = \frac{\Delta H_{\text{probe}}}{\Delta H_{\text{Krist.}}} \cdot 100 [\%]$$

ΔH_{probe} = Schmelzenthalpie von der Probe [J/g]

$\Delta H_{\text{Krist.}}$ = Schmelzenthalpie von 100% Kristallinem Polymer [J/g]

Die Schmelzenthalpie für 100% kristallines PA 6 ist in der Literatur mit 26,0 kJ/mol, das entspricht 229,9 J/g, angegeben (Journal of Polymer Science, Part-B, Polymer Physics, Vol.28, Number 10, Seiten 2271-2290, 1990)

Zu erwähnen ist noch, dass bei den Copolyamiden mit 15 % Co- Monomerenanteil eine starke Zunahme der Schmelzviskosität zu beobachten ist. - Demnach wurde die Polymerenschmelze beim Spinnprozess 0,1 % Pesofal UK®, ein Gleitmittel auf Basis eines Amidwachses, der Firma BAYER, beigemischt.

2) Spinnen der Fasern

Mit einem Einschnckenextruder mit 2-Zonen Heizung und konisch genuteter Einzugszone wird das Polymere eingezogen, plastifiziert und der nötige Druck aufgebaut, um die am Extruder angeflanschte Spinnpumpe mit der erforderlichen Schmelzmenge zu versorgen. Die Schnecke besitzt einen Durchmesser von 39,8 mm und ein L/D-Verhältnis von 15. Die Spinnpumpe, eine Zahnradpumpe der Firma BARMAG mit einem Durchsatz von 6 cm³/Umdrehung erzeugt den nötigen Druck, um die Schmelze pulsationsfrei durch den beheizten Spinnkasten und durch die Kapillaren der Spinndüse hindurchzuführen.

Nach dem Austritt der Schmelze aus der Spinndüse fallen die Filamente durch einen ca. 1,5 m langen Querstrom-Anblasschacht. In diesem wurden bei allen Spinnversuchen die Filamente mit Luft von 20°C und einem Druck von 20 mm WS angeblasen.

Im darauffolgenden ca. 4 m langen Fallschacht kühlen die Filamente weiter ab und nach Verlassen des Fallschachtes wird mit einer Präparationswalze die Spinnpräparation auf die Filamente aufgebracht. Anschliessend werden die gesponnenen Filamente zu einem Faden zusammengeführt, mit 2 Galetten abgezogen und mit einem Wickler auf eine Spule aufgespult.

Damit die hergestellten Fasern das gewünschte halbmatte Aussehen, welches für Teppichfasern üblich ist, bekommen, wurden alle verwendeten Granulatvarianten mit den folgenden Zusätzen angerollt:

- 0.01% Baysilon®, ein flüssiges Polydimethylsiloxan der Firma BAYER
- 0.01% Tween 20®, ein ethoxylierter Sorbitanmonolaurat der Firma ICI
- 0.30% Kronos AVF 9009®, ein Titandioxid der Firma KRONOS.

Die durchgeführten Spinnversuche mit den dazugehörigen Einstellparametern zum Herstellen einer 11,0 dtex Copolyamid-Hochschrumpffaser zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3: Einstellparameter in der Spinnerei

Var	Material-Typ	Extr.-Temp.-Profil (Zone 1/Zone 2/ Spinnkasten) [°C]	Durchsatz [g/min]	Düsenpaket (Lochzahl/ Durchmesser)	Spinnpräparation *	Abzugsgeschw. (Gal. 1/Gal. 2/Wickler) [m/min]	Vor- verzug [-]
	PA6, A30 PA6, A34	280/285/290 295/300/305	210 210	100/0,6 100/0,6	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	520/550/570 520/550/570	87 87
1	95% Capro + 5% HMDu, IPS	265/270/273	120	68/0,5	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	520/550/570	72
2	90% Capro + 10% HMDu, PS	251/255/260	120	68/0,5	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	525/550/570	72
3	85% Capro + 15% HMDu, PS	239/244/249	120	68/0,5	100% Fasavin PE [®]	300/600/600	76
4	95% Capro + 5% MxDu, APS	265/270/273	120	68/0,5	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	520/550/570	72
5	90% Capro + 10% MxDu, APS	251/255/260	120	68/0,5	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	525/550/570	72
6	95% Capro + 5% IPDu, APS	265/270/273	120	68/0,5	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	520/550/570	72
7	90% Capro + 10% IPDu, APS	251/255/260	120	68/0,5	8%ige Lsg. Synthesin W [®]	525/550/570	72
8	85% Capro + 15% IPDu, APS	239/244/249	120	68/0,5	100% Fasavin PE [®]	520/550/570	73

