(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 608 804 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.08.2010 Patentblatt 2010/34

(21) Anmeldenummer: **03816423.2**

(22) Anmeldetag: **28.03.2003**

(51) Int Cl.:
D02J 1/08 *(2006.01)* ***D02G 1/16*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2003/000204

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/085722 (07.10.2004 Gazette 2004/41)

(54) **TEXTURIERDÜSE UND VERFAHREN ZUM TEXTURIEREN VON ENDLOSGARN**

TEXTURING NOZZLE AND METHOD FOR TEXTURING A FILAMENT YARN

BUSE DE TEXTURATION ET PROCEDE DE TEXTURATION DE FIL CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.12.2005 Patentblatt 2005/52

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Heberlein Temco Wattwil AG**
9630 Wattwil (CH)

(72) Erfinder:
- **BERTSCH, Gotthilf**
  CH-9642 Ebnat-Kappel (CH)
- **KLESEL, Kurt**
  CH-9427 Wolfhalden (CH)

(74) Vertreter: **Müller, Christoph Emanuel et al**
Hepp Wenger Ryffel AG
Friedtalweg 5
9500 Wil (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DD-A- 119 830
US-A- 2 958 112
US-A- 3 983 609
US-A- 4 251 904
US-A- 4 507 833
US-A- 6 088 892

- **DEMIR A: "A STUDY OF AIR-JET TEXTURING NOZZLES;THE EFFECTS OF NOZZLE CONFIGURATION ON THE AIR FLOW" TRANSACTIONS OF THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, SERIES B: JOURNAL OF ENGINEERING FOR INDUSTRY, ASME. NEW YORK, US, Bd. 112, Nr. 1, 1. Februar 1990 (1990-02-01), Seiten 97-104, XP000114016 ISSN: 0022-0817**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 608 804 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die neue Erfindung betrifft ein Verfahren zum Texturieren von Endlosgarn mittels einer Texturierdüse, mit einem durchgehenden Garnkanal, in den Druckluft mit mehr als 4 bar in Garntransportrichtung eingeblasen wird, wobei am Austrittsende der Garnkanal mit einem Erweiterungswinkel grösser 10°, vorzugsweise konisch erweitert ist für die Erzeugung einer Überschallströmung. Die Erfindung betrifft ferner eine Texturierdüse für das Texturieren von Endlosgarn mit einem durchgehenden Garnkanal mit einem Eintrittsende, einem mittleren, vorzugsweise zylindrischen Abschnitt mit einer Lufteinblasbohrung sowie einem Austrittsende mit einem Erweiterungswinkel grösser 10°.

Stand der Technik

[0002] Unter dem Begriff des Texturierens wird zum Teil noch die Veredelung von gesponnenen Filamentbündeln bzw. den entsprechenden Endlosgarnen verstanden mit dem Ziel, dem Garn einen textilen Charakter zu geben. Im nachfolgenden Beschrieb wird unter dem Begriff des Texturierens die Erzeugung von einer Vielzahl von Schlingen an einzelnen Filamenten bzw. die Herstellung von Schlingengarn verstanden. Eine ältere Lösung für das Texturieren ist in der EP 0 088 254 beschrieben. Das Endlosfilamentgarn wird am Eintrittsende einer Texturierdüse dem Garnführungskanal zugeführt und an einem trompetenförmigen Austrittsende durch die Kräfte einer Überschallströmung texturiert. Der mittlere Abschnitt des Garnführungskanals ist auf der ganzen Länge zylindrisch mit konstantem Querschnitt. Der Eintritt ist leicht gerundet für eine problemlose Einführung des unbehandelten Garnes. Am trompetenförmigen Austrittsende befindet sich ein Leitkörper, wobei zwischen Trompetenform und dem Leitkörper die Schlingenbildung stattfindet. Das Garn wird mit grosser Überlieferung der Texturierdüse zugeführt. Die Überlieferung wird für die Schlingenbildung an jedem einzelnen Filament benötigt, was eine Titererhöhung am Austrittsende zur Folge hat.

[0003] Die EP 0 088 254 ging aus von einer Vorrichtung zur Texturierung wenigstens eines aus einer Mehrzahl von Filamenten bestehenden Endlosgarnes mit einer mit einem Druckmedium beschickten Düse, enthaltend einen Garnführungskanal sowie mindestens eine in radialer Richtung in den Kanal einmündende Zuführung für das Druckmedium. Die gattungsgemässe Düse wies eine sich nach aussen erweiternde Austrittsöffnung des Kanals aus und einen in die letztere hineinragenden, mit derselben einen Ringspalt bildenden kugel- bzw. halbkugelförmigen Leitkörper. Es wurde erkannt, dass bei texturierten Garnen die Erhaltung der Garneigenschaften sowohl während des Verarbeitungsprozesses als auch nach demselben am Fertigprodukt ein wichtiges Kriterium für die Einsatzmöglichkeit solcher Garne ist. Ferner ist auch die Höhe des Durchmischungsgrades von zwei oder mehreren Garnen und der einzelnen Filamente der texturierten Garne von wesentlicher Bedeutung für die Erzielung eines gleichmässigen Warenbildes. Die Stabilität wird dabei als Qualitätsbegriff verwendet. Zur Bestimmung der Instabilität I des Garns werden Garnsträngchen mit vier Windungen von je einem Meter Umfang auf einer Haspel gebildet, wie an Hand eines Multifilamentgarnes am Polyester mit dem Titer 167f68 dtex erklärt wird. Diese Strängchen werden dann eine Minute mit 25 cN belastet, und anschliessend wird die Länge X bestimmt. Daran schliesst sich ebenfalls eine Minute eine Belastung mit 1250 cN an. Nach dem Entlasten wird nach einer Minute das Strängchen erneut mit 25 cN belastet und nach einer weiteren Minute dann die Länge y bestimmt. Daraus ergibt sich der Wert der Instabilität:

$$I = \frac{Y \cdot X}{X} \cdot 100\ \%$$

[0004] Die Instabilität gibt an, wieviel Prozent bleibende Dehnung durch die aufgebrachte Last verursacht wird. Der EP 0 088 254 lag die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung der beschriebenen Art zu schaffen, mit welcher ein optimaler Texturiereffekt erzielbar ist, der eine hohe Stabilität des Garns sowie einen hohen Durchmischungsgrad der einzelnen Filamente gewährleistet. Als Lösung wurde vorgeschlagen, dass der äussere Durchmesser der konvex gewölbten Austrittsöffnung des Kanals mindestens gleich dem 4-fachen des Durchmessers des Kanals und mindestens gleich dem 0,5-fachen des Durchmessers des kugel- bzw. halbkugelförmigen Leitkörpers (5) ist. Als optimale Resultate wurden Produktionsgeschwindigkeiten in einem Bereich von 100 bis über 600 m/min. gefunden. Interessant ist die Tatsache, dass es der Anmelderin gelang, über einen Zeitraum von über 15 Jahren entsprechende Düsen erfolgreich zu vermarkten. Die Qualität des damit produzierten Garnes wurde über den Zeitraum von 1½ Jahrzehnten als sehr gut beurteilt. Zunehmend wurde jedoch der Wunsch nach einer Leistungssteigerung geäussert. Der Anmelderin gelang mit der Lösung gemäss EP 0 880 611 eine massive Leistungssteigerung bis weit über 1000 m/min. Garn-Transportgeschwindigkeit. Der Kerngedanke für die Leistungssteigerung lag in einer Intensivierung der Strömungsverhältnisse in

dem sich erweiternden Überschallkanal, d.h. in der Zone, in der die Schlingenbildung stattfindet. Als besonderes Prüfkriterium wurde die Garnspannung am Austritt aus der Texturierdüse erkannt. Viele Untersuchungsreihen brachten an den Tag, dass bei der Lösung gemäss EP 0 088 254 die Garnspannung nach etwa 600 m/min. Garntransportgeschwindigkeit stark abfällt. Dies ist letztlich die Erklärung für die Leistungsbegrenzung dieser Düsentypen.

[0005] Der Vorschlag der EP 0 880 611 mit der Intensivierung der Strömung in dem Überschallkanal ergab eine unerwartete Steigerung der Garnspannung, welche erlaubte, die Transportgeschwindigkeit auf über 1000 m/min. zu steigern. Die Qualität des dabei verarbeiteten Garnes wurde anfänglich auch bei höchsten Transportgeschwindigkeiten als gleich, wenn nicht sogar als besser beurteilt. Die Praxis zeigte in der Folge jedoch insofern Überraschungen, als dass in vielen Anwendungen die Garnqualität doch nicht den gewünschten Anforderungen entsprach.

[0006] Der neuen Erfindung wurde nun die Aufgabe zugrunde gelegt, ein Verfahren sowie eine Texturierdüse zu entwickeln, welche eine Leistungssteigerung, insbesondere bis weit über 1000 m/min. zulässt, jedoch in möglichst allen Anwendungen höchste Garnqualitäten ergibt.

Darstellung der Erfindung

[0007] Das erfindungsgemässe Verfahren ist im nachgehenden Anspruch 1 definiert.

[0008] Mit allen bisherigen Untersuchungen konnte nur bestätigt werden, dass die mit Texturierdüsen gemäss EP 0 088 254 ermittelten Daten der optimale Einblaswinkel für die Behandlungsluft bei 48° liegt. Jede Steigerung über 48° führte nur zu einer Verschlechterung der Texturierung. Es wird hierzu auch auf die gross angelegten Unterschungen von A. Demir im "Journal of Engineering for Industry" vom Februar 1990 (Vol. 112/97) Bezug genommen. Der Verfasser des Artikels hatte Gelegenheit, mit vielen Versuchsreihen die wesentlichen Parameter zu prüfen. Es wurden dabei Düsen mit 30°, 45° sowie 60° Einblaswinkel untersucht. Die Düsen mit 60° Einblaswinkel waren in verschiedener Hinsicht schlechter, nicht zuletzt, weil bei 60° ein grosser Teil der Energie auf die Gegenwand auftritt und vernichtet wird. Damit wurde wissenschaftlich bestätigt, was empirisch im Rahmen der Entwicklung der Texturierdüse gemäss EP 0 088 254 gefunden und in der Folge auch nicht mehr angezweifelt wurde. Bei der Entwicklung der neueren Düsenform gemäss EP 0 880 611 bestand kein Grund, die sich über viele Jahre gefestigte Fachmeinung, nämlich dass der Bereich von 45° bis 48° Einblaswinkel optimal sei, anzuzweifeln. Dieses Merkmal fand denn auch Eingang in dem Beschrieb der Lösungen gemäss EP 0 880 611. Wie bereits dargelegt, wurde bei der Suche nach einer Verbesserung der Garnqualitäten unter anderem auch ein neuer Anlauf im Hinblick auf den Einfluss des Einblaswinkels genommen. Als völlige Überraschung wurde festgestellt, dass die Vergrösserung des Einblaswinkels mit Düsen gemäss EP 0 880 611 bereits in den ersten Versuchsreihen eine unerwartete Steigerung der Qualität des texturierten Garnes brachte. Von den Erfindern wurde in der Folge erkannt, dass die beiden Prozesszonen,

- das Öffnen des Garnes und
- das Texturieren des Garnes

aufeinander optimal abgestimmt werden müssen. Mehrfach wiederholte Versuche zeigten, dass bei der Lösung gemäss EP 0 088 254 die Begrenzung in der Texturierzone liegt und deshalb eine Steigerung der Garnöffnung nur Nachteile bringt. Aus dem Gebiet der Garnverwirbelung ist bekannt, dass der Garnöffnungseffekt am grössten ist bei einem Einblaswinkel von 90°. Das Ziel der Verwirbelung ist, in dem Garn regelmässige Knoten zu bilden. Als Beispiel für die Verwirbelung wird auf die DE 195 80 019 verwiesen. Beim texturierten Garn dürfen dagegen unter keinen Umständen Knoten gebildet werden. Es muss ein Grenzbereich für den Einblaswinkel für die beiden grundsätzlich unterschiedlichen Verfahren der Knotenbildung und der Schlingenbildung geben. Es war allerdings noch nicht möglich, diese Grenzen zu bestimmen. Bis zur Zeit wird ein Bereich für den Einblaswinkel von 49°, jedoch kleiner als 80°, vorzugsweise 50° bis etwa 70° angenommen. Die obere Grenze konnte noch nicht abschliessend ermittelt werden. Der Garnkanal weist einen mittleren, vorzugsweise zylindrischen Abschnitt auf, welcher in Transportrichtung ohne Sprung in die konische Erweiterung übergeführt ist, wobei die Druckluft mit einem genügenden Abstand zu dem konisch erweiterten Überschallkanal in den zylindrischen Abschnitt eingeblasen wird.

[0009] Die Versuche im Zusammenhang mit der neuen Erfindung brachten vor allem drei neue Erkenntnisse:

- Bei Texturierdüsen mit intensivierter Überschallströmung gemäss EP 0 880 611 konnte bei jedem Garntiter eine Qualitätsverbesserung erzielt werden, wenn der Einblaswinkel über 48° gesteigert wurde.
- Die Qualitätssteigerung beginnt mit einem markanten Anstieg bei einer Vergrösserung des Winkels über 48°.
- Bei Einblaswinkeln grösser 52°, teils bis 60° und sogar 65°, bleibt die Garnqualität erstaunlich konstant. Der optimale Einblaswinkel ist jedoch auch abhängig von dem Garntiter.

[0010] Es wird deshalb vorgeschlagen, den Einblaswinkel als Funktion der Garnqualität, insbesondere des Garntiters in dem Bereich von 49° bis 80°, vorzugsweise 50° bis 70°, festzulegen. Die Vorteile der neuen Erfindung konnten genutzt

werden mit Texturierdüsen mit nur einer einzigen Bohrung, über welche die Druckluft mit einem Winkel grösser als 49° bzw. 50° eingeblasen wird. Bevorzugt wird jedoch die Druckluft über drei im Umfang um 120° versetzte Bohrungen in den Garnkanal eingeblasen. Entscheidend ist in jedem Fall, dass die Garnöffnung durch Einblasen der Druckluft in den Garnkanal intensiviert, jedoch eine Knotenbildung im Garn vermieden wird.

