

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
05. März 2020 (05.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2020/043860 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
D01D 5/06 (2006.01) D01F 2/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/073163

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. August 2019 (30.08.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
18191628.9 30. August 2018 (30.08.2018) EP

(71) Anmelder: AUROTEC GMBH [AT/AT]; Seestraße 11,  
4844 Regau (AT).

(72) Erfinder: ZIKELI, Stefan; Himmelreichstrasse 30, 4844  
Regau (AT). ECKER, Friedrich; St. Anna Straße 10, 4850  
Timelkam (AT).

(74) Anwalt: SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE;  
Riemergasse 14, 1010 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FILAMENT SPINNING WITH DEFLECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM FILAMENTSPINNEN MIT UMLENKUNG

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing solid cellulose filaments from a fluid of the cellulose by extruding the fluid through a plurality of extrusion openings, whereby fluid filaments are produced, and solidifying the filaments in a coagulation bath, the filaments being bundled in the coagulation bath and being deflected as a bundle in order to be drawn from the coagulation bath above the coagulation bath level, the bundle of filaments assuming a deflection width on a deflecting device, which deflection width is defined in accordance with a formula. The invention further relates to a device therefor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von festen Cellulosefilamenten aus einem Fluid der Cellulose durch Extrudieren des Fluids durch mehrere Extrusionsöffnungen, wodurch fluide Filamente entstehen und Verfestigen der Filamente in einem Koagulationsbad, wobei die Filamente im Koagulationsbad gebündelt und als Bündel umgelenkt werden um über dem Koagulationsbadniveau aus dem Koagulationsbad abgezogen zu werden, wobei das Bündel der Filamente auf einer Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite einnimmt, welche nach einer Formel festgelegt ist, sowie eine Vorrichtung hierfür.



WO 2020/043860 A1

Verfahren und Vorrichtung zum Filamentspinnen mit Umlenkung

Die vorliegende Erfindung betrifft das Formen und Behandeln von extrudierten Kunstfasern nach ihrer Verfestigung.

**Hintergrund der Erfindung**

Cellulose kann in wässrigen Lösungen von Aminoxiden, insbesondere von Lösungen von N-Methyl-Morpholin-N-oxid (NMMO) gelöst werden, um aus der erhaltenen Spinnlösung Spinnprodukte, wie zum Beispiel Filamente, Stapelfasern, Folien, etc. herzustellen. Dies geschieht durch Ausfällen der Extrudate im Wasser oder verdünnten Aminoxidlösungen nachdem die Extrudate vom Extruder über einen Gasspalt in das Fällbad geführt werden. Üblicherweise werden Celluloselösungen im Bereich von 4% bis 23% für die Verarbeitung zu Extrusionsprodukten eingesetzt. Im weiteren Verlauf werden die ausgefällten Extrudate in Form von Folien- oder Filamentsträngen weiterbefördert, wobei geeignete Walzenabzugswerke die erforderlichen Streckkräfte (im Gasspalt) aufbringen. Dieses Verfahren wird auch Lyocellverfahren bzw. die erhalten Cellulosefilamente Lyocellfilamente bezeichnet.

Die US 4,416,698 betrifft ein Extrusions- bzw. Spinnverfahren für Cellulose-Lösungen um Cellulose zu Filamente zu formen. Hierbei wird ein fluides Spinnmaterial - einer Lösung von Cellulose und NMMO (N-Methylmorpholin-N-oxid) oder anderen tertiären Aminen - durch Extrusion geformt und in ein Fällbad zur Verfestigung und Ausdehnung gebracht.

Die US 4,246,221 und die DE 2913589 beschreiben Verfahren zur Herstellung von Cellulosefilamenten oder -folien, wobei die Cellulose in fluider Form verstreckt wird.

Die WO 94/28218 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Cellulosefilamenten, bei dem eine Celluloselösung über eine Düse zu mehreren Strängen geformt wird. Diese Stränge werden durch einen Gasumströmten Spalt in ein Fällbad gebracht und kontinuierlich ausgetragen.

In CA 2057133 A1 ist ein Verfahren zur Produktion von Cellulosefäden beschrieben, wobei eine Spinnmasse extrudiert wird und über einen Luftspalt in ein gekühltes NMMO enthaltendes Wasserbad eingebracht wird.

Die WO 03/014432 A1 beschreibt ein Fällbad mit zentraler Fadenabfuhrvorrichtung unterhalb einer Abdeckfolie.