* Synthesin W[®], ein Gemisch aus Alkylphosphat und nichtionischen Gleitmitteln von der Fa. Dr. Th. Böhme
Fasavin PE[®] eine wasserfreie, ölige Spinnpräparation von Zschimmer & Schwarz

Berechnung des Vorverzuges

Der Vorverzug VV ist das Verhältnis zwischen Spritzgeschwindigkeit und Abzugsgeschwindigkeit

$$VV = \frac{v_{ab}}{v_{spr}} [-]$$

wobei die Spritzgeschwindigkeit v_{spr} die Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze aus der Spinndüse in m/min darstellt

$$v_{spr} = \frac{m^* \cdot 4}{100 \cdot d_D^2 \cdot \Pi \cdot \rho_s \cdot z} \text{ [m/min]}$$

- 15 m^* = Spinnpumpendurchsatz [g/min]
- d_D = Düsenlochdurchmesser [cm]
- ρ_s = Dichte bei Schmelzetemperatur [g/cm³]
- z = Lochzahl der Spinndüse

20 Für die Dichte ρ_s wurde für die Berechnung von v_{spr} die Feststoffdichte von Polyamid 6 (ρ (PA) = 1,14 g/cm³) eingesetzt.

Der dadurch entstandene Fehler hat für die durchgeführten Versuche keine Konsequenz, da die Ergebnisse nur untereinander verglichen und nicht als Absolutwerte verwendet wurden.

25 Als bekannt kann vorausgesetzt werden, dass der Verzug zur Herstellung von HS-Polyamidfasern einen äusserst kleinen Einfluss auf den Faserschrumpf ausübt, im Vergleich zu Polyester.

3) Strecken der Fasern

30 Zur Verbesserung der textilen Eigenschaften wurden jeweils 6 Spinnspulen zusammen auf der Faserstrasse der Firma NEUMAG verstreckt. Die Faserstrasse setzt sich aus Rollengang, Netztrog, Streckwerk 1 (S1), Dampfkanal, Streckwerk 2 (S2) und Streckwerk 3 (S3) zusammen.

Bei den Streckwerten handelt es sich um 7-Walzen-Streckwerke, wobei Streckwerk 1 mit Wasser und Streckwerk 2 und 3 mit Dampf beheizt werden. Die verstreckten Filamente werden anschliessend mit einem Wickler vom Typ DS 34 Z von DIETZE & SCHELL aufgespult.

35 Die Spinnkabel wurden nun unter Verwendung der folgenden Grundeinstellung

Streckgeschwindigkeit = 120 m/min

Strecktemperatur (S1/S2/S3) = 50°C/kalt/kalt/ ohne Dampfkanal

40 gestreckt, wobei die gewählten Streckverhältnisse für die verschiedenen Varianten in der Tabelle 4 dargestellt sind.

45

50

55

Tabelle 4

Streckverhältnisse der unterschiedlichen Versuche		
Var.	Spinngut	Streckverhältnis ¹⁾ S2 / S1
	PA6, A30	2,3 - 3,0 - 3,7
	PA6, A34	2,3 - 3,0 - 3,55
1 a-b-c-d-e	95%Capro + 5% HMD u. IPS	2,5 - 3,0 - 3,5 - 3,7 - 4,0
2 a-b-c-d-e	90% Capro + 10% HMD u. IPS	2,1 - 2,3 - 2,5 - 2,8 - 3,0
3 a-b-c	85% Capro + 15% HMD u. IPS	1,4 - 1,6 - 1,8 ³⁾
4 a-b-c-d	95% Capro + 5% MXD u. APS	2,5 - 3,0 - 3,3 - 3,5
5 a-b-c	90% Capro + 10% MXD u. APS	2,1 - 2,3 - 2,45
6 a-b-c-d	95% Capro + 5% IPD u. APS	2,5 - 3,0 - 3,5 - 3,7
7 a-b-c-d	90% Capro + 10% IPD u. APS	2,1 - 2,3 - 2,5 - 2,6
8 a-b-c	85% Capro + 15% IPD u. APS	1,4 - 1,6 - 1,8 ³⁾

¹⁾ Das letzte Streckverhältnis der jeweiligen Variante ist das maximal mögliche Streckverhältnis, d.h. kurz vor dem Faserbruch.