[0011] Die erfindungsgemässe Texturierdüse ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckluft zur Intensivierung der Garnöffnung mit einem Einblaswinkel von mehr als 48°, vorzugsweise mehr als 50°, in den Garnkanal eingeblasen wird. Bevorzugt wird die Lufteinblasstelle in dem zylindrischen Abschnitt mit Abstand zu der konischen Erweiterung angeordnet, wobei der Abstand wenigstens etwa dem Durchmesser des Garnkanales entspricht. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ist die Länge der beiden Prozesstufen, Öffnen und Texturieren, bei Düsen gemäss der älteren EP 0 088 254 zu kurz. Dies ist einer der Gründe für die begrenzte Transportgeschwindigkeit mit einem Düsentyp gemäss der älteren Lösung.

[0012] Die neue Erfindung brachte verschiedene Erkenntnisse:

1. Die Öffnung des Garnes einerseits sowie die Texturierung des Garnes andererseits müssen je für sich optimiert werden;
2. zur Optimierung der beiden total unterschiedlichen Funktionen müssen diese örtlich getrennt,
3. jedoch kurz nacheinander durchgeführt werden, derart, dass der Öffnung unmittelbar die Texturierung folgt, bzw. dass die Beendigung des Garnöffnungsvorganges unmittelbar in die Texturierung übergeht.

[0013] Zumindest der mittlere, zylindrische Abschnitt sowie der konisch erweiterte Austrittsabschnitt einer Texturierdüse wird als Teil eines Düsenkernes ausgebildet. Der Düsenkern wird bevorzugt als Einsatz in einen Texturierdüsenkopf ausgebildet und aus einem Werkstoff aus verschleissfestem Material, insbesondere Keramik hergestellt.

[0014] Besonders vorteilhaft wird der Düsenkern als Wechselkern ausgebildet, derart, dass ein Düsenkern mit optimalen inneren Abmessungen und Eintrittswinkeln einsetzbar ist. Damit ist es möglich, z.B. einen bestehenden Düsenkern des Standes der Technik mit wenigen Manipulationen auszuwechseln und alle Vorteile der neuen Erfindung zu nutzen. Am Austrittsende des konisch erweiterten Abschnittes wird wie im Stand der Technik ein Leitkörper angeordnet, der wenigstens bis nahe an den konisch erweiterten Austrittsabschnitt zustellbar ist. Damit kann ein weiterer Beitrag für die Konstanz der Qualität des Garnes erreicht werden. Die Texurierdüse wird vorteilhafterweise als Teil eines Texturierkopfes ausgebildet, wobei die Luftverteilung auf drei Lufteinblasbohrungen in dem Texturierkopf angeordnet ist. In der Folge wird auf die EP 0 880 611 Bezug genommen, welche Basis und Ausgangslage für die neue Erfindung ist, soweit es die Prozessstufe Texturieren betrifft.

[0015] Es wurde bei der EP 0 880 611 erkannt, dass der erste Schlüssel für die Qualität in der Garnspannung nach der Texturierdüse liegt. Nur wenn es gelingt, die Garnspannung zu erhöhen, kann die Qualität verbessert werden. Der Durchbruch wurde ermöglicht, als die Strömung des Blasluftstrahles über den Bereich Mach 2 gesteigert wurde. Viele Versuchsreihen bestätigten, dass nicht nur die Qualität verbessert, sondern dass die Qualität durch eine Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit in erstaunlich geringem Masse negativ beeinflusst wird. Schon eine geringfügige Steigerung der Machzahl über 2 ergab bereits signifikante Resultate. Die beste Erklärung für die entsprechende Intensivierung des Texturierporzesses wird darin gesehen, dass die Geschwindigkeitsdifferenz unmittelbar vor und nach der Stossfront vergrössert wird, was sich direkt auf die entsprechenden Angriffskräfte der Luft auf die Filamente auswirkt. Die gesteigerten Kräfte in dem Bereich der Stossfront verursachen eine Erhöhung der Garnspannung. Durch die Steigerung der Machzahl wird unmittelbar das Geschehen an der Stossfront gesteigert. Erfindungsgemäss wurde die Gesetzmässigkeit erkannt: höhere Machzahl = stärkerer Stoss = intensivere Texturierung. Die intensivierte Überschallströmung erfasst auf breiterer Front und viel intensiver die einzelnen Filamente des geöffneten Garnes, so dass keine Schlingen seitlich über die Wirkzone der Stossfront ausweichen können. Da die Erzeugung der Überschallströmung in dem Beschleunigungskanal auf der Expansion beruht, erhält man durch einen höheren Machbereich, also z.Bsp. anstelle Mach 1,5 Mach 2,5, auch eine Erhöhung bzw. annähernd eine Verdoppelung des wirksamen Austrittsquerschnittes. Es konnten verschiedene überraschende Beobachtungen gemacht und in Kombination mit der neuen Erfindung bestätigt werden:

- Bei der Anwendung eines für den höheren Machbereich ausgestalteten Überschallkanales tritt bei gleicher Produktionsgeschwindigkeit eine qualitative Verbesserung der Texturierung ein, im Vergleich zum älteren Stand der Technik.
- Testversuche mit einzelnen Garntitern wurden bis zu einer Produktionsgeschwindigkeit von 1’000 bis 1’500 m/min. durchgeführt, ohne Zusammenbruch der Texturierung.
- Messtechnisch fiel sofort auf, dass die Garnspannung im Durchschnitt um gegen 50 % gesteigert werden konnte. Der gesteigerte Wert blieb zudem über einen grossen Geschwindigkeitsbereich von z.Bsp. 400 bis 700 m/min. nahezu konstant.
- Es hat sicher ferner gezeigt, dass auch in der Wahl des Speisedruckes der Druckluft ein wesentlicher Einflussfaktor liegt. Zur Sicherstellung der höheren Machzahlen wird in vielen Fällen ein höherer Speisedruck benötigt. Dieser

liegt etwa zwischen 6 bis 14 bar, kann aber auf 20 und mehr bar gesteigert werden.

[0016] Die Vergleichsversuche, Stand der Texturiertechnik gemäss EP 0 088 254 und neue Lösung im Rahmen der EP 0 880 611, ergaben in einem beachtlich weiten Bereich die folgende Gesetzmässigkeit: Die Texturierqualität ist bei einer höheren Produktionsgeschwindigkeit im Vergleich zur Texturierqualität bei tieferer Produktionsgeschwindigkeit mit einer für den niederen Machbereich ausgestalteten Überschallkanal wenigstens gleich oder besser. Der Texturiervorgang ist bei Luftgeschwindigkeiten in der Stossfront von über Mach 2, also z.Bsp. bei Mach 2.5 bis Mach 5, derart intensiv, dass auch bei höchsten Garndurchlaufgeschwindigkeiten nahezu ausnahmslos alle Schlingen erfasst und in dem Garn gut eingebunden werden. Die Erzeugung einer Luftgeschwindigkeit im hohen Machbereich innerhalb des Beschleunigungskanales bewirkt, dass die Texturierung bis zu höchsten Geschwindigkeiten nicht mehr zusammenbricht. Zweitens wird der ganze Filamentverbund innerhalb von klaren äusseren Kanalgrenzen gleichmässig und direkt in die Stossfrontzone geführt. Das eigentliche zentrale Kriterium für den positiven Effekt der neuen Erfindung liegt darin, dass die Stabilität des Garnes generell verbessert wird. Wird ein mit der neuen Lösung texturiertes Garnes stark mit einer Zugkraft beansprucht und wieder losgelassen, dann kann festgestellt werden, dass die Textur, d.h. feste Verbundstellen und Schlingen, fast unverändert erhalten bleibt bzw. bleiben. Dies ist für die nachfolgende Verarbeitung ein entscheidender Faktor.

[0017] In dem Beschleunigungskanal wird das Garn von dem sich beschleunigenden Luftstrahl über der entsprechenden Wegstrecke eingezogen, weiter geöffnet und der direkt anschliessenden Texturierzone übergeben. Der Blasluftstrahl wird anschliessend an den Beschleunigungskanal ohne Umlenkung durch einen sich unstetig und stark erweiternden Abschnitt geführt. Es können ein oder mehrere Garnfäden mit gleicher oder unterschiedlicher Überlieferung eingeführt und mit einer Produktionsgeschwindigkeit von 400 bis über 1200 m/min. texturiert werden. Der Druckluftstrahl in dem Überschallkanal wird auf 2,0 bis 6 Mach, vorzugsweise auf 2,5 bis 4 Mach, beschleunigt. Die besten Resultate werden erreicht, wenn das austrittsseitige Ende des Garnkanales durch einen Prallkörper begrenzt ist, derart, dass das texturierte Garn etwa rechtwinklig zu der Garnkanalachse durch einen Spalt abgeführt wird.

[0018] Besonders bevorzugt wird die Blasluft auch bei der neuen Erfindung nach dem Radialprinzip von der Zuführstelle in einen zylindrischen Abschnitt des Garnkanales unmittelbar in eine axiale Richtung mit etwa konstanter Geschwindigkeit bis zu dem Beschleunigungskanal geführt. Wie im Stand der Technik der EP 0 880 611 können auch mit der neuen Lösung ein oder mehrere Garnfäden mit unterschiedlichster Überlieferung texturiert werden. Der gesamte theoretisch wirksame Erweiterungswinkel des Überschallkanales sollte vom kleinsten bis zum grössten Durchmesser über 10°, jedoch unter 40°, vorzugsweise innerhalb von 15° bis 30°, liegen. Nach den zur Zeit gängigen Rauhigkeitswerten hat sich in Bezug auf die Seriefertigung ein oberster Grenzwinkel (Gesamtwinkel) von 35° bis 36° ergeben. In einem konischen Beschleunigungskanal wird die Druckluft im wesentlichen stetig beschleunigt. Der Düsenkanalabschnitt unmittelbar vor dem Überschallkanal wird bevorzugt etwa zylindrisch ausgebildet, wobei mit Förderkomponente in Richtung zu dem Beschleunigungskanal in den zylindrischen Abschnitt eingeblasen wird. Die Einzugskraft auf das Garn wird mit der Länge des Beschleunigungskanales vergrössert. Die Düsenerweiterung bzw. die Erhöhung der Machzahl ergibt die Intensität der Texturierung. Der Beschleunigungskanal soll wenigstens einen Querschnittserweiterungsbereich von 1 : 2,0 bevorzugt 1 : 2,5 oder grösser aufweisen. Es wird weiter vorgeschlagen, dass die Länge des Beschleunigungskanales 3 bis 15 mal, vorzugsweise 4 bis 12 mal grösser ist als der Durchmesser des Garnkanales am Beginn des Beschleunigungskanales. Der Beschleunigungskanal kann ganz oder teilweise stetig erweitert ausgebildet sein, konische Abschnitte aufweisen und/oder eine leicht sphärische Form haben. Der Beschleunigungskanal kann aber auch feingestuft ausgebildet werden und unterschiedliche Beschleunigungszonen aufweisen, mit wenigstens einer Zone mit grosser Beschleunigung sowie wenigstens einer Zone mit kleiner Beschleunigung des Druckluftstrahles. Der Austrittsbereich des Beschleunigungskanales kann ferner zylindrisch oder angenähert zylindrisch und der Eintrittsbereich stark erweitert, jedoch weniger als 36° erweitert sein. Wurden die Randbedingungen für den Beschleunigungskanal erfindungsgemäss eingehalten, so erwiesen sich die genannten Variationen des Beschleunigungskanales als nahezu gleichwertig oder zumindest als äquivalent. Der Garnkanal weist anschliessend an den Überschallkanal eine stark konvexe, bevorzugt eine trompetenförmig um mehr als 40° erweiterte Garnkanalmündung auf, wobei der Übergang von dem Überschallkanal in die Garnkanalmündung vorzugsweise unstetig verläuft. Ein entscheidender Faktor wurde darin gefunden, dass mit einem Prallkörper vor allem auch die Druckverhältnisse in dem Texturierraum positiv beeinflusst und stabil gehalten werden können. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Texturierdüse ist **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen durchgehenden Garnkanal mit einem mittleren zylindrischen Abschnitt, in den die Luftzuführung mündet, sowie in Fadenlaufrichtung einen an den zylindrischen Abschnitt unmittelbar anschliessenden konischen Beschleunigungskanal mit einem Öffnungswinkel (α_2) grösser 15°, sowie einen anschliessenden Erweiterungsabschnitt mit einem Öffnungswinkel (∂) grösser als 40° aufweist.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0019] Die Erfindung wird nun an Hand einiger Ausführungsbeispiele mit weiteren Einzelheiten erläutert. Es zeigen:

die Figur 1	den Garnkanal in dem Bereich der Garnöffnungs- und Texturierzone gemäss der neuen Erfindung;
die Figur 2	schematisch die Garnspannungsprüfung beim Texturieren;
die Figur 3	einen erfindungsgemässen Düsenkern in grösserem Massstab;
die Figur 4	einen Düsenkern mit einem Prallkörper am Ausgang des Beschleuni- gungskanales;
die Figur 5	einen ganzen Düsenkopf mit Prallkörper;
die Figur 6	einen Vergleich von texturiertem Garn gemäss Stand der Technik mit der neuen Erfindung in Bezug auf die Garnspannung;
die Figuren 7a bis 7c und 8a bis 8c	Versuchsresultate in Bezug auf verschiedene Ein- blaswinkel, ausgehend von einer Düse des Standes der Technik mit einem Einblaswinkel von 48°;
die Figur 9	den Einsatz einer thermischen Stufe in Kombination mit der Texturierung;
die Figuren 10a	bis 10d den thermischen Einsatz über eine Galettenheizung.

Wege und Ausführung der Erfindung

[0020] In der Folge wird nun auf die Figur 1 Bezug genommen. Die Texturierdüse 1 weist einen Garnkanal 4 mit einem zylindrischen Abschnitt 2 auf, der zugleich auch dem engsten Querschnitt 3 mit einem Durchmesser d entspricht. Vom engsten Querschnitt 3 geht der Garnkanal 4 ohne Querschnittssprung in einen Beschleunigungskanal 11 über und wird dann trompetenförmig erweitert, wobei die Trompetenform mit einem Radius R definiert werden kann. Auf Grund der sich einstellenden Überschallströmung kann ein entsprechender Stossfrontdurchmesser DA_E ermittelt werden. Auf Grund des Stossfrontdurchmessers DA_E lässt sich relativ genau die Ablös- oder Abreissstelle A_1, A_2, A_3 oder A_4 ermitteln. Für die Wirkung der Stossfront wird auf die EP 0 880 611 verwiesen. Der Beschleunigungsbereich der Luft kann auch durch die Länge ℓ_2 von der Stelle des engsten Querschnittes 3 sowie der Abrissstelle A definiert werden. Da es sich um eine echte Überschallströmung handelt, kann daraus ungefähr die Luftgeschwindigkeit errechnet werden.