Die EP 1 900 860 A1 beschreibt ein 2-Schritt Koagulationsbad einer Spinnvorrichtung, wobei die Bäder unterschiedliche Zusammensetzungen an  $H_2SO_4$  aufweisen können.

Die WO 97/33020 A1 betrifft ein Verfahren zur Herstellung cellulosischer Fasern, bei welchem eine Lösung von Cellulose in einem tertiären Aminoxid durch Spinnlöcher einer Spinnöse extrudiert wird, die extrudierten Filamente durch einen Luftspalt, ein Fällbad und über eine Abzugsvorrichtung geführt werden, mit welcher die Filamente verstreckt werden, die verstreckten Filamente zu cellulosischen Fasern weiterverarbeitet werden, wobei die verstreckten Filamente während der Weiterverarbeitung einer Zugbeanspruchung in Längsrichtung von nicht mehr als 5,5 cN/tex ausgesetzt werden.

Die DE 10200405 A1 beschreibt eine Lyocellvorrichtung mit Beblasungsvorrichtung im Gasspalt. Erwähnt wird eine Fällbadvorrichtung, in welcher ein Filamentvorhang in das Fällbad eintaucht, im Fällbad umgelenkt wird und das Fällbad schräg nach oben zu einer Bündelungsvorrichtung wieder verlässt. Da auf einen Einzelstrang gebündelt wird, ist bei der Umlenkung eine starke Bündelung zu erwarten.

In WO 02/12600 wird ein Spinnverfahren beschrieben, wobei die maximal wirtschaftliche Spinnengeschwindigkeit aus einem Formelbezug, basierend auf Fasertiter, Spinnloch-Reihenanzahl und einem variablen Betriebsparameter berechnet werden kann.

In WO 02/12599 wird ein Spinnverfahren beschrieben, worin ein Fadenvorhang in einem Koagulationsbad umgelenkt und daraufhin punktförmig zusammengeführt wird.

Die WO 96/20300 beschreibt Umlenkwinkel von Filamenten im Lyocellverfahren gemäß einem Formelbezug.

Ein Problem der Filamentbeschädigung durch Abzug wird in WO 2008/019411 A1 aufgegriffen und mithilfe einer im Spinnbad angebrachten mechanischen Abzugsvorrichtung behandelt, wobei diese Abzugsvorrichtung auch einen Teil der Abzugskräfte im Betrieb aufbringen soll. Neben der aufwändigen Konstruktion, ist wohl auch die Gefahr nicht zu unterschätzen, dass sich einzelne sehr feine Filamente in der mechanischen Konstruktion verfangen und so den Spinnvorgang aber auch die mechanische Vorrichtung in ihrer Funktion beeinträchtigen können.

Die WO 2014/057022 beschreibt serielle Spinnbäder mit unterschiedlichen Medien.

### **Zusammenfassung der Erfindung**

In bisherigen Lyocellverfahren werden alle Einzelfilamente (Einzelextrudate) die direkt an der Umlenkvorrichtung (z.B. eine Rundstange) anliegen durch die aus der Zugkraft des Gesamtbündels resultierenden Normalkräfte gegen die Umlenkvorrichtung gepresst. Dies kann infolge der auftretenden Reibwiderstände zu Abreißern und Fadenbrüchen führen. Insbesondere bei starker Bündelung wird die aus der Gesamtabzugskraft sich ergebende hohe Normalkraft auf nur wenige Einzelfilamente, welche in direktem Kontakt mit der Umlenkvorrichtung stehen, ausgeübt. Diese wenigen Einzelfilamente können durch die hohe Reibkraftbelastung stark geschädigt werden, insbesondere bei hohen Abzugsgeschwindigkeiten. Erschwerend kommt hinzu, dass die Filamente im Koagulationsbad gequollen und eventuell noch in heißem Zustand sind, womit die mechanische Beanspruchbarkeit niedrig ist.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist, die Reibkraftbelastung jedes einzelnen Filaments an Umlenkpunkten zu minimieren und so eine höhere Produktivität und höhere Spinnengeschwindigkeiten zu ermöglichen. Eine derartige Reibkraft tritt in Spinnbädern auf, in denen starre Umlenkvorrichtungen aufgrund des Mediums verwendet werden müssen oder auch Umlenkvorrichtungen mit angetriebenen oder freidrehenden Walzen, wie z.B. in einem Abzugswerk für die Filamente.