²⁾ Es sind nur die Streckverhältnisse zwischen Streckwerk 1 und 2 (S2 / S1) angegeben. Das Streckverhältnis S3/S2 ist bei allen Versuchen konstant und beträgt 1,01.

³⁾ aus anlagetechnischen Gründen konnten diese kleinen Streckverhältnisse nur zwischen Streckwerk 2 und 3 gefahren werden.

4) Kräuseln und Schneiden der Fasern

Für die spätere Garnherstellung ist es notwendig, dass die Fasern eine Kräuselung besitzen. Diese Kräuselung wurde mit einem Krimper hergestellt, der nach dem Prinzip der Stauchkräuselung arbeitet. Für die Kühlung der Einzugswalzen und der Stauchkammer wurde eine Trockeneiskühlung entwickelt, da die Fasern unter keinen Umständen mit Wasser in Berührung kommen dürfen, da sonst bereits bei der Herstellung der Schrumpf ausgelöst wird. Versuche haben ergeben, dass der verbleibende Koch-Schrumpf durch blosses Eintauchen der verstreckten Fasern in kaltes Wasser (ca. 20°C) mit anschliessendem trocknen an Luft (Raumtemperatur) um ca. 20% kleiner ist, als der Anfangsschrumpf.

Die gekräuselten Fasern wurden mit der GRU-GRU Stapelschneidmaschine der Firma NEUMAG zu Stapelfasern mit einer Schnittlänge von 80 mm geschnitten.

5) Physikalische Kenndaten der unterschiedlichen Filamente

Die physikalischen Kenndaten der unterschiedlichen Co-Polyamid Filamente im Vergleich zu Filamenten aus dem Homopolyamidgranulaten Grilon® A30 und A34 sind in der Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Physikalische Kenndaten der unterschiedlichen Filamente

Streckgeschwindigkeit S3 = 120 m/min, Strecktemperatur = 50°C/kalt/kalt, ohne Dampf)
 Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, erfolgte die Probenlagerung über P₂O₅

Var.	Material- typ (Prod.Nr.)	Spinn- präpa- ration	Vor- verzug	Streckver- hältnis ¹⁾ S2/S1 ¹⁾	Titer [dtex]	Titer CV [%]	Festig- keit [cN/dtex]	Dehnung [%]	Koch-Schrumpf ³⁾ [%]	Koch-Schrumpf ³⁾ (gelagert in Normklima) [%]
1	PA6, A30	8%ige Lsg. Synthesin W ^(R)	87	2,3	17,2	6,7	-	-	12,1 ± 0,6	
				3,0	13,7	10,7	-	-	15,1 ± 1,3	
				3,7 ²⁾	11,7	12,2	-	-	15,9 ± 0,7	
	PA6, A34	8%ige Lsg. Synthesin W ^(R)	87	unverstrekt	37,1	16,4	1,8	434,1	+6,3 ± 1,9 ⁴⁾	
				2,3	16,1	13,3	-	-	12,9 ± 0,5	
				3,0	13,3	10,5	-	-	14,9 ± 1,0	
2	95% Capro + 5% HMDuIPS (A-4700-M)	8%ige Lsg. Synthesin W ^(R)	72	3,55 ²⁾	10,9	14,4	6,6	51,9	16,8 ± 0,5	
				unverstrekt	-	-	-	-	+3,2 ± 0,5 ⁴⁾	-
				2,5	-	-	-	-	18,2 ± 2,0	-
				3,0	12,8	13,0	4,3	119,5	19,0 ± 0,4	-
				3,5	10,0	13,7	5,1	78,3	20,7 ± 1,5	-
				3,7	9,9	10,9	5,4	70,2	19,3 ± 0,2	-
2	90% Capro + 10% HMDuIPS (A-4701-M)	8%ige Lsg. Synthesin W ^(R)	72	4,0 ²⁾	-	-	-	-	18,6 ± 1,0	-
				unverstrekt	-	-	-	-	2,5 ± 3,4	-
				2,1	-	-	-	-	27,2 ± 1,7	-
				2,3	-	-	-	-	28,5 ± 2,0	-
				2,5	-	-	-	-	29,0 ± 1,6	-
				2,8	13,0	15,1	4,9	80,5	30,0 ± 1,0	-
				3,0 ²⁾	-	-	-	-	31,2 ± 2,4	-