[0021] Die Figur 1 zeigt eine konische Ausgestaltung des Beschleunigungskanales 11, welcher der Länge ℓ_2 entspricht. Der Öffnungswinkel α_2 ist mit 20° angegeben. Die Ablössstelle A_2 ist am Ende des Überschallkanales eingezeichnet, wo der Garnkanal in eine unstetige, stark konische oder trompetenförmige Erweiterung 12 übergeht mit einem Öffnunswinkel ∂ > 40°. Auf Grund der Geometrie ergibt sich ein Stossfrontdurchmesser D_{AE}. Es ergeben sich als Beispiel etwa folgende Verhältnisse:

$$L2/d = 4.2;\ Vd = 330\ m/sec.\ (Mach\ 1);\quad \frac{DAE}{d} \sim 2.5 \rightarrow M_{DE} = Mach\ 3.2$$

[0022] Eine Verlängerung des Beschleunigungskanales 11 mit entsprechendem Öffnungswinkel bewirkt eine Vergrösserung des Stossfrontdurchmessers D_{AE}. Unmittelbar in dem Bereich der Stossfrontbildung entsteht die grösstmögliche Verdichtungsstossfront 13 mit anschliessender abrupter Druckerhöhungszone 14. Die eingentliche Texturierung findet im Bereich der Verdichtungsstossfront 13 statt. Die Luft bewegt sich etwa um den Faktor 50 schneller als das Garn. Durch viele Versuche konnte ermittelt werden, dass die Ablösestelle A_3, A_4 auch in den Beschleunigungskanal 11 hinein wandern kann, nämlich dann, wenn der Speisedruck abgesenkt wird. In der Praxis gilt es nun, für jedes Garn den optimalen Speisedruck zu ermitteln, wobei die Länge (ℓ_2) des Beschleunigungskanales für den ungünstigen Fall ausgelegt wird, also eher etwas zu lang gewählt wird. Mit M_B ist die Mittellinie der Einblasbohrung 15 und M_{GK} die Mittellinie des Garnkanales 4 und der Schnittpunkt von M_{GK} sowie M_B mit SM bezeichnet. Pd ist die Stelle des engsten Querschnittes am Beginn des Beschleunigungskanales 11, ℓ1 ist der Abstand vom SM und Pd, ℓ2 der Abstand von Pd bis zum Ende des Beschleunigungskanales (A4). Löff bezeichnet etwa die Länge der Garnöffnungszone, Ltex etwa die Länge der Garntexturierzone. Je grösser der Winkel β, desto mehr wird die Garnöffnungszone nach rückwärts vergrössert.

[0023] Die Figur 2 zeigt einen ganzen Texturierkopf bzw. Düsenkopf 20 mit eingebautem Düsenkern 5. Das unverarbeitete Garn 21 wird über ein Lieferwerk 22 der Texturierdüse 1 zugeführt und als texturiertes Garn 21' weitertransportiert. In dem Austrittsbereiches 13 der Texturierdüse befindet sich ein Prallkörper 23. Ein Druckluftanschluss P' ist seitlich an dem Düsenkopf 20 angeordnet. Das texturierte Garn 21' läuft mit einer Transportgeschwindigkeit VT über ein zweites Lieferwerk 25. Das texturierte Garn 21' wird über einen Qualitätssensor 26 geführt, z.Bsp. mit der Marktbezeichnung HemaQuality, genannt ATQ, in welchem die Zugkraft des Garns 21' (in cN) sowie die Abweichung der momentanen Zugkraft (Sigma %) gemessen wird. Die Messsignale werden einer Rechnereinheit 27 zugeführt. Die entsprechende Qualitätsmessung ist Voraussetzung für die optimale Überwachung der Produktion. Die Werte sind auch ein Indikator für die Garnqualität. Im Luftblastexturierprozess ist die Qualitätsbestimmung insofern erschwert, als keine definierte Schlingengrösse besteht. Es lässt sich viel besser die Abweichung gegenüber der vom Kunden als gut befundenen

Qualität feststellen. Mit dem ATQ-System ist dies möglich, da die Garnstruktur und deren Abweichung über einen Fadenspannungssensor 26 festgestellt, ausgewertet und durch eine einzige Kennzahl, dem AT-Wert, angezeigt werden kann. Ein Fadenspannungssensor 26 erfasst als analoges elektrisches Signal insbesondere die Fadenzugkraft nach der Texturierdüse. Dabei wird aus Mittelwert und Varianz der Fadenzugkraft-Messwerte laufend der AT-Wert errechnet. Die Grösse des AT-Wertes ist von der Struktur des Garnes abhängig und wird vom Anwender nach seinen eigenen Qualitätsansprüchen ermittelt. Verändert sich während der Produktion die Fadenzugkraft oder die Varianz (Gleichmässigkeit) der Fadenspannung, ändert sich auch der AT-Wert. Wo die oberen und unteren Grenzwerte liegen, kann mit Garnspiegeln, Strick- oder Gewebeproben ermittelt werden. Sie sind je nach Qualitätsansprüchen verschieden. Der Vorteil der ATQ-Messung ist der, dass verschiedenartige Störungen aus dem Prozess gleichzeitig erfasst werden, z.Bsp. Stellengleichheit der Texturierung, Fadenbenetzung, Filamentbrüche, Düsenverschmutzung, Prallkugelabstand, Hotpin-Temperatur, Luftdruckunterschiede, POY-Steckzone, Garnvorlage, usw.

[0024] In der Folge wird nun auf die Figur 3 Bezug genommen, welche eine bevorzugte Ausführungsform eines ganzen Düsenkernes 5 im Querschnitt in starker Vergrösserung zeigt. Die äussere Einpassform wird bevorzugt exakt den Düsenkernen des Standes der Technik angepasst. Dies betrifft vor allem die kritische Einbaumasse, den Bohrungsdurchmesser B_D, die Gesamtlänge L, die Düsenkopfhöhe K_H sowie die Distanz L_A für die Druckluftanschlüsse PP'. Die Versuche haben ergeben, dass der optimale Einblaswinkel β grösser als 48° sein muss. Die Distanz X der entsprechenden Druckluftbohrungen 15 ist in Bezug auf den Beschleunigungskanal kritisch. Der Garnkanal 4 weist im Einlaufbereich des Garnes, Pfeil 16, einen Garneinführungskonus 6 auf. Durch die im Garntransportsinne gerichtete Druckluft über die schrägen Druckluftbohrungen 15 wird die nach rückwärts gerichtete Abluftströmung reduziert. Das Mass "X" (Figur 6) zeigt an, dass die Luftbohrung bevorzugt wenigstens etwa um die Grösse des Durchmessers d vom engsten Querschnitt 3 zurückversetzt ist. In Transportrichtung gesehen (Pfeil 16) weist die Texturierdüse 1 bzw. der Düsenkern 5 einen Garneinführkonus 6, einen zylindrischen mittleren Abschnitt 7, einen Konus 8 auf, der gleichzeitig dem Beschleunigungskanal 11 entspricht, sowie einen erweiterten Texturierraum 9. Der Texturierraum wird quer zur Strömung durch eine Trompetenform 12 begrenzt, welche auch als offener konischer Trichter ausgebildet sein kann. Die Figur 3 zeigt eine Texturierdüse mit drei Druckluftbohrungen 1, welche um je 120° versetzt sind und auf den selben Punkt Sm in den Garnkanal 4 münden.

[0025] Die Figuren 4 zeigt in mehrfacher Vergrösserung gegenüber der wirklichen Grösse einen Düsenkern 5 mit einem Prallkörper 14. Der neue Düsenkern 5 kann als Austauschkern für den bisherigen des Standes der Technik konzipiert werden. Insbesondere die Abmessungen B_d, E_L als Einbaulänge, $L_A + K_H$ sowie K_H werden deshalb bevorzugt nicht nur gleich, sondern auch mit den gleichen Toleranzen hergestellt. Bevorzugt wird ferner auch die Trompetenform in dem äusseren Austrittsbereich gleich hergestellt wie im Stand der Technik, mit einem entsprechenden Radius R. Der Prallkörper 14 kann eine beliebige Form haben: sphärisch, kugelförmig flach oder sogar im Sinne einer Kalotte. Die genaue Lage des Prallkörpers 14 in dem Austrittsbereich bleibt durch die Beibehaltung der äusseren Masse erhalten, entsprechend ein gleicher Abzugspalt S_{p1}. Der Texturierraum 18 bleibt nach aussen unverändert, wird aber rückwärts gerichtet und durch den Beschleunigungskanal 11 definiert. Der Texturierraum kann je nach Höhe des gewählten Luftdruckes auch in den Beschleunigungskanal hinein vergrössert werden. Der Düsenkern 5 wird, wie im Stand der Technik aus einem hochwertigen Material, wie Keramik, Hartmetall oder Spezialstahl hergestellt und ist das eigentlich teure Teil einer Texturierdüse. Wichtig bei der neuen Düse ist, dass die zylindrische Wandfläche 21 wie auch die Wandfläche 22 in dem Bereich des Beschleunigungskanales höchste Güte hat. Die Beschaffenheit der Trompeten-Erweiterung wird im Hinblick auf die Garnreibung festgelegt.

[0026] Die Figur 5 zeigt einen ganzen Düsenkopf 20 mit einem Düsenkern 5 sowie einem Prallkörper 14, der über einem Arm 27 verstellbar in einem bekannten Gehäuse 28 verankert ist. Für das Einfädeln wird der Prallkörper 14 mit dem Arm 27 auf bekannte Weise entsprechend Pfeil 29 aus dem Arbeitsbereich 30 der Texturierdüse weggezogen bzw. weggeschwenkt. Die Druckluft wird aus einer Gehäusekammer 31 über die Druckluftbohrungen zugeführt. Der Düsenkern 5 wird über eine Klemmbride 32 an dem Gehäuse 33 festgeklemmt. Anstelle einer kugeligen Form kann der Prallkörper auch eine Kalottenform haben.

[0027] Die Figur 6 zeigt unten links rein schematisch die Texturierung des Standes der Technik gemäss EP 0 088 254. Dabei sind zwei Hauptparameter hervorgehoben. Eine Öffnungszone Oe-Z_1, sowie ein Stossfrontdurchmesser DAs, ausgehend von einem Durchmesser d, entsprechend einer Düse, wie in der EP 0 088 254 beschrieben ist. Demgegenüber ist rechts oben die Texturierung gemäss EP 0 880 611 dargestellt. Deutlich erkennbar ist dabei, dass die Werte Oe-Z_2 sowie D_{AE} grösser sind. Die Garnöffnungszone Oe-Z_2 beginnt kurz vor dem Beschleunigungskanal in dem Bereich der Druckluftzufuhr P und ist bereits deutlich grösser in Bezug auf die relativ kurze Garnöffnungszone Oe-Z_1 der Lösung gemäss EP 0 088 254.

[0028] Die wesentliche Aussage der Figur 6 liegt in dem diagrammatischen Vergleich der Garnspannung gemäss Stand der Technik (Kurve T 311) mit Mach < 2 sowie einer erfindungsgemässen Texturierdüse (Kurve S 315) mit Mach > 2 sowie der neuen Düse. In der Vertikalen des Diagrammes ist die Garnspannung in CN. In der Horizontalen ist die Produktionsgeschwindigkeit Pgeschw. in m/min. dargestellt. Die Kurve T 311 lässt das deutliche Zusammenfallen der Garnspannung über einer Produktionsgeschwindigkeit von 500 m/min. erkennen. Oberhalb etwa 650 m/min. brach die

Texturierung mit der Düse entsprechend EP 0 088 254 zusammen. Im Gegensatz dazu zeigt die Kurve S 315 mit der entsprechenden Düse aus der EP 0 880 611, dass die Garnspannung nicht nur viel höher ist, sondern in dem Bereich von 400 bis 700 m/min. nahezu konstant ist und auch im höheren Produktionsbereich nur langsam abfällt. Die Erhöhung der Machzahl ist einer der wichtigsten Parameter für die Intensivierung der Texturierung. Die Vergrösserung des Einblaswinkels ist einer der wichtigsten Parameter für Qualität der Texturierung, wie mit der neuen Düse als drittes Beispiel links oben dargestellt ist. Als Beispiel ist der Einblaswinkel mit dem Bereich von 50° bis 60° angegeben. Die Garnöffnungszone Oe-Z_3 ist grösser als in der Lösung rechts oben (gemäss EP 0 880 611) und bedeutend grösser als in der Lösung links unten (gemäss EP 0 088 254). Die anderen verfahrenstechnischen Verfahrensparameter sind bei allen drei Lösungen gleich. Neben dem unterschiedlichen Einblaswinkel von dem Bereich 45° bis 48° und neu über 45° liegt der überraschend positive Effekt im ersten Abschnitt der Garnöffnungszone, wie OZ_1 sowie OZ_2 bzw. wie im entsprechenden Kreis markiert ist. Wie mit den Figuren 7 und 8 dargestellt ist, liegt der äussere Unterschied nur in der Änderung des Einblaswinkels. Der markante Anstieg der Fadenspannung beginnt bei einem Winkel von über 48° und kann nur mit einer kombinatorischen Wirkung verstanden werden. Zumindest soweit zur Zeit der überraschend positive Effekt verstanden wird, bedeutet 48° Einblaswinkel eine Schwelle, dies jedoch nur bei Texturierdüsen gemäss EP 0 880 611. Dieser Texturedüsentyp hat eine genügende Leistungsreserve, so dass selbst eine geringfügige Intensivierung der Garnöffnung in eine Steigerung der Garnqualität umgesetzt wird.