Die vorliegende Erfindung bietet dem Anwender eine rechnerische Möglichkeit, sein System hinsichtlich der auf die Filamente einwirkenden Reibkraftlast zu bewerten und mit geeigneten Vorkehrungen das System derart einzustellen, damit die Reibkraftlast an allen in direktem Kontakt mit der Umlenkvorrichtung stehenden Filamenten auf einem Minimum gehalten werden kann.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die manuelle Handhabbarkeit des Filamentvorhanges und Zugänglichkeit zum Umlenkpunkt in der Behandlungszone zwischen Spinndüse und Abzugswerk zu gewährleisten ohne aufwändige und störungsanfällige Anspinnhilfen oder Abzugsvorrichtungen einsetzen zu müssen.

Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung von festen Cellulosefilamenten aus einem Fluid der Cellulose zur Verfügung, mit Extrudieren des Fluids durch mehrere Extrusionsöffnungen, wodurch fluide Filamente entstehen, vorzugsweise Passieren der fluiden Filamente durch einen Gasspalt, und Verfestigen der

Filamente in einem Koagulationsbad, wobei die Filamente im Koagulationsbad gebündelt und als Bündel umgelenkt werden um über dem Koagulationsbadniveau aus dem Koagulationsbad abgezogen zu werden, wobei das Bündel der Filamente auf einer Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite L einnimmt, welche nach der Formel 1:

$$L > (2 \times LZ \times \cos(B/2) \times v^{2,5}) / (10 \times c_{cell}^{0,5} \times Q) \quad \text{Formel 1}$$

bestimmt ist, wobei L die Umlenkbreite des Bündels in mm, LZ die Anzahl der Extrusionsöffnungen, B der Umlenkwinkel berechnet aus  $180^\circ$  abzüglich des Umschlingungswinkels der Filamente um die Umlenkvorrichtung in Grad, v die Abzugsgeschwindigkeit der Filamente in Meter pro Sekunde,  $c_{cell}$  die Cellulosekonzentration des extrudierten Fluids in Masse-%, Q eine dimensionslose Lastzahl ist, wobei Q 15 oder kleiner ist. In Formel 1 hat „>“ die Bedeutung von „größer als“, „x“ ist ein Multiplikationszeichen und „cos“ bedeutet Kosinus.

Ebenso betrifft die Erfindung eine Vorrichtung geeignet zum Durchführen dieses Verfahrens, mit einer Extrusionsplatte mit mehreren Extrusionsöffnungen, einem Auffangbehälter für ein Koagulationsbad, vorzugsweise einem Gasspalt zwischen den Extrusionsöffnungen und dem Auffangbehälter, einer Umlenkvorrichtung im Auffangbehälter zum Umlenken eines Filamentbündels aus dem Auffangbehälter, und einer Bündelungsvorrichtung, welche eine Umlenkbreite L des Filamentbündels auf der Umlenkvorrichtung bedingt, wobei das Filamentbündel auf der Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite L einnimmt, welche die bereits genannte Formel 1 erfüllt, wobei L, LZ, B, v,  $c_{cell}$  und Q die oben gegebene Bedeutung haben, Q 15 oder kleiner ist und v mindestens 35 m/min ist, für die die Vorrichtung somit ausgelegt ist.

Erfindungsgemäß ergeben sich üblicherweise breite Umlenkbreiten L, daher betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung von festen Cellulosefilamenten aus einem Fluid der Cellulose durch Extrudieren des Fluids durch mehrere Extrusionsöffnungen, wodurch fluide Filamente entstehen, vorzugsweise Passieren der fluiden Filamente durch einen Gasspalt, und Verfestigen der Filamente in einem Koagulationsbad, wobei die Filamente im Koagulationsbad gebündelt und als Bündel umgelenkt werden um über dem Koagulationsbadniveau aus dem Koagulationsbad abgezogen zu werden, wobei die Extrusionsöffnungen auf einer Länge LL an-

geordnet sind und das Bündel der Filamente auf einer Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite  $L$  einnimmt, welche mindestens 70% der Länge  $LL$  ist. Sinngemäß betrifft die Erfindung auch eine Vorrichtung geeignet zum Durchführen dieses Verfahrens, mit einer Extrusionsplatte mit mehreren Extrusionsöffnungen, einem Auffangbehälter für ein Koagulationsbad, vorzugsweise einem Gas-spalt zwischen den Extrusionsöffnungen und dem Auffangbehälter, einer Umlenkvorrichtung im Auffangbehälter zum Umlenken eines Filamentbündels aus dem Auffangbehälter, und einer Bündelungsvorrichtung, welche eine Umlenkbreite  $L$  des Filamentbündels auf der Umlenkvorrichtung bedingt, wobei die Extrusionsöffnungen auf einer Länge  $LL$  angeordnet sind und das Bündel der Filamente auf der Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite  $L$  von mindestens 70% der Länge  $LL$  einnimmt.