Fortsetzung Tabelle 5

Var.	Material- typ (Prod.Nr.)	Spinn- präpa- ration	Vor- verzug	Streckver- hältnis S2/S1 ¹⁾	Titer [dtex]	Titer CV [%]	Festig- keit [cN/dtex]	Dehnung [%]	Koch-Schrumpf ³⁾ [%]	Koch-Schrumpf ³⁾ (gelagert in Normklima) [%]
3	-			unverstreckt ¹⁾	-	-	-	-	25,2 ± 7,7	-
3	a	85% Capro + 15% HMDuPS (A-4794-M)	76	1,4	-	-	-	-	64,2 ± 3,7	63,4 ± 2,5
	b			1,6	-	-	-	-	59,3 ± 6,6	58,5 ± 6,4
	c			1,8 ²⁾	18,8	26,7	4,2	81,3	61,8 ± 5,3	60,3 ± 6,4
4	-			unverstreckt	-	-	-	-	+4,4 ± 0,5 ⁴⁾	-
4	a	95% Capro + 5% MXDuAPS (A-4702-M)	72	2,5	-	-	-	-	17,0 ± 2,1	-
	b			3,0	-	-	-	-	17,8 ± 0,7	-
	c			3,3	11,1	10,4	5,4	73,1	19,2 ± 0,8	-
	d			3,5 ²⁾	-	-	-	-	18,6 ± 1,0	-
5	-			unverstreckt	-	-	-	-	3,7 ± 5,3	-
5	a	90% Capro + 10% MXDuAPS (A-4703-M)	72	2,1	-	-	-	-	23,8 ± 1,0	-
	b			2,3	13,3	16,9	4,8	80,2	24,2 ± 1,4	-
	c			2,45 ²⁾	-	-	-	-	24,4 ± 1,2	-
6	-			unverstreckt	-	-	-	-	+3,5 ± 0,3 ⁴⁾	-
6	a	95% Capro + 5% IPDuAPS (A-4704-M)	72	2,5	-	-	-	-	19,8 ± 0,3	-
	b			3,0	-	-	-	-	19,8 ± 1,1	-
	c			3,5	10,0	14,8	5,5	62,1	20,5 ± 1,1	-
	e			3,7 ²⁾	-	-	-	-	21,2 ± 0,7	-

Fortsetzung Tabelle 5

Var.	Material- typ (Prod.Nr.)	Spinn- präpa- ration	Vor- verzug	Streckver- hältnis S2/S1 ¹⁾	Titer [dtex]	Titer CV [%]	Festig- keit [cN/dtex]	Dehnung [%]	Koch-Schrumpf ³⁾ [%]	Koch-Schrumpf ³⁾ (gelagert in Normklima) [%]
7	-			unverstreckt ¹⁾	-	-	-	-	+1,3 ± 1,0 ⁴⁾	-
	a	8%ige Lsg. (R) Syntesin W	72	2,1	-	-	-	-	30,6 ± 2,9	-
	b			2,3	-	-	-	-	31,1 ± 2,8	31,8 ± 2,2
7	c			2,5	12,8	22,9	4,7	78,6	32,4 ± 2,7	33,0 ± 1,8
	d			2,6 ²⁾	-	-	-	-	32,9 ± 2,7	-
8	-			unverstreckt	-	-	-	-	17,7 ± 8,5	-
	a	85% Capro + 15% PDUAPS (A-4795-M)	73	1,4	-	-	-	-	56,7 ± 8,2	67,9 ± 4,7
	b			1,6	-	-	-	-	60,0 ± 4,7	68,0 ± 4,1
8	d			1,8 ²⁾	17,2	25,8	4,0	84,0	59,2 ± 7,4	70,0 ± 3,7

- 1) Das Streckverhältnis S3/S2 = 1,01 ist bei allen Varianten konstant.
 2) maximale Streckverhältnis kurz vor dem Reißen
 3) gemessen nach Prüfverfahren I
 4) Die Fasern werden länger (aufgrund des Vorspann-Gewichts)

Die Tabelle 6 beinhaltet physikalische Kenndaten von ausgewählten Co-Polyamid-Filamenten vor und nach dem Kräuselprozess.