[0029] Die Figuren 7a bis 7c und 8a bis 8c zeigen diagrammatisch die Relationen verschiedener Parameter in Bezug auf den Stand der Technik (T341 K_1 sowie S345) sowie der erfindungsgemässen Texturierdüsen mit Einblaswinkeln von 50° bis 58°. In der Figur 8a steigt die Fadenspannung von links nach rechts auffallend stark an von etwa 20 CN bis 56 cN. Die Fadenspannung wird bei dem gezeigten Beispiel mit der neuen Erfindung im Schnitt mehr als verdoppelt. Die Figur 7a zeigt anfänglich einen etwas weniger steilen Anstieg der Fadenspannung. Bisher haben alle Versuche Variationen im Rahmen der beiden Diagramme 7a und 8a gegeben und damit die neue Erkenntnis, dass oberhalb 48° Einblaswinkel die Fadenspannung markant höher liegt. Die Figur 7c wie die Figur 8c stellt je drei verschiedene texturierte Garnmuster dar. Die oberen Garnmuster wurden mit Düsen des Standes der Technik hergestellt, ganz oben gemäss EP 0 088 254 (T-Düse) und in der Mitte gemäss EP 0 880 611 (S-Düse). Die untersten Muster sind mit Texturierdüsen gemäss der neuen Erfindung erzeugt worden. Bei den Garnmustern des Standes der Technik fallen sofort die relativ weit abstehenden Schlingen auf, mit einem Mangel an kompakten Stellen. Das Mass B_1 und B_2 gibt die Abstandgrösse für die am meisten abstehenden Schlingen an. Bei den beiden unteren Garnmustern ist das Mass B_3 bedeutend kleiner. Insbesondere sind aber in kurzen Abständen sehr kompakte Stellen und noch relativ dichte Stellen mit vielen Schlingen erkennbar. Der entscheidende Punkt liegt nun aber darin, dass sich die Garnmuster unter Belastung stark unterschiedlich verhalten. Werden die Garnmuster gemäss Stand der Technk (oben und mitte) unter eine Zugspannung gesetzt, lösen sich die Schlingen zu stark auf und bleiben nach Wegnahme der Zugsapnnung zum Teil weg. Im Gegensatz dazu bleiben die Schlingen an den Garnmustern gemäss neuer Erfindung auch nach Wegnahme der Zugspannung nahezu vollständig erhalten. Dies bedeutet, dass die Qualität der Texturierung in zweifacher Hinsicht auffallend gesteigert werden konnte, was bei allen bisher geprüften Garntitern bestätigt werden konnte. Interessant ist ferner die Tatsache, dass bei einer thermischen Einwirkung gemäss WO99/45182 die entsprechende Qualitäts- und Leistungssteigerung auch mit der neuen Erfindung bestätigt werden konnte. Die EP 1 058 745 wird für die entsprechende zusätzliche Kombinationswirkung als integrierender Bestandteil erklärt.

[0030] In der Folge wird nun auf die Figur 9 Bezug genommen, die eine schematische Übersicht in Bezug auf den neuen Texturierprozess zeigt. Von oben nach unten sind fortschreitend die getrennten Prozessstufen dargestellt. Glattgarn 100 wird von oben über ein erstes Lieferwerk LW1 mit gegebener Transportgeschwindigkeit V1 an eine Texturierdüse 101 und durch den Garnkanal 104 geführt. Über Druckluftkanäle 103, welche an eine Druckluftquelle Pt angeschlossen sind, wird hochkomprimierte, vorzugsweise nicht erhitzte Luft unter einem Winkel α in Transportrichtung des Garnes in den Garnkanal 104 eingeblasen. Unmittelbar danach ist der Garnkanal 104 konisch derart geöffnet, dass sich in dem konischen Abschnitt 102 eine stark beschleunigte Luftströmung mit Überschall, vorzugsweise mit mehr als Mach 2, einstellt. Die Stosswellen erzeugen, wie in der eingangs genannten WO97/30200 ausführlich beschrieben ist, die eigentliche Texturierung. Der erste Abschnitt von der Lufteinblasstelle 105 in den Garnkanal 104 bis in den ersten Abschnitt der konischen Erweiterung 102 dient der Auflockerung und dem Öffnen des Glattgarnes, so dass die einzelnen Filamente der Überschallströmung ausgesetzt sind. Die Texturierung findet je nach Höhe des zur Verfügung stehenden Luftdruckes (9... 12 bis 14 bar und mehr) entweder noch innerhalb des konischen Teiles 102 oder aber im Austrittsbereich statt. Es besteht eine direkte Proportionalität zwischen Machzahl und Texturierung. Je höher die Machzahl umso stärker die Stosswirkung und umso intensiver die Texturierung. Für die Produktionsgeschwindigkeit ergeben sich zwei kritische Parameter:

- der gewünschte Qualitätsstandard und
- das Schlackern, das bei weiterer Erhöhung der Transportgeschwindigkeit zum Zusammenbruch der Texturierung führen kann.

[0031] Es bedeuten:

Th. vor.: thermische Vorbehandlung, evtl. nur mit Garnerhitzung oder mit Heissdampf.
G.mech.: Garnbehandlung mit der mechanischen Wirkung einer Druckluft- strömung (Überschallströmung).
Th. nach.: thermische Nachbehandlung mit Heissdampf (evtl. nur Wärme bzw. Heissluft).
D: Dampf. PL: Druckluft.

[0032] Die Produktionsgeschwindigkeit konnte mit zusätzlicher thermischer Behandlung bis zu 1500 m/min. ohne Zusammenbruch der Texturierung und ohne Schlackern gesteigert werden, wobei die Grenze durch die bestehende Versuchsanlage gegeben war. Beste Texturierqualitäten konnten bei Produktionsgeschwindigkeiten bis weit über 800 m/min. erzielt werden. Überraschenderweise sind von den Erfindern ein bzw. zwei völlig neue Qualitätsparameter entdeckt worden, wobei auch die weiter oben erwähnte Gesetzmässigkeit (höhere Machzahl = stärkerer Stoss = intensivere Texturierung) bei allen Versuchen nur bestätigt werden konnte. Die entdeckten Parameter liegen einerseits in einer der Texturierung vor- und/oder nachgeschalteten Wärmebehandlung und andererseits in einer Steigerung der Machzahl durch Erhöhung des Luftdruckes sowie entsprechender Ausgestaltung des Beschleunigungskanales.

a) Thermische Nachbehandlung oder Relaxieren

[0033] Ein wichtiges Qualitätskriterium bei der Texturierung beurteilt der Fachmann an Hand der Garnspannung des aus der Texturierdüse austretenden Garnes, welches auch als Mass für die Intensität der Texturierung anerkannt ist. Die Garnspannung stellt sich am texturierten Garn 106 zwischen der Texturierdüse (TD) sowie einem Lieferwerk LW2 ein. In diesem Bereich, zwischen Texturierdüse (TD) und Lieferwerk LW2, wurde nun eine thermische Behandlung an dem unter Zugspannung befindlichen Garn durchgeführt. Dabei wurde das Garn auf ca. 180°C erwärmt. Sowohl mit einem Hotpin oder mit geheizten Galetten wie auch mit einem Hotplate (berührungslos) konnten erste Versuche bereits erfolgreich abgeschlossen werden, mit dem überraschenden Ergebnis, dass die Qualitätsgrenze in Bezug auf die Transportgeschwindigkeit massiv heraufgesetzt werden konnte. Zur Zeit wird vermutet, dass die beschriebene thermische Nachbehandlung einen Fixierungs- und gleichzeitig einen Schrumpfeffekt auf das texturierte Garn ausübt und dadurch die Texturierung unterstützt.

b) Thermische Vorbehandlung

[0034] Zur noch grösseren Überraschung hat die thermische Vorbehandlung gleicherweise einen positiven Effekt auf den Texturiervorgang. Hier dürfte ein kombinatorischer Effekt zwischen Schrumpfung sowie Garnöffnung in dem Abschnitt zwischen der Lufteinblasstelle in den Garnkanal und dem ersten Teilstück der konischen Erweiterung in dem Bereich der Überschallgeschwindigkeit Ursache des Erfolges sein. Durch Aufwärmen des Garnes wird die Steifigkeit reduziert, so dass die Voraussetzung für die Schlingenbildung im Texturierprozess verbessert wird. Auch hierzu konnten Versuche sowohl mit Hotplate wie Hotpin als Wärmequellen erfolgreich abgeschlossen werden. Möglicherweise hilft auch, dass mit der thermischen Vorbehandlung des Garnes eine negative Kühlwirkung durch die Luftexpansion in der Texturierdüse vermieden und deshalb beim erwärmten Garn die Texturierung verbessert werden kann. Bei der sehr hohen Transportgeschwindigkeit bleibt ein Teil der Wärme im Garn selbst bis in den Bereich der Schlingenbildung erhalten.

[0035] Die Figur 9 zeigt die Einwirkung durch ein Verarbeitungsmedium, sei es durch heisse Luft, Heissdampf oder eines anderen heissen Gases am laufenden Garn kurz bzw. unmittelbar nacheinander durchgeführt. Die Verfahrenseingriffe sind auf diese Weise nicht isoliert, sondern sind in einer Wirkgemeinschaft zwischen zwei Lieferwerken zusammengefasst. Dies bedeutet, dass das Garn nur am Anfang und am Ende gehalten wird, dazwischen findet sowohl der mechanische Lufteingriff wie auch der thermische Eingriff statt. Die thermische Behandlung wird an dem, noch unter den durch die Druckluft mechanisch erzeugten Spannungen in den Filamenten bzw. in dem Garn durchgeführt.

[0036] In den Figuren 10a bis 10d sind Beispiele für eine örtlich getrennte mechanische und thermische Einwirkung dargestellt. Die thermische Einwirkung ist räumlich vor bzw. nach der eigentlichen Texturierung. Dabei kann, wenn auch in geringerem Mass, die Garnerwärmung positiv für die Texturierung genutzt werden. Die Figuren 10a bis 10d zeigen den Einsatz der sogenannten geheizten und angetriebenen Galetten für die thermische Behandlung mit einigen wichtigen Einsatzmöglichkeiten. Die Temperaturangabe in der Galette zeigt jeweils, ob es sich um eine geheizte Position handelt. Sinngemäss kann bei allen Darstellungen jeweils auch eine Hotplate oder eine erfindungsgemässe Durchlaufdampfkammer eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Texturieren von Endlosgarn mittels einer Texturierdüse, mit einem durchgehenden geraden Garnkanal, in den Druckluft mit mehr als 4 bar in einem Winkel zur Garntransportrichtung eingeblasen wird, wobei am Austrittsende der Garnkanal für eine Überschallströmung erweitert ausgebildet ist für die Erzeugung von Schlingengarn,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Kombination die Druckluft zur Intensivierung der Garnöffnung mit einem Einblaswinkel von 49° bis 80° in den Garnkanal eingeblasen wird, und das Austrittsende des Garnkanales mit einem Winkel, grösse 10° konisch erweitert ist und der Blasluftstrahl auf mehr als Mach 2 beschleunigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Einblaswinkel 50° bis 70° beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Garnkanal einen mittleren, vorzugsweise zylindrischen Abschnitt aufweist, welcher in Transportrichtung ohne Querschnittssprung in die konische Erweiterung übergeführt ist, wobei die Druckluft im Abstand zu der konischen Erweiterung in den zylindrischen Abschnitt in einen Garnöffnungsabschnitt eingeblasen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor und/oder nach dem Texturierabschnitt das Garn einer thermischen Einwirkung unterworfen wird.

5. Texturierdüse für das Texturieren von Endlosgarn und Erzeugen eines Schlingengarnes mit einem durchgehenden, geraden Garnkanal mit einem Eintrittsende, einem mittleren, vorzugsweise zylindrischen Abschnitt mit einer in einem Winkel zur Mittellinie des Garnkanales angeordnete Lufteinblasbohrung sowie einem erweiterten, für eine Überschall-strömunmg ausgelegten Austrittsende,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Kombination die Lufteinblasbohrung zu der Garnförderrichtung mit einem Einblaswinkel von 49° bis 80° angeordnet und das Austrittssende des Garnkanels mit einem Winkel grösser 10° konisch erweitert ist.

6. Texturierdüse nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie nur eine Lufteinblasbohrung aufweist.

7. Texturierdüse nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie drei um 120° versetzte Lufteinblasbohrungen aufweist, welche an der selben Einblasstelle münden.

8. Texturierdüse nach Anspruch 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lufteinblasstelle in dem zylindrischen Abschnitt, im Abstand zu der konischen Erweiterung angeordnet ist, wobei der Abstand wenigstens etwa dem Durchmesser des Garnkanales entspricht.

9. Texturierdüse nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest der mittlere, zylindrische Abschnitt sowie der konisch erweiterte Austrittsabschnitt als Teil eines Düsenkernes ausgebildet ist, wobei der Düsenkern vorzugsweise als Einsatz in eine Texturierdüsenkörper ausgebildet und aus einem Werkstoff aus verschleissfestem Material, insbesondere Keramik, hergestellt ist.

10. Texturierdüse nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Düsenkern als Wechselkern ausgebildet ist, derart, dass ein Düsenkern mit optimalen inneren Abmessungen und Eintrittswinkeln als Ersatz einsetzbar ist, und am Austrittsende des konisch erweiterten Abschnittes vorzugsweise ein Leitkörper angeordnet ist, der wenigstens bis nahe an den konisch erweiterten Austrittsabschnitt zustellbar ist, wobei die Texturierdüse vorzugsweise als Teil eines Texturierkopfes ausgebildet ist, und die Luftver-

teilung besonders vorzugsweise auf drei Lufteinblas-bohrungen in dem Garnkanal in dem Texturierkopf angeordnet ist.

Claims

1. Method for the texturing of continuous yarn by means of a texturing nozzle, with a continuous straight yarn duct, into which compressed air at more than 4 bar is injected at an angle to the yarn transport direction, the yarn duct being designed at the outlet end so as to be widened for a supersonic flow for the generation of loop yarn, **characterized in that**, in combination, to intensify the yarn opening, the compressed air is injected into the yarn duct at an injection angle of 49° to 80°, and the outlet end of the yarn duct is widened conically at an angle greater than 10° and the blow-air jet is accelerated to more than Mach 2.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the injection angle is 50° to 70°.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the yarn duct has a middle, preferably cylindrical portion which merges in the transport direction, without a jump in cross section, into the conical widening, the compressed air being injected, at a distance from the conical widening, into the cylindrical portion in a yarn-opening portion.

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the yarn is subjected to thermal treatment upstream and/or downstream of the texturing portion.