Die folgende detaillierte Beschreibung betrifft die Vorrichtungen und Verfahren gleichermaßen, z.B. bevorzugte Verfahrensmerkmale entsprechen auch Eigenschaften oder Eignungen der Vorrichtung bzw. ihrer entsprechenden Bestandteile und bevorzugte Vorrichtungsmerkmale entsprechen auch Mitteln, die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden. Alle vorzugsweisen Merkmale sind miteinander kombinierbar, es sei denn dies wurde explizit ausgeschlossen. Alle Verfahrensmerkmale, inklusive die der oben genannten, sind miteinander kombinierbar. Alle Vorrichtungsmerkmale, inklusive die der oben genannten, sind miteinander kombinierbar.

### Figurenbeschreibung

In **Fig. 1** wird eine Flüssigkeitsbehandlungszone als Spinntrichter (6) dargestellt.

**Fig. 2a** zeigt ein Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Spinndüse in Rechteckform.

**Fig. 2b** zeigt ein Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Spinndüse in Ringform (5) und gerader Umlenkvorrichtung (2).

**Fig. 2c** zeigt ein Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Spinndüse in Ringform, wobei die Umlenkung des ringförmigen Extrudatvorhangs über eine torusförmige Umlenkvorrichtung mit Umlenkwinkel ( $B'$ ) erfolgt und der umgelenkte Extrudatvorhang entlang der Mittelachse der Ringdüse vertikal nach oben aus dem Spinnbad geführt wird.

**Fig. 3a** zeigt ein Wannensystem mit Umlenkung und Bündelung.

An der Bündelungsvorrichtung wird ein Spinnvorhang mit Breite L und Umlenkwinkel B umgelenkt.

**Fig. 3b** zeigt ein Wannensystem mit zwei Umlenkvorrichtungen, wobei, im Gegensatz zu Fig. 3a, an der zweiten Umlenkung keine Bündelung vorgenommen wird. An der zweiten Umlenkung wird ein Spinnvorhang mit Breite L und Umlenkwinkel B umgelenkt.

**Fig. 3c** zeigt ein Tanksystem mit 3 Spinnvorhängen, welche an einer gemeinsamen Umlenkvorrichtung im Tank und an separaten Umlenkvorrichtungen am Rand des Tanks umgelenkt werden, von denen die Bündel, wie durch die Pfeile markiert, abgezogen werden.

**Fig. 4** zeigt eine Umlenkung in einem Abzugswerk, welche mit „M“ gekennzeichnete angetriebene Walzen aufweist, in Aufsicht (links) und in seitlicher Ansicht (rechts). Es können alle Walzen angetrieben sein (Fig. 4a) oder einige (Fig. 4b). Der Transport der Filamentbündel wird mit einem Pfeil angezeigt. Die Bündel werden um einen Winkel B ( $0^\circ$  bis  $150^\circ$ ) an Walzen umgelenkt. Mit „L“ wird die Breite des Filamentbündels an der Walze angezeigt.

### **Detaillierte Beschreibung der Erfindung**

Die Erfindung betrifft die Umlenkung von Filamentvorhängen oder zumindest einseitig gebündelten Filamentbündel. Die Umleitung erfolgt im Koagulationsbad um die Filamente aus dem Bad wieder hinaus zu befördern. Bei der Umlenkung werden die Filamente in der Normalen zur Umlenkachse zusammengeführt, sodass die Filamente in der ersten Schicht auf einer Umlenkvorrichtung und in den weiteren Schichten aufeinander aufliegen. Hierdurch kommt es zur Materialbeanspruchung wie bereits erwähnt, insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten. Erfindungsgemäß wurde die Umlenkbreite vergrößert um bei beliebigen, auch hohen Geschwindigkeiten von z.B. 35 m/min oder höher die Filamente abzuziehen.