Tabelle 6

Faserdaten, der für die Garnherstellung verwendeten HS-Fasern (Spinnpräparation 8%ige Lösung, Synthesin W®, Vorverzug = 79, ohne Dampfkanal, Streckgeschwindigkeit S3 = 120m/min, Strecktemp. = 50/kalt/kalt, Trockeneiskühlung, keine Endavivage) Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, erfolgt die Probenlagerung über P₂O₅)

Variante			9	10
Materialtyp			90% Capro + 10% HMD u. IPS	90% Capro + 10% IPD u. APS
Steckverhältnis S2/S1 ¹⁾			2,7	2,2
glatte Fasern, d.h. nur verstreckt	Titer	[dtex]	10,9	12,7
	Titer CV	[%]	18,3	21,0
	Festigkeit	[cN/dtex]	4,6	4,8
	Dehnung	[%]	68,7	71,2
	Koch-Schrumpf (Prüfverfahren I)	[%]	28,1 ± 1,8	24,6 ± 2,4
	Koch-Schrumpf (Prüfverfahren II)	[%]	25,7 ± 1,3	24,5 ± 1,1
	Koch-Schrumpf (gelagert in Normklima) (Prüfverfahren I)	[%]	25,1 ± 2,0	23,5 ± 1,9
	Koch-Schrumpf (gelagert in Normklima) (Prüfverfahren II)	[%]	22,8 ± 1,6	22,2 ± 1,5
gekräuselte Fasern	Titer	[dtex]	12,0	12,8
	Titer CV	[%]	21,7	23,1
	Festigkeit	[cN/dtex]	4,2	3,9
	Dehnung	[%]	78,3	69,6
	Koch-Schrumpf (Prüfverfahren I)	[%]	25,8 ± 2,1	20,3 ± 2,3
	Koch-Schrumpf (Prüfverfahren II)	[%]	26,8 ± 1,8	24,6 ± 1,5
	Koch-Schrumpf (gelagert in Normklima) (Prüfverfahren I)	[%]	27,3 ± 1,8	18,7 ± 2,4
	Koch-Schrumpf (gelagert in Normklima) (Prüfverfahren II)	[%]	22,8 ± 2,0	22,0 ± 1,1
	Bogenzahl	[pro cm]	10,8	12,4
	Stapellänge	[mm]	78,4	77,4

¹⁾ Das Streckverhältnis S3/S2 = 1,01 ist bei beiden Varianten konstant.

Um den Einfluss der Feuchtigkeit beim Lagern ausschliessen zu können, wurden die Proben vorzugsweise minde-

stens 24 Stunden lang über Phosphorpentoxid (P_2O_5 , Trocknungsmittel) im Exsikkator gelagert oder im Normklima (20°C, 65% relative Luftfeuchtigkeit) klimatisiert.

Bestimmung des Kochschrumpfes von Einzelfasern und Garnen

Prüfverfahren I

Bei dem Prüfverfahren (I) werden von jeder Probe 8 Einzelfasern bzw. Garnstücke mit einer Länge von ca. 250 mm mit einer Klemmfeder an einem speziellen Probenrahmen befestigt. Am unteren Ende der Probe wird ein feinheitsbezogenes Gewicht (Richtwert 100 mg/dtex) angebracht, das eine konstante Vorspannung in der Probe erzeugt. Nach der Ermittlung der Ausgangslänge L_0 wurden die Probekörper entlastet und 5 min lang in kochendem Wasser "gekocht". Nach einer Akklimatisierungs- und Relaxationszeit von einer Stunde für Fasern und zwei Stunden für Garne werden die Probekörper wieder belastet und die Länge L_1 abgelesen.

Prüfverfahren II

Der Unterschied des zweiten Prüfverfahrens (II) besteht darin, dass statt 8 Einzelfasern 10 Fasern je Probe getestet werden, was eine geringfügig bessere statistische Genauigkeit zur Folge hat. Weiterhin beträgt die Behandlungsdauer im kochenden Wasser 30 min statt 5 min und die Akklimatisierungszeit wird von einer Stunde auf 24 Stunden erhöht. Die Berechnung des Schrumpfes und die Schrumpfwertangabe unterscheiden sich nicht voneinander

$$\text{Schrumpf} = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \cdot 100\%$$

Beim Herstellen der Hochschrumpf-Faser mit 10% Co-Monomerenanteil für die Garnproduktion, trat durch zu lange Liegezeit der Spinnfasern zwischen dem Spinnen und Verstrecken eine gewisse Versprödung ein. Dies äusserte sich in der Abnahme des maximal möglichen Streckverhältnisses. Dadurch verkleinerte sich ebenfalls der Kochschrumpf der verstreckten, glatten Fasern von ca. 31 - 33% der ersten Versuchsproduktion auf ca. 25 - 28% bei der Faserproduktion für die Garnherstellung.