5. Texturing nozzle for the texturing of continuous yarn and for the generation of a loop yarn, with a continuous straight yarn duct at an inlet end, with a middle, preferably cylindrical portion having an air injection bore arranged at an angle to the centre line of the yarn duct, and with a widened outlet end designed for a supersonic flow, **characterized in that**, in combination, the air injection bore is arranged at an injection angle of 49° to 80° to the yarn-conveying direction, and the outlet end of the yarn duct is widened conically at an angle greater than 10°.

6. Texturing nozzle according to Claim 5, **characterized in that** it has only one air injection bore.

7. Texturing nozzle according to Claim 5, **characterized in that** it has three air injection bores which are offset by 120° and which open at the same injection position.

8. Texturing nozzle according to Claims 5 to 7, **characterized in that** the air injection position is arranged, at a distance from the conical widening, in the cylindrical portion, the distance corresponding at least approximately to the diameter of the yarn duct.

9. Texturing nozzle according to one of Claims 5 to 8, **characterized in that** at least the middle, cylindrical portion and the conically widened outlet portion are designed as part of a nozzle core, the nozzle core preferably being designed as an insert into a texturing-nozzle body and being produced from wear-resistant material, in particular ceramic.

10. Texturing nozzle according to Claim 9, **characterized in that** the nozzle core is designed as an exchangeable core, in such a way that a nozzle core with optimal internal dimensions and inlet angles can be used as a replacement, and, at the outlet end of the conically widened portion, a guide body is preferably arranged which can be advanced at least near to the conically widened outlet portion, the texturing nozzle preferably being designed as part of a texturing head, and the air distribution, particularly preferably to three air injection bores, being arranged in the yarn duct in the texturing head.

Revendications

1. Procédé de texturation de fil sans fin au moyen d'une buse de texturation avec un canal continu et rectiligne de fil dans lequel de l'air comprimé à plus de 4 bar est injecté obliquement par rapport à la direction du transport du fil, le canal de fil étant évasé à son extrémité de sortie de manière à établir un écoulement supersonique en vue de former un fil bouclé, **caractérisé en ce que**
pour intensifier l'ouverture du fil, on combine une injection d'air comprimé dans le canal de fil sous un angle d'injection de 49° à 80° et un évasement conique l'extrémité de sortie du canal de fil à un angle supérieur à 10° pour accélérer

à plus de Mach 2 le jet d'air injecté.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'angle d'injection est compris entre 50° et 70°.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le canal de fil présente une partie centrale de préférence cylindrique qui se transforme en l'évasement conique dans la direction de transport sans saut brusque de sa section transversale, l'air comprimé étant injecté dans une partie d'ouverture de fil située dans la partie cylindrique à distance de l'évasement conique.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le fil subit une action thermique avant et/ou après la partie de texturation.

5. Buse de texturation destinée à texturer un fil sans fin et à former un fil bouclé, avec un canal de fil continu et rectiligne qui présente une extrémité d'entrée, une partie centrale de préférence cylindrique dotée d'un alésage d'injection d'air disposé obliquement par rapport à la ligne centrale du canal de fil ainsi qu'une extrémité de sortie évasée conçue pour former un écoulement supersonique,
caractérisé en ce qu'en combinaison,
l'alésage d'injection d'air est disposé à un angle d'injection de 49° à 80° par rapport à la direction d'avancement du fil et l'extrémité de sortie du canal de fil est évasée coniquement à un angle supérieur à 10°.

6. Buse de texturation selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**elle ne présente qu'un seul alésage d'injection d'air.

7. Buse de texturation selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**elle présente trois alésages d'injection d'air décalés de 120° qui débouchent au même emplacement d'injection.

8. Buse de texturation selon les revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** l'emplacement d'injection d'air est disposé dans la partie cylindrique à distance de l'évasement conique, la distance correspondant sensiblement au moins au diamètre du canal de fil.

9. Buse de texturation selon l'une des revendications 5 à 8, **caractérisée en ce qu'**au moins la partie cylindrique centrale ainsi que la partie de sortie qui s'évase coniquement font partie d'une âme de buse, l'âme de buse étant de préférence formée comme garniture placée dans un corps de buse de texturation et étant réalisée en un matériau résistant à l'usure, en particulier une céramique.

10. Buse de texturation selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'âme de buse est configurée comme âme remplaçable de manière à pouvoir utiliser en remplacement une âme de buse qui présente des dimensions intérieures optimales et des angles d'entrée optimaux, un corps de guidage qui peut être ajouté au moins à proximité de la partie de sortie coniquement étant de préférence disposé à l'extrémité de sortie de la partie évasée coniquement, la buse de texturation étant de préférence configurée sous la forme de partie d'une tête de texturation et la répartition de l'air étant de façon particulièrement préférable disposée sur trois alésages d'injection d'air dans le canal de fil de la tête de texturation.

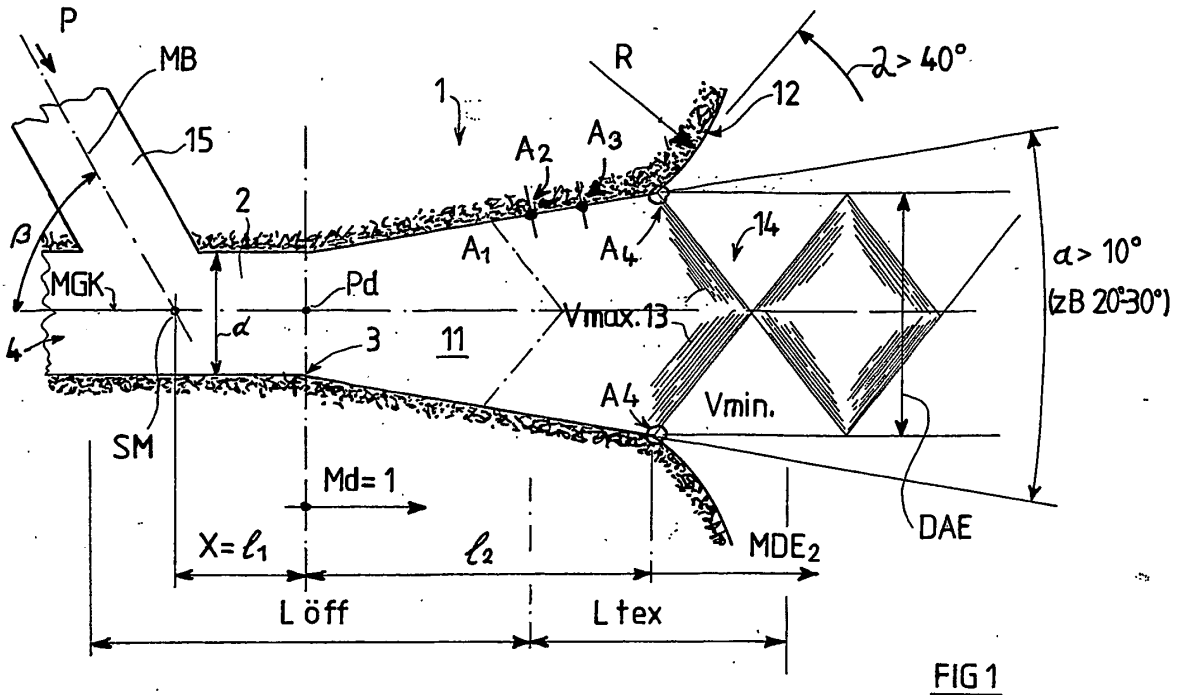

P
MB
15
2
β
MGK
4
α
SM
Pd
3
11
1
R
12
2> 40°
A2
A3
A1
A4
14
Vmax.13
A4
Vmin.
α> 10°
(zB 20°-30°)
Md= 1
X= ℓ1
ℓ2
MDE2
DAE
L öff
L tex