Die Filamente werden beim erfindungsgemäßen Umlenken als breites Band geführt. Der Begriff „Filamentbündel“ beinhaltet daher Bänder aus miteinander geführten Filamenten, welche im Querschnitt eine Breite und Höhe haben, wobei die Breite größer ist als die Höhe.

Obige Formel 1 mit Q von 15 oder kleiner betrifft insbesondere das Umlenken im Koagulationsbad, in dem die Fäden aufgrund der Temperierung und den Quellbedingungen besonders anfällig für die in der Zusammenfassung genannten Reibungseinflüsse sind. Das

Koagulationsbad ist ein Teil der Behandlungszone der extrudierten Filamente. Im Lyocellverfahren haben hier die Filamente noch nicht ihre endgültige Struktur und Stabilität erreicht. Die Struktur und Stabilität verändert sich zunächst durch ein Verstrecken (hauptsächlich im Gasspalt) und einem Lösungsmittelaustausch (hauptsächlich im Koagulationsbad). Auch nach Ausfuhr aus dem Koagulationsbad können noch Materialveränderungen auftreten, sodass der Weg der Filamente/Extrudate zwischen Spindüsenaustritt und einem Auswaschen von Lösungsmittel aus den Filamenten/Extrudaten, inklusive einem Abzugswerk, als Behandlungszone bezeichnet wird. Da die extrudierten Filamente noch nicht ihre endgültige Form haben, werden sie in der Behandlungszone auch als „Extrudate“ bezeichnet. Ein Abzugswerk ist eine Vorrichtung, welche die erforderlichen Verzugskräfte zur Fadenbildung und die auftretenden Reibkräfte auf die Filamente/Extrudate während des Transports von Spindüse zum Abzugswerk aufbringt. Innerhalb des Koagulationsbades ist aufgrund der hydrodynamischen Bedingungen die Gefahr von Wicklern bei angetriebenen, bzw. freidrehenden Umlenkern sehr groß, sodass innerhalb des Koagulationsbads vorzugsweise feststehende Umlenker zum Einsatz kommen. Außerhalb des Koagulationsbads sollte bei feststehenden Umlenkern möglichst nur eine geringe Umlenkung erfolgen oder aber freidrehende oder angetriebene Umlenkvorrichtungen zum Einsatz kommen. Bei freidrehenden bzw. angetriebenen Umlenkvorrichtungen sind die Filamente/Extrudate geringer für Reibungseffekte anfällig, sodass auch kleinere Umlenkbreiten  $L$ , als nach Formel 1 berechnet, zur Anwendung kommen. Jedoch wird weiterhin eine gewisse Breite, insbesondere für das Umlenken beim Abzugswerk, eingehalten, da auch hier Reibungseffekte auftreten. Das Abzugswerk hat die Aufgabe, in Abhängigkeit vom Lochdurchsatz (pro Extrusionsöffnung) die erforderliche Abzugsgeschwindigkeit sicherzustellen. Ein Abzugswerk vermittelt die Abzugsgeschwindigkeit auf die Filamente/Extrudate durch angetriebene oder mehrere Umlenkvorrichtungen, wie Rollen oder Walzen. Hier wird die Umlenkkraft der Rolle zunächst auf die innen liegenden Filamente/Extrudate übertragen, welche wiederum die Kraft auf weiter außen liegende Filamente/Extrudate übertragen. Daher werden die innen liegenden Filamente/Extrudate stärker beansprucht als die äußeren, eine Ungleichheit die erfindungsgemäß durch Einhalten einer Umlenkbreite soweit minimiert wird, dass die innen liegenden Filamen-

te/Extrudate nur durch eine begrenzte Anzahl von außen liegenden Filamenten/Extrudaten überlagert werden womit ein rascher und effizienter Betrieb bewahrt wird. Extrusionsöffnungen können Bohrungen oder Löcher in einer Extrusionsplatte sein, sowie Kapillaren. Für alle diese Möglichkeiten wird die Anzahl der Extrusionsöffnungen auch Lochzahl bezeichnet. Der Abzug kann in einem Gasraum erfolgen, in den die Filamente nach Ausbringen aus dem Koagulationsbad eintreten.

Erfindungsgemäß wird als Umlenkvorrichtung ein Maschinenteil bezeichnet, welches einen Richtungswechsel von einzelnen Extrudaten, von Extrudatvorhängen oder von Extrudatbündeln ermöglicht, die Umlenkbreite  $L$  des umgelenkten Vorhangs wird dabei durch die Umlenkvorrichtung vorzugsweise selbst nicht beeinflusst.