Durch das Krimpen nimmt der vorhandene Koch-Schrumpf der verstreckten Fasern, trotz wasserfreier Kühlung der Krimperwalzen mit Trockeneis, um ca. 3% ab.

6) Garnherstellung

Für die Garnherstellung wurde der Langstapel-Kammgarnspinnprozess unter Verwendung einer Doppelkrempel ausgewählt.

Um dem Einfluss von Polyamid-Hochschrumpf-Fasern (HS-Fasern) auf die Bauschigkeit, die Schrumpfkraft und den Längenschrumpf von gesponnenen Garnen zu untersuchen, wurden 4 verschiedene Garnvarianten mit einem Mischungsansatz von je 15 kg hergestellt. Die Mischungszusammensetzung ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7

Mischungszusammensetzung der Garnvarianten				
	Anteil (%)	Mischungspartner	Anteil (%)	Hochschrumpfkompone
Mischung 1	85	6,7 dtex TS 28-2R	15	14,0 dtex TN-12R
Mischung 2	85	6,7 dtex TS 28-2R	15	11,0 dtex [90% Capro + 10% IPD und APS]
Mischung 3	85	6,7 dtex TS 28-2R	15	11,0 dtex [90% Capro + 10% HMD und IPS]
Mischung 4	100	6,7 dtex TS 282R		

Als Mischungspartner der Hochschrumpfkompone

EP 0 816 538 A2

Die HS-Komponente von Mischung 1 ist eine bereits in der Produktpalette der EMS-CHEMIE vorhandene Polyamide 6HS-Faser mit 14,0 dtex, 80 mm Stapellänge und einem Kochschrumpf von 10 bis 14 %.

Bei den HS-Komponenten von Mischung 2 und 3 handelt es sich um hochschrumpfende Copolyamide mit 11,0 dtex, 80 mm Stapellänge und einem Kochschrumpf von bis zu 27% (Tabelle 8).

Tabelle 8

Koch-Schrumpf der verwendeten Hochschrumpf-Fasern			
Mischung	1	2	3
Hoch-Schrumpffaser in der jeweiligen Mischung	TN-12R	90% Capro + 10% IPD u. APS Var. 10	90% Capro + 10% HMD u. IPS Var. 9
Koch-Schrumpf [%] der gekräuselten Fasern (nach Prüfverfahren I)	10-14	20,3 ± 2,3	25,8 ± 2,1

Die Ergebnisse der verschiedenen Garnprüfungen sind in der Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Messergebnisse der Garnprüfung

Mischung Nr.	1	2	3	4
Zusammensetzung	85% 6,7 TS-28-2R 15% 14,0 TN-12-R	85% 6,7 TS-28-2R 15% 11,0 [90% Capro + 10% IPD u. APS]	85% 6,7 TS-28-2R 15% 11,0 [90% Capro + 10% HMD u. IPS]	100% 6,7 TS-28-2R
Titer [dtex]	595,0	571,4	577,7	593,8
Koch-Schrumpf mit 2g Belastung (Prüfverfahren I.) [%]	11,6 ± 0,4	10,4 ± 2,4	14,1 ± 2,7	8,0 ± 0,4
Koch-Schrumpf mit 4g Belastung (Prüfverfahren I.) [%]	9,0 ± 0,4	10,4 ± 2,4	14,1 ± 2,7	6,5 ± 0,4
Thermo-Schrumpf [%] gemessen mit Texturmat (160°C)	2,3	2,4	3,0	1,6
Einkräuselung [%] gemessen mit Texturmat (120°)	4,9 (s = 0,2) ¹⁾	5,2 (s = 0,4) ¹⁾	5,0 (s = 0,7) ¹⁾	4,9 (s = 0,5) ¹⁾
Schrumpfkraft [cN] gemessen mit Dynafil M (160°C)	33,6 (CV = 6,9%) ²⁾	30,3 (CV = 7,7%) ²⁾	34,7 (CV = 6,6%) ²⁾	33,5 (CV = 8,7%) ²⁾

1) Standardabweichung (s)

2) Variationskoeffizient (CV = s/x_{mittel})

Bestimmung des Thermoschrumpfes von gesponnenem Garn

Der Thermoschrumpf von gesponnenem Garn wurde mit dem Kräuselungskonstruktionsmessgerät TEXTURMAT der Firma TEXTECHNO bestimmt.