FIG 1

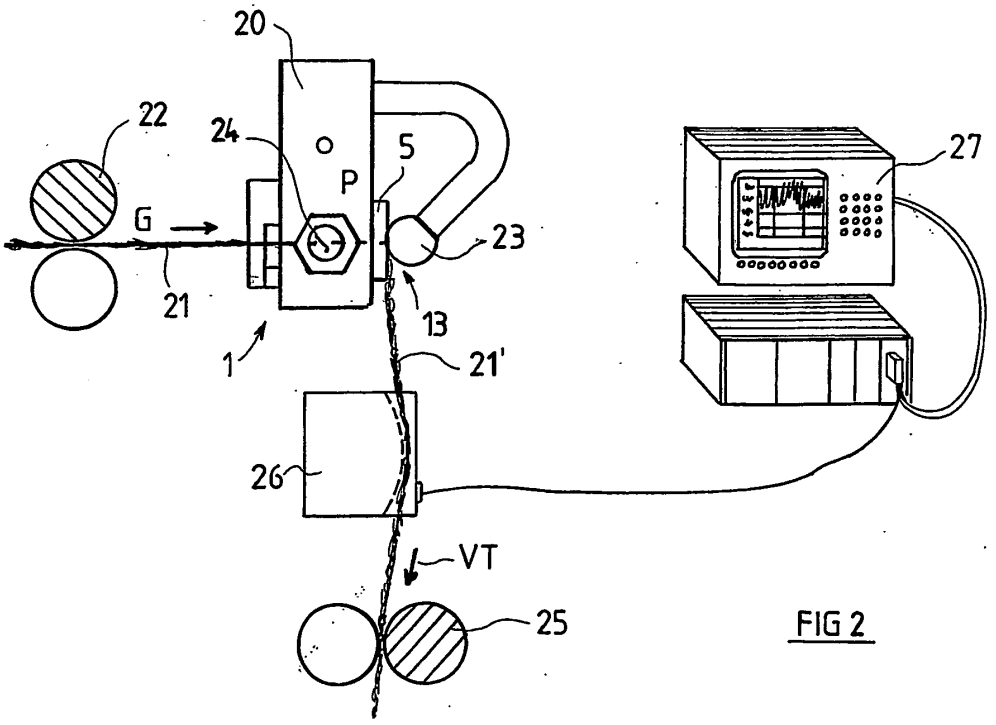

20
22
24
O
P
5
G
23
21
1
13
21'
27
26
VT
25

FIG 2

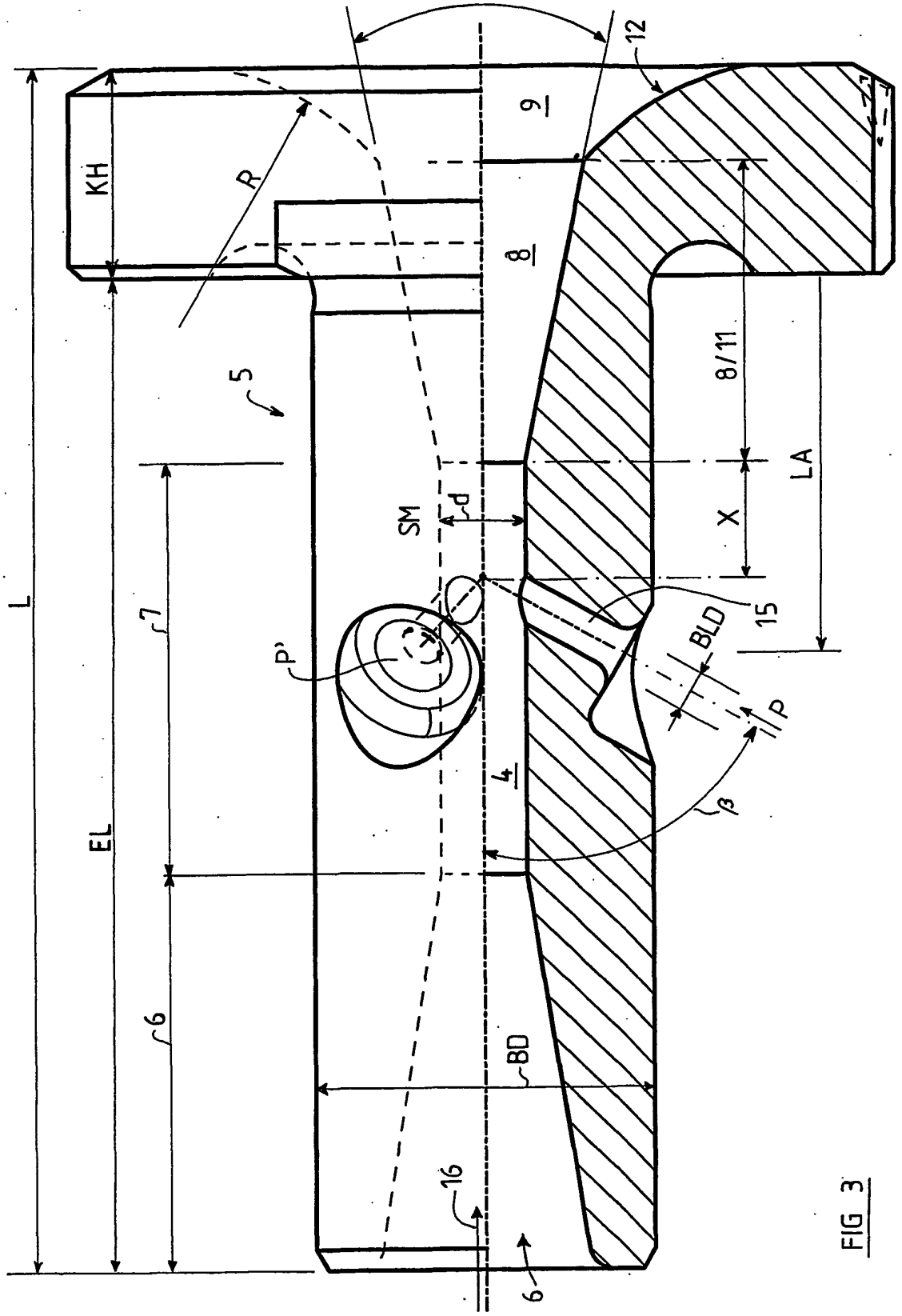


FIG 3

FIG 4

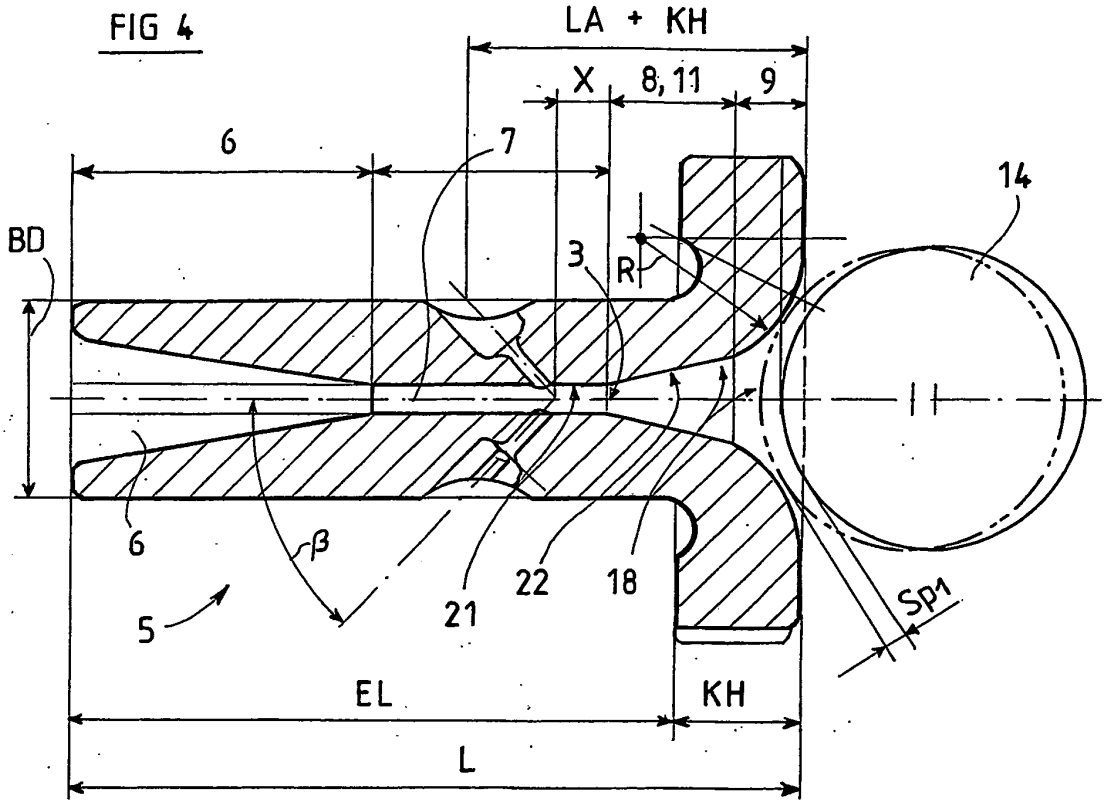
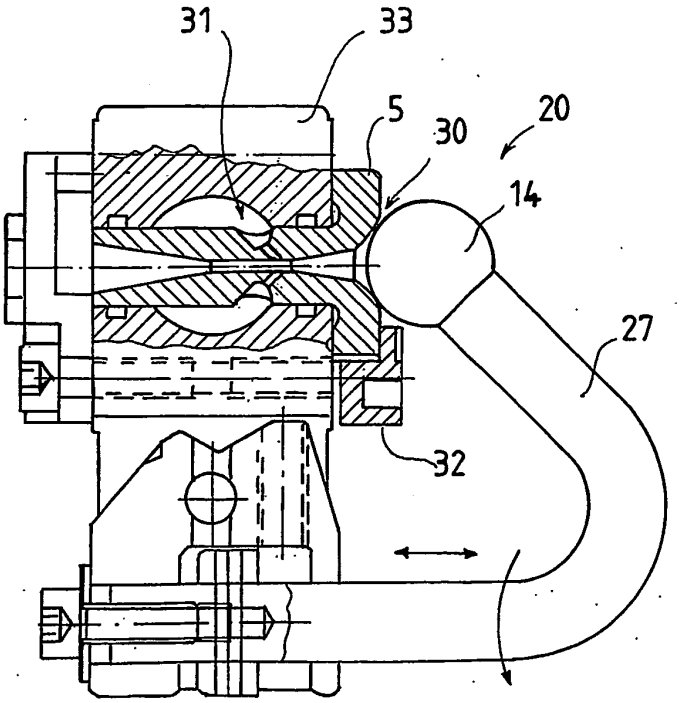


FIG 5



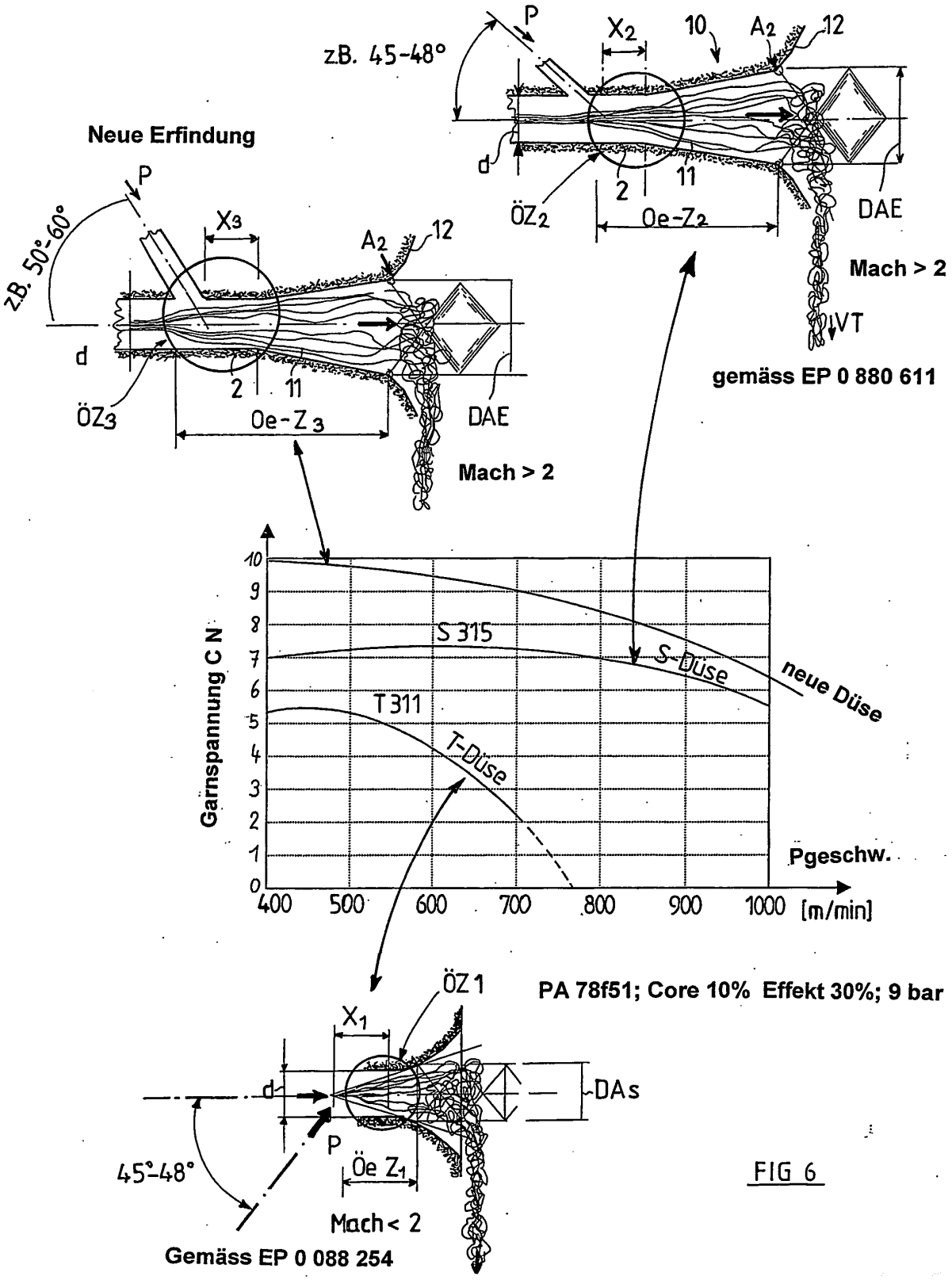

Neue Erfindung
z.B. 45-48°
P
X2
10
A2
12
d
ÖZ2
2
11
Oe-Z2
DAE
Mach > 2
VT
gemäss EP 0 880 611
z.B. 50°-60°
X3
A2
12
d
ÖZ3
2
11
Oe-Z3
DAE
Mach > 2
Garnspannung C N
S 315
S-Düse
neue Düse
T 311
T-Düse
Pgeschw.
[m/min]
PA 78f51; Core 10% Effekt 30%; 9 bar
ÖZ1
X1
d
DAs
45°-48°
P
Öe Z1
Mach < 2
Gemäss EP 0 088 254

FIG 6

Fig. 7a

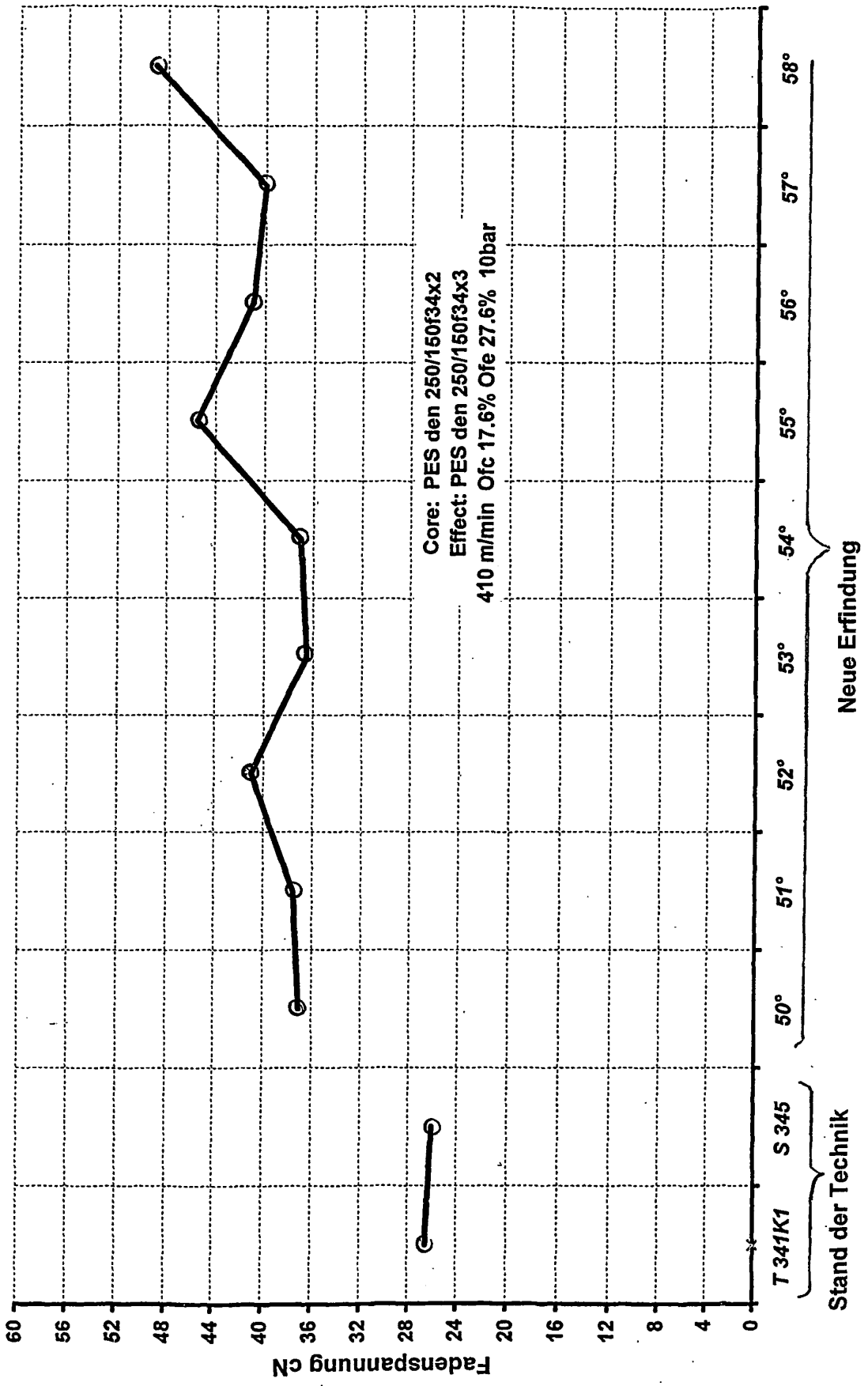
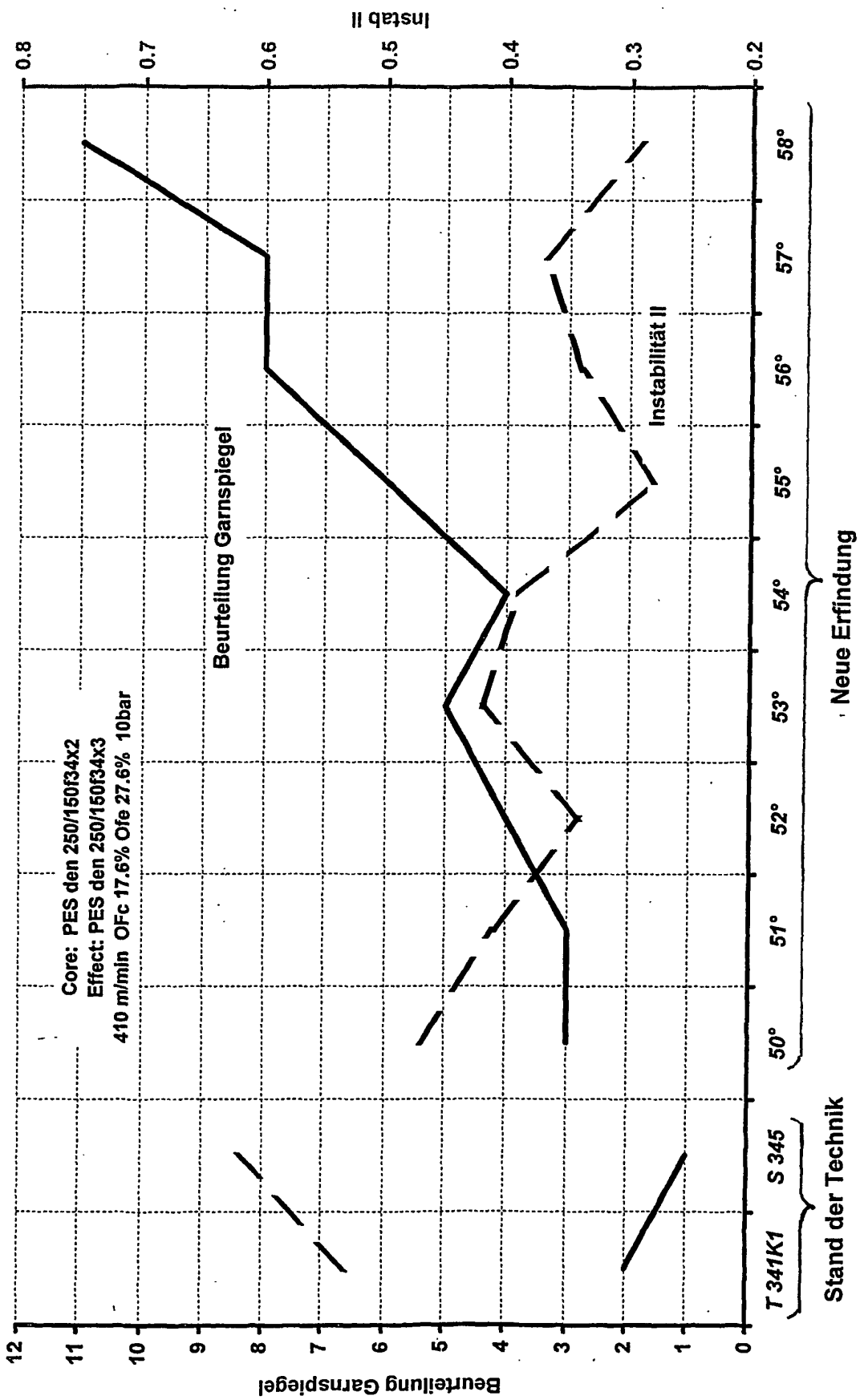
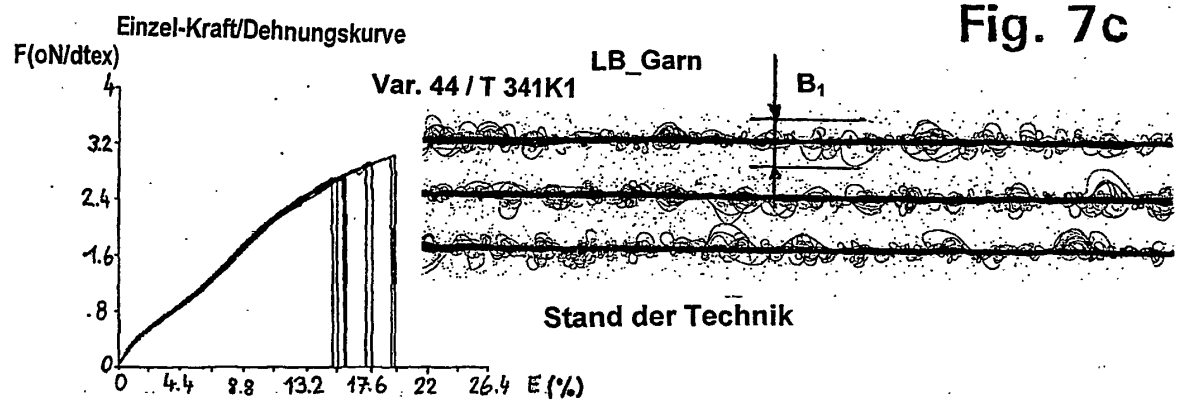