Grundsätzlich können derartige Umlenkvorrichtungen als starre Umlenkvorrichtung oder drehende Umlenkvorrichtung ausgeführt sein. Drehende Umlenkvorrichtungen können mit oder ohne Antrieb ausgeführt sein. Drehende Umlenkvorrichtungen haben den Vorteil, dass geringe Reibkräfte zwischen Extrudat und Umlenkvorrichtung entstehen können und somit eine äußerst schonende Umlenkung erfolgen kann - mit der Ausnahme einer Umlenkung in einem Abzugswerk bei Übertragung von Kräften von der Umlenkvorrichtung auf die Filamente/Extrudate. Der Nachteil von drehenden Umlenkvorrichtungen liegt allerdings darin, dass aufgrund der Klebrigkeit einzelner Extrudate sie an der drehenden Umlenkvorrichtung haften können, wodurch Wickler, Abreisser und sonstige Störungen entstehen können. Ebenfalls problematisch ist der Einsatz von drehenden Umlenkvorrichtungen in Flüssigkeiten (im Koagulationsbad), da aufgrund von hydrodynamischen Wirbeln im Bereich der Umlenkeroberfläche die Gefahr sehr groß ist, dass einzelne Extrudate durch diese Wirbel am Umfang der Umlenkvorrichtung mitgerissen werden wodurch Wickler, Abreisser und sonstige Störungen ausgelöst werden können.

Für den Einsatz in Spinnbadflüssigkeiten aber auch bei klebrigen, feuchten oder in sonstiger Weise anhaftenden Extrudatvorhängen oder Bündeln werden starre Umlenkvorrichtungen zum Beispiel in Form von Stäben, Spulen, Käfigumlenkern oder in sonstiger beliebiger Form bevorzugt.

Als Materialien für starre Umlenkvorrichtungen kommen sämtliche Werkstoffe infrage, welche möglichst geringe Gleitrei-

bungswerte aufweisen. Neben Metallen mit und ohne Beschichtung ist auch Textilkeramik oder Kunststoff möglich.

Vorzugsweise wird eine Umlenkvorrichtung im Koagulationsbad verwendet. Möglich sind auch zwei oder mehrere Umlenkvorrichtungen im Koagulationsbad, wodurch größere Wahlmöglichkeiten für (größere) Umlenkwinkel  $B$  je Umlenkvorrichtung möglich sind. Erfindungsgemäß wird Formel 1 durch die erste, vorzugsweise auch die zweite oder auch jede Umlenkvorrichtung im Koagulationsbad erfüllt. „Erste“, „zweite“ usw. in diesem Sinne betrifft die prozedurale Nähe zur Extrusion und die Reihenfolge mit der die Filamente/Extrudate die Umlenkvorrichtungen passieren.

Auch nach dem Koagulationsbad in der Behandlungszone werden die Filamente/Extrudate auf einer gewissen Umlenkbreite als Band gehalten, da auch hier, insbesondere in einem Abzugswerk, Reibungskräfte wirken, die beim Umlenken Schäden verursachen können. Die Umlenkbreite nach dem Koagulationsbad kann allerdings geringer ausfallen als im Koagulationsbad, da negative Effekte auf die Filamentstabilität durch Temperatur und Quellung geringer sein können. Vorzugsweise wird erfindungsgemäß außerhalb des Koagulationsbades mindestens bei einer Umlenkbreite  $L_{\text{außen}}$ , welche  $L$  nach Formel 1 (mit  $Q$  kleiner gleich 15) geteilt durch 30, vorzugsweise geteilt durch 20, vorzugsweise geteilt durch 10, insbesondere bevorzugt geteilt durch 5, ist, umgelenkt und/oder das Filamentbündel auf dieser Breite  $L_{\text{außen}}$  (auch zwischen dem Umlenken) gehalten - zumindest bis zu einem Abzugswerk und/oder einer Wascheinrichtung. Alternativ kann  $L_{\text{außen}}$  nach Formel 1 berechnet werden, wobei ein höherer Wert für  $Q$  eingesetzt werden kann, nämlich kann  $Q$  hier einen Wert bis 300 oder bis 250 einnehmen, z.B. 10-300 oder 40-250. In einer Wascheinrichtung wird das Filamentbündel üblicherweise noch breiter aufgefächert um den Waschprozess zu begünstigen.  $L_{\text{außen}}$  kann auch mindestens  $L$  nach Formel 1 (mit  $Q$  bis 15) sein, z.B. im Waschvorgang.