Vor der Prüfung ist es zunächst erforderlich, durch Weifen der Endlosgarne mit einer Haspel (Umfang 1 m), von jeder Probenkörpervariante je 5 Garnstränge mit definiertem Gesamtiter herzustellen. Diese Garnstränge werden direkt nach dem Weifen in das Magazin des Messgerätes eingehängt. Mit einer Gabel, die in der unteren Schlaufe der Garnstränge aufliegt, werden die einzelnen Garnstränge mit einer Kraft von 250 cN nacheinander 10 Sekunden lang belastet. Die Länge der Garnstränge nach der jeweiligen Belastungszeit wird ermittelt und als Ausgangslänge L_0 bezeichnet. Anschliessend werden die Garnstränge 15 Minuten bei 160°C im Heissluftofen behandelt. Nach einer zweistündigen Abkühlzeit werden die einzelnen Garnstränge erneut 10 Sekunden lang mit einer Kraft von 250 cN belastet, wobei jetzt die Länge L_1 ermittelt wird.

Bestimmung der Bauschigkeit von gesponnenem Garn

Die Bauschigkeit bzw. die Einkräuselung von gesponnenem Garn nach einer Wärmebehandlung wurde mit dem Kräuselungskonstruktionsmessgerät TEXTURMAT der Firma TEXTECHNO in Anlehnung an DIN 53 840 bestimmt.

Von jeder Probenvariante werden zunächst mit einer Weife (Umfang 1 m) je 3 Garnstränge mit genau definiertem Gesamtiter hergestellt. Diese Garnstränge werden anschliessend in einen Heizschrank gehängt und dort 10 Minuten lang einer Heissluftbehandlung bei 120°C unterworfen. Diese Behandlung löst den Schrumpf des Garnes aus, was sich in einer zunehmenden Einkräuselung bzw. Bauschigkeit äussert. Für die quantitative Bestimmung der Einkräuselung werden die Garnstränge nach einer Akklimatisierungszeit von 2 Stunden in das Magazin des Kräuselungskonstruktionsmessgerätes eingehängt und mit einer Gabel, die in der unteren Schlaufe der Garnstränge aufliegt, nacheinander mit verschiedenen Kräften belastet.

Im ersten Prüfzyklus wird durch die Belastungsgabel eine Belastung von 250 cN aufgebracht. Nach einer Belastungszeit von 10 Sekunden wird die Länge L_g des Garnstranges ermittelt und die Belastungsgabel schwenkt in die Ausgangslage zurück, um den nächsten Garnstrang zu belasten. Nach Beendigung des ersten Durchganges beginnt der zweite Prüfzyklus, in dem die Länge L_z der Garnstränge unter einer Belastung von 2,5 cN ermittelt wird.

Die Einkräuselung, die durch die Wärmebehandlung ausgelöst wird, kann mit der folgenden Formel berechnet werden.

$$\text{Einkräuselung} = \frac{L_g - L_z}{L_g} \cdot 100[\%]$$

L_g = Stranglänge bei einer Belastung von 250 cN

L_z = Stranglänge bei einer Belastung von 2,5 cN

Die Einkräuselung ergibt sich in Prozent und wird als Mittelwert aus den 3 Einzelmessungen und dem Vertrauensbereich des Mittelwertes (95%) angegeben.

Schrumpfkraftmessung an laufendem Garn

Für die Ermittlung der Schrumpfkraft der gesponnenen Garne, wurde die Konstruktions- und Dehnkraftprüfmaschine DYNAFIL M der Firma TEXTECHNO eingesetzt. Das Messgerät setzt sich im wesentlichen aus Antriebsteil, Heizrohrteil und Messkopfteil, der mit einem Diagrammschreiber gekoppelt ist, zusammen. Das zu prüfende Garn wird mit definierter Vorspannkraft zu einer zweistufigen Galette geführt, wobei die hintere Galette (Einzugsgalette) das Garn der Messzone zuführt und die vordere auswechselbare Galette (Abzugsgalette) das Garn abzieht. Bei der Schrumpfkraftmessung sind die Durchmesser der beiden Galetten gleich gross, so dass kein Verzug zwischen Einzug- und Abzugsgalette entsteht. Nach der Abzugsgalette wird das Garn mit einstellbarer Fadenzugkraft auf eine Metalltrommel aufgewunden.