Fadenspannung cN
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
Core: PES den 250/150f34x2
Effect: PES den 250/150f34x3
410 m/min Ofc 17.6% Ofe 27.6% 10bar
T 341K1
S 345
50°
51°
52°
53°
54°
55°
56°
57°
58°
Stand der Technik
Neue Erfindung

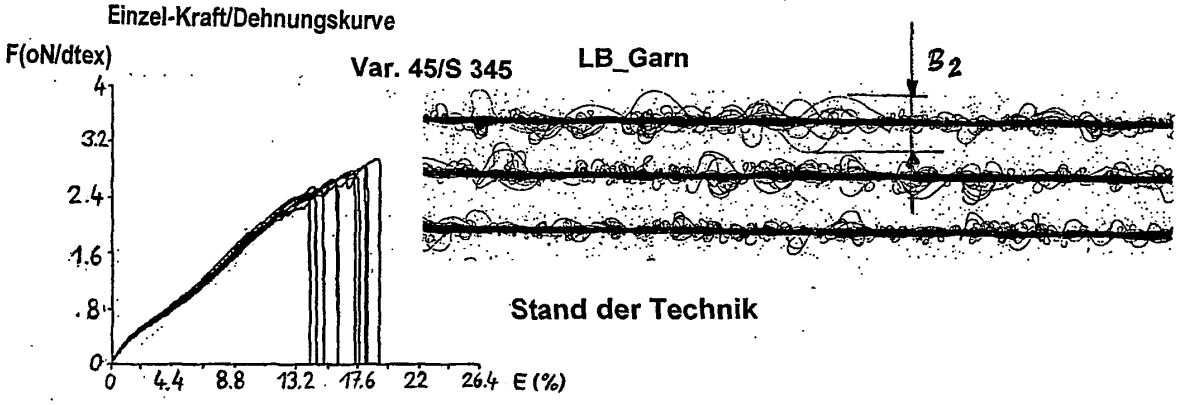
Fig. 7b


Core: PES den 250/150f34x2
Effect: PES den 250/150f34x3
410 m/min OFc 17.6% Ofe 27.6% 10bar
Beurteilung Garnspiegel
Instabilität II
Beurteilung Garnspiegel
Instab II
T 341K1
S 345
50°
51°
52°
53°
54°
55°
56°
57°
58°
Stand der Technik
Neue Erfindung

Core: PES den 250/150f34x2
Effect: PES den 250/150f34x3

Fig. 7c





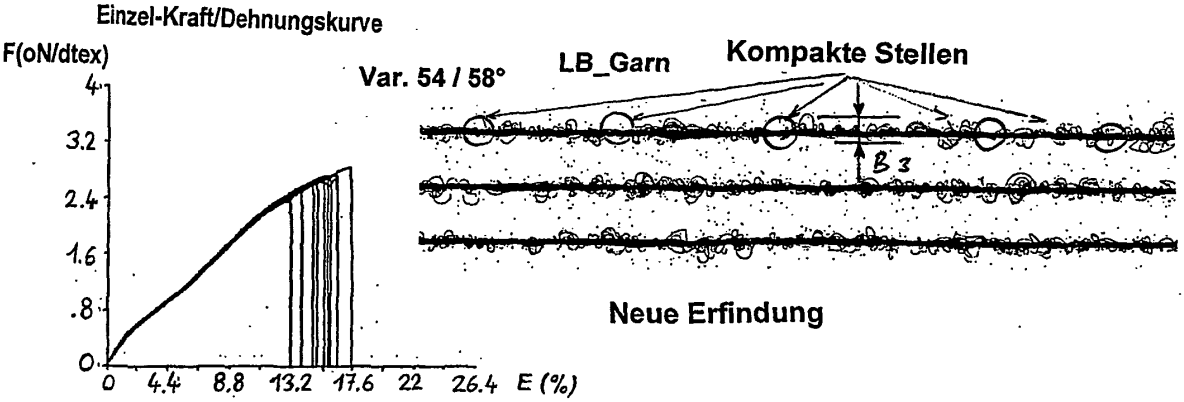


Fig. 8a

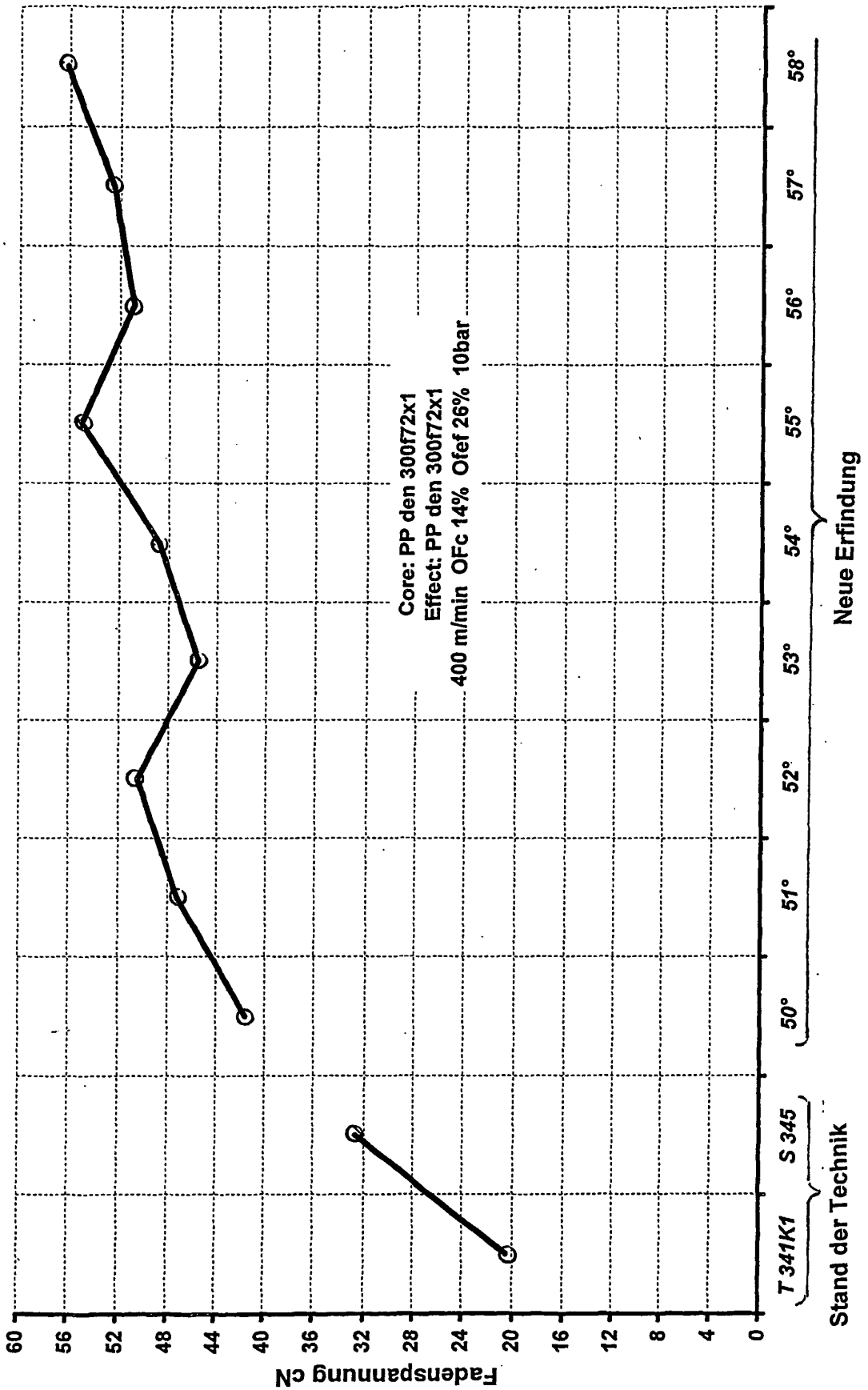
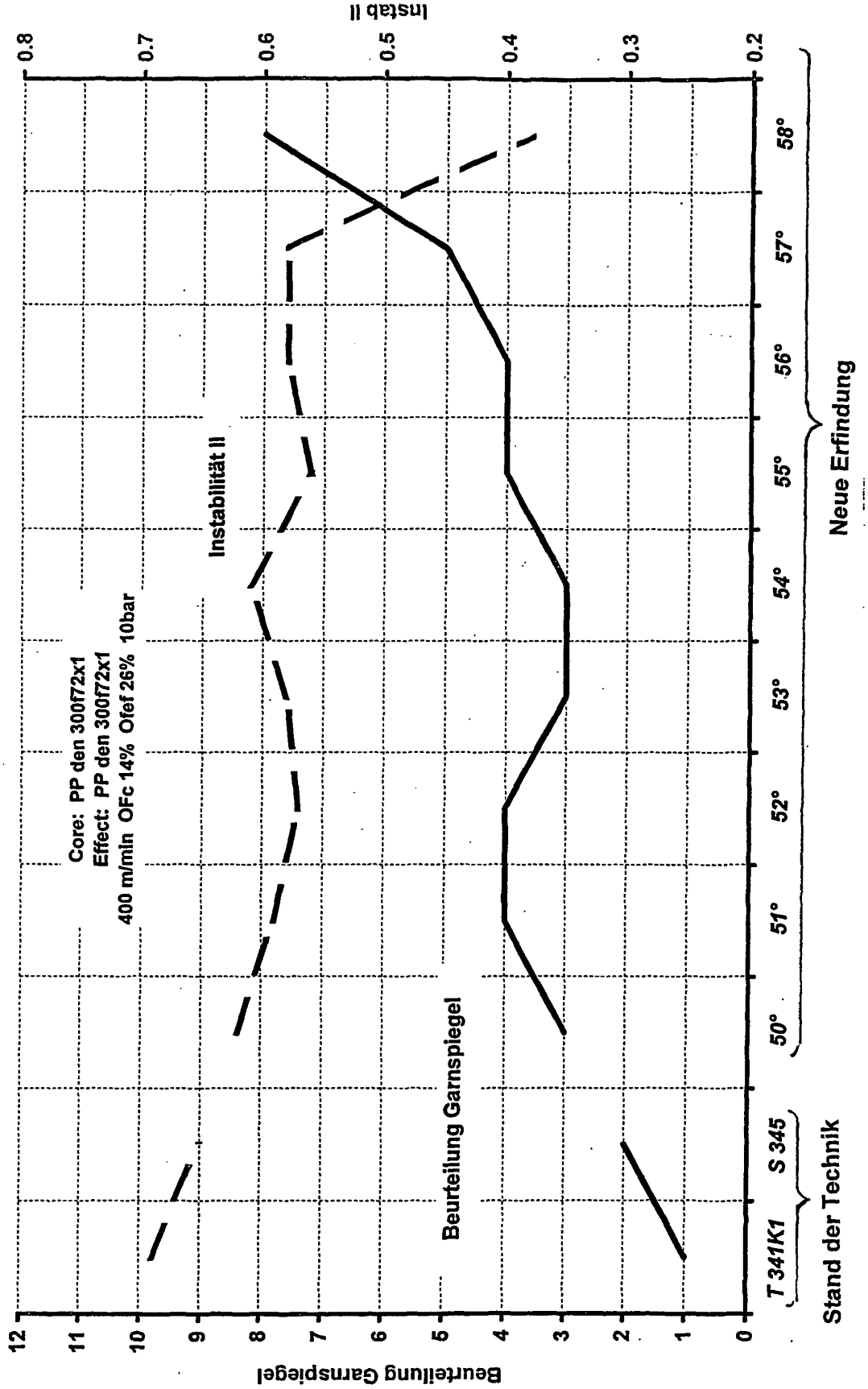
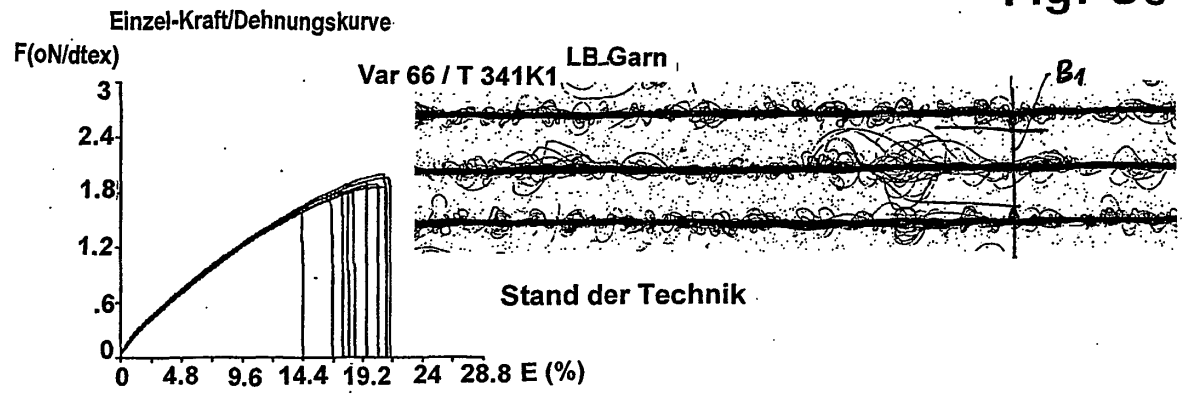