$L_{\text{außen}}$  (Umlenk- oder Bandbreite außerhalb des Koagulationsbades) kann auch unabhängig von  $L$  nach Formel 1 definiert werden. Vorzugsweise wird  $L_{\text{außen}}$  so gewählt, sodass sich bei der gegebenen Abzugsgeschwindigkeit eine Filamentdichte pro mm Umlenkbreite von maximal 7000 dtex/mm, vorzugsweise von maximal 6000 dtex/mm, maximal 5000 dtex/mm, insbesondere bevorzugt von maximal 4000 dtex/mm, ergibt.

Diese Umlenk- oder Bandbreite außerhalb des Koagulationsba-

des wird  $L_{\text{au\ss}en}$  vorzugsweise bei der unmittelbar nächsten Umlenkung nach Austritt der Filamente/Extrudate aus dem Koagulationsbad eingehalten, da hier die Filamente/Extrudate noch empfindlicher sind, und/oder im Abzugswerk eingehalten, da hier aufgrund einer Kraftübertragung die Filamente/Extrudate besonders beeinträchtigt werden. Vorzugsweise werden die Filamentbündel nach Austritt aus dem Koagulationsbad in der gesamten Behandlungszone oder während des gesamten Verarbeitungsprozesses der Filamente/Extrudate bis zum Schneiden und/oder Aufwickeln der Endprodukte stets mindestens auf der Breite  $L_{\text{au\ss}en}$  gehalten. Der Verarbeitungsprozess beinhaltet üblicherweise folgende Bereiche: Spinnen im Koagulationsbad (wie oben), Herausführen aus dem Koagulationsbad, Abziehen über ein Abzugswerk, Waschen, Trocknen, Aufwickeln und/oder Schneiden der Filamente als Endprodukte.

Alternativ oder zusätzlich kann ein Spinnverfahren, inklusive Weiterverarbeitung, folgende Schritte aufweisen: Extrusion durch eine Spinndüse, Durchleiten der Filamente/Extrudate durch einen Gasspalt (in dem vorzugsweise ein Gasstrom eingeblasen wird, s.u.) in ein Koagulationsbad (Fällbad), Umlenken der Filamente/Extrudate im Fällbad, vorzugsweise durch eine Umlenkvorrichtung gegenüber der Spinndüse angebracht, Herausführen der koagulierten Filamente/Extrudate aus dem Koagulationsbad, Umlenkung der Filamente/Extrudate außerhalb des Koagulationsbades und ohne weitere Bündelung mit weiteren koagulierten Filamenten/Extrudaten, Zuführung der Filamente/Extrudate auf ein Abzugswerk (auch bezeichnet Abzugsorgan oder Abzugsvorrichtung) und/oder Verstreckvorrichtung, sowie Weiterführung zu einer Filamentaufnahmeeinheit und/oder Streckwerk, Waschen, Trocknen und ggf. weitere Schritte je nach Belieben. Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat entsprechende Apparate hierfür. In einer weiteren Ausführungsform kann das Verfahren folgende Schritte aufweisen: Extrusion durch eine Spinndüse, Durchleiten der Filamente/Extrudate durch einen Gasspalt (in dem vorzugsweise ein Gasstrom eingeblasen wird, s.u.) in ein Koagulationsbad, Umlenkung außerhalb des Koagulationsbades, Bündelung oder Zusammenführen mit weiteren Filamenten/Extrudaten, Zuführung der Filamente/Extrudate zu einem oder mehreren Abzugswerken, Waschen, Trocknen und ggf. weitere Schritte, bzw. Apparate hierfür, je nach Belieben.

Manche Schritte können kombiniert werden: So kann im Abzugs-

werk gewaschen werden. In jedem der Schritte können die hierin genannten detailliert beschriebenen bzw. vorzugsweisen Ausführungsformen Anwendung finden. Ebenso können in einem Abzugswerk angetriebene Walzen oder Rollen mit nicht angetriebenen kombiniert werden, wie z.B. wie in CN 105887226 (A) beschrieben. Im Abzugswerk kann auch eine Wärmebehandlung, wie Trocknen, z.B. wie in CN 205133803 U beschrieben, vorgenommen werden. Beim Anlaufen der Verfahrens kann eine Anspinnhilfe, wie in CN205258674U beschrieben, benutzt werden; dies ist allerdings nur zu Hilfe und nicht essentiell notwendig.

Weitere Schritte oder Apparate hierfür können vorgesehen werden. So kann z.B. nach dem Waschen getrocknet werden, bzw. nach der Waschanlage kann ein Trockner vorgesehen werden, wobei vor dem Trocknen/Trockner ein oder mehrere weitere Behandlungsschritt(e) wie z. B. der Avivierung der Filamente/Extrudate bzw. eine Avivierungsvorrichtung, vorgesehen werden kann. Außerdem können auch noch andere Prozessschritte wie Färben, Vernetzen, Ultraschallbehandlungen vor dem Trocknen durchgeführt werden; bzw. Vorrichtungen oder Apparate hierfür vorgesehen werden.

An jeder beliebigen Prozessstelle bis zum Trocknen kann vorzugsweise eine Schneidvorrichtung (zum Schneiden) oder eine Aufwickelvorrichtung (zum Aufwickeln) dazwischengeschaltet sein kann um aus den Endlosfilamenten Stapelfasern oder Endlosgarne herzustellen.

Vorzugsweise wird beim Abzugswerk eine Zugraft auf die Filamente/Extrudate von kleiner oder gleich 3 cN/dtex, vorzugsweise von kleiner oder gleich 2 cN/dtex oder von kleiner oder gleich 1,5 cN/dtex, ausgeübt.

Die Filamentbündel mehrerer Spinnstellen können kombiniert werden zu einem kombinierten Gesamtbündel. Üblicherweise erfolgt eine derartige Kombination unmittelbar nach oder bei Austritt aus dem Koagulationsbad, damit die nachgeschalteten Anlagenteile, wie Abzug oder Waschen, auf das Gesamtbündel angewendet werden können. Die Breite  $L$  oder  $L_{\text{außen}}$  wird hierin meist in Bezug auf eine Spinnstelle angegeben und vergrößert sich nach der Kombination dementsprechend.  $L_{\text{außen}}$  kann beispielsweise pro Spinnstelle mindestens 8 mm, z.B. 8 mm bis 100 mm betragen, vorzugsweise 12 mm bis 70 mm.

Die Bündelungsvorrichtung bezeichnet ein Maschinenteil, welches die Umlenkbreite des Extrudatvorhangs aufgrund der geomet-

rischen Form der Bündelungsvorrichtung einengt und dadurch aus einem ebenen oder schlauchförmigen oder auch runden oder sonstig geformten Vorhang aus Extrudaten ein Extrudatbündel formt. Optional wird durch die Bündelungsvorrichtung auch ein Richtungswechsel des geformten Extrudatbündels erzwungen. Somit kann die Bündelungsvorrichtung auch eine Umlenkvorrichtung sein, für die die erfindungsgemäßen Regeln und vorzugsweise Ausführungsformen gelten. Bündelungsvorrichtungen können analog zur Beschreibung der Umlenkvorrichtung starr oder drehend ausgeführt sein. Die gleichen Materialien können verwendet werden. Für den Einsatz in Spinnbadflüssigkeiten aber auch bei klebrigen, feuchten oder in sonstiger Weise anhaftenden Extrudatvorhängen oder -bündeln werden vorzugsweise starre Bündelungsvorrichtungen in Form von Stäben, Spulen, Käfigumlenkern, Haken, Ösen, U-Führungen oder in sonstiger beliebiger Form ausgeführte Vorrichtungen verwendet.

Der Lastfaktor  $Q$  ist ein empirisches Maß für die an der Umlenkvorrichtung übereinander liegenden Filamente. Je niedriger, desto schonender ist das Verfahren.  $L$  muss umso größer ausgewählt werden.  $Q$  sollte im Koagulationsbad 15 oder kleiner sein, vorzugsweise ist  $Q$  12 oder kleiner, vorzugsweise 8 oder kleiner oder 5 oder kleiner. Hiermit in Verbindung ist  $Q$  2 oder größer, vorzugsweise 3 oder größer oder 4 oder 5 oder größer, insbesondere bevorzugt wobei  $Q$  2 bis 15 oder mehr bevorzugt 4 bis 12 ist. Mögliche Werte für  $Q$  sind 