Das zu untersuchende Garn gelangt von der Einzugsgalette aus durch das Heizrohr senkrecht nach unten zur

Kraftmessrolle, die mit einem Kraftmesskopf verbunden ist. Der Faden wird um die Kraftmessrolle gelegt und ausserhalb des Heizrohres wieder nach oben zur Abzugsgalette geführt. Der ausgelöste Schrumpf des Garns beim Durchlaufen der Heizzone bewirkt eine Kraft in der Garnachse, die mit dem Kraftmesskopf ermittelt und als Schrumpfkraft in cN angegeben wird. Die statistische Sicherheit der Messwerte wurde durch den Variationskoeffizienten CV angegeben.

Bei den durchgeführten Schrumpfkraftmessungen wurde das Heizrohr auf 160°C aufgeheizt, das bei dieser Temperatur die grössten Schrumpfkraften aufgetreten sind. Die Prüfgeschwindigkeit bzw. die Garndurchlaufgeschwindigkeit betrug 10 m/min.

Der Koch-Schrumpf der verschiedenen Garnvarianten verhält sich genauso, wie der Koch-Schrumpf der beigemischten Hoch-Schrumpf-Fasern, d.h. die Garnmischung mit dem höchsten Schrumpf, beinhaltet auch die am stärksten schrumpfenden Copolyamidfasern. Garnmischung 4, die keine Hochschrumpffasern beinhaltet (Referenzvariante) zeigt den niedrigsten Schrumpf. Mit zunehmender Belastungsgewicht (2 g, 4 g) beim Ablesen der Garnlängen vor und nach der Behandlung, nimmt der Schrumpf ab. Der Thermoschrumpf bei 160° ist wesentlich kleiner als der Koch-Schrumpf. Die Schrumpfunterchiede zwischen den einzelnen Mischungen weisen aber die gleiche Tendenz auf, wie beim Kochschrumpf.

Die Messung der Einkräuselung liefert bei allen 4 Varianten ähnliche Werte und ermöglicht somit keine Aussage über Kräuselungsfähigkeit und Bauschigkeit.

Hingegen beim visuellen Vergleich der 4 Garnvarianten vor und nach einer 5 minütigen Heisswasserbehandlung ist eine Zunahme der Bauschigkeit nach der Behandlung deutlich zu erkennen, korrelierend mit dem höheren Kochschrumpf der beigemischten Hochschrumpf-Fasern.

Patentansprüche

1. Hochschrumpfende Polyamidfasern gekennzeichnet durch ein Mischpolyamid auf der Basis von

- a) 80 - 95 Gew.% ε-Caprolactam und
- b) 5 - 20 Gew.-% eines Copolyamids aus den Monomereinheiten Hexamethyldiamin, meta-Xylyldiamin oder Isophorondiamin in annähernd äquimolaren Mengen mit Isophthalsäure oder Adipinsäure, wobei mindestens eine der Monomereinheiten gewinkelt ist.

2. Hochschrumpfende Polyamidfasern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern einen Thermoschrumpf von mindestens 15% aufweisen.

3. Verfahren zur Herstellung der hochschrumpfenden Polyamidfasern nach Anspruch 1 oder 2 durch Herstellen von Filamenten in an sich bekannter Weise durch Aufschmelzen der Monomeren in einem Extruder, Austritt der Schmelze aus einer Spinnöse unter Erhalt von Filamenten, Verspinnen der Filamente zu Fasern, Dämpfen, Verstrecken, Kräuseln und Schneiden der Fasern, dadurch gekennzeichnet, daß die Kräuselung mittels eines Krimpers durch Stauchkräuselung erreicht wird, wobei für die Kühlung von Einzugswalzen und Stauchkammer eine Trockeneiskühlung verwendet wird.

4. Verwendung der hochschrumpfenden Polyamidfasern nach Anspruch 1 oder 2 zur Herstellung von Garnen, insbesondere Hochbausch-Teppichgarnen und Strumpfgarnen.

5. Verwendung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die hochschrumpfenden Polyamidfasern mit niedrigschrumpfenden Fasern vermischt werden, wobei der Anteil der hochschrumpfenden Fasern mindestens 15% beträgt.