Fadenspannung cN
0
4
8
12
16
20
24
28
32
36
40
44
48
52
56
60
Core: PP den 300f72x1
Effect: PP den 300f72x1
400 m/min OFc 14% Ofef 26% 10bar
T 341K1
S 345
50°
51°
52°
53°
54°
55°
56°
57°
58°
Stand der Technik
Neue Erfindung

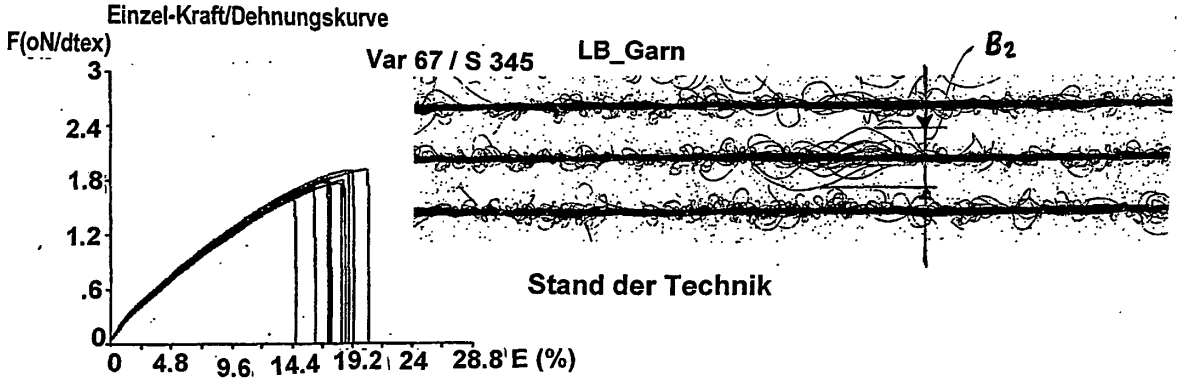
Fig. 8b


Instab II
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
Core: PP den 300f72x1
Effect: PP den 300f72x1
400 m/min OFc 14% OFef 26% 10bar
Instabilität II
Beurteilung Garnspiegel
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Beurteilung Garnspiegel
T 341K1
S 345
Stand der Technik
50°
51°
52°
53°
54°
55°
56°
57°
58°
Neue Erfindung

Core: PP den 300f72x1
Effect: PP den 300f72x1

Fig. 8c





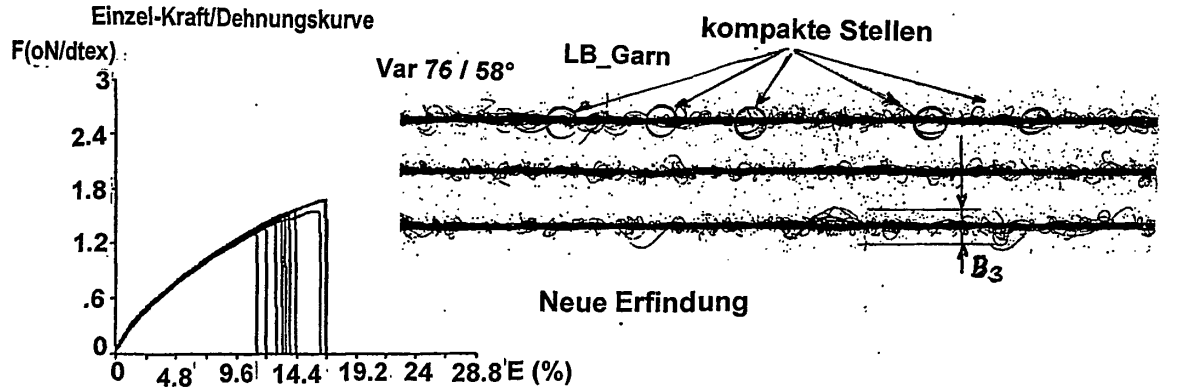
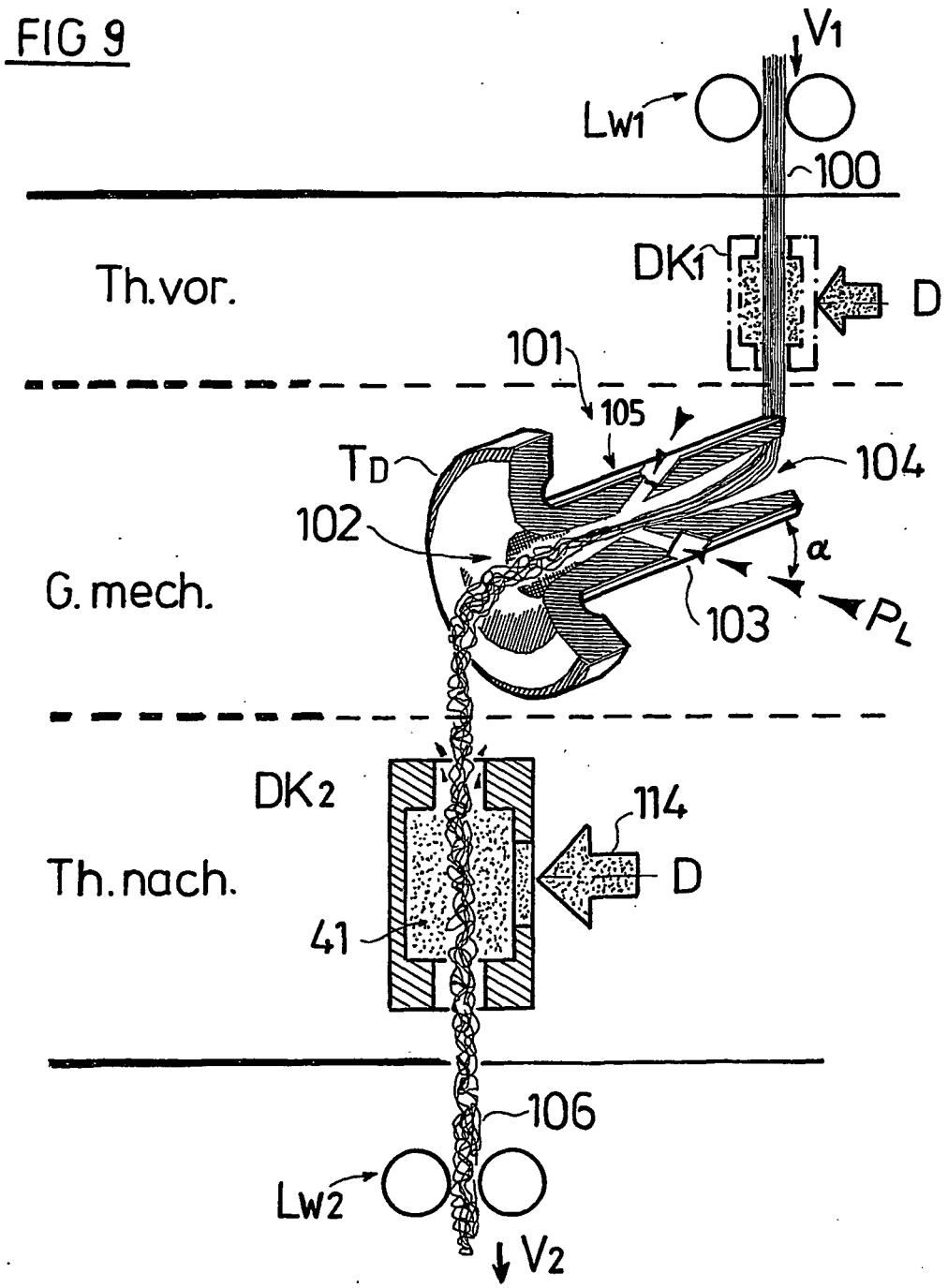


FIG 9


V1
Lw1
100
Th.vor.
DK1
D
101
105
TD
104
102
α
G. mech.
103
PL
DK2
114
Th.nach.
D
41
106
Lw2
V2

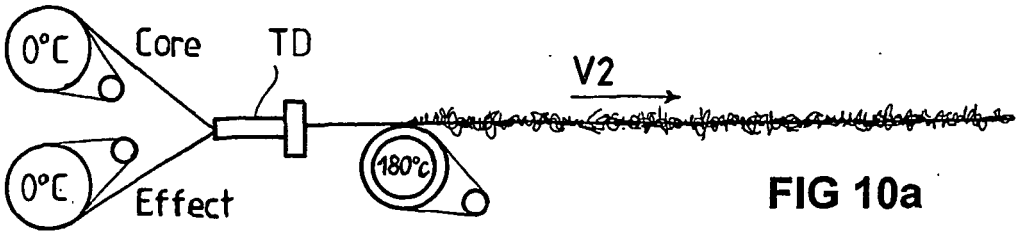


FIG 10a

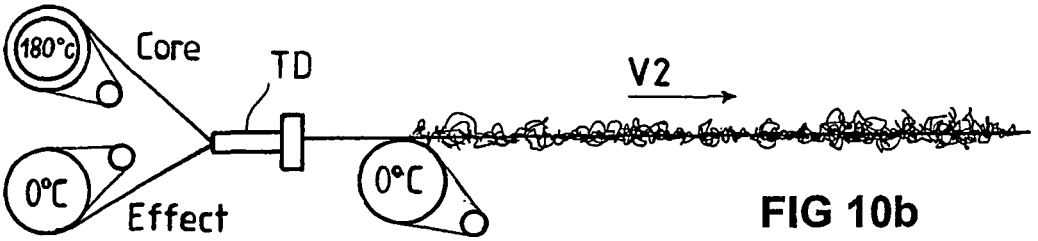


FIG 10b

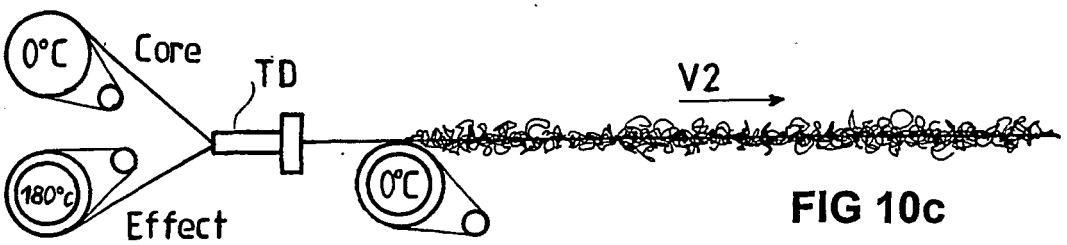


FIG 10c

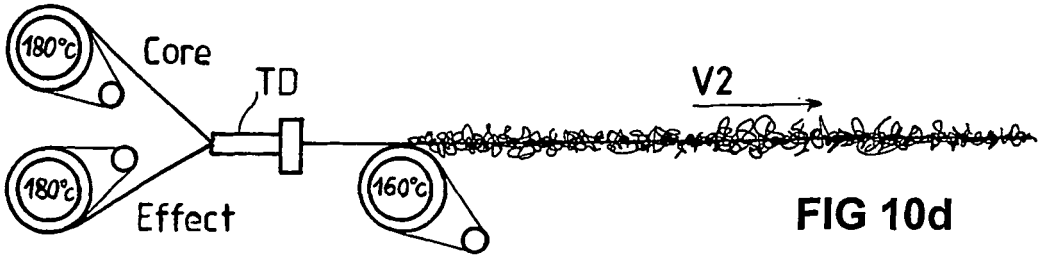


FIG 10d

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0088254 A **[0002] [0003] [0004] [0008] [0011] [0016] [0027] [0028]**
- EP 0880611 A **[0004] [0005] [0008] [0009] [0014] [0015] [0016] [0018] [0020] [0027] [0028] [0029]**
- DE 19580019 **[0008]**
- EP 0088254 T **[0029]**
- WO 9945182 A **[0029]**
- EP 1058745 A **[0029]**
- WO 9730200 A **[0030]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **A. Demir.** *Journal of Engineering for Industry,* Februar 1990, vol. 112, 97 **[0008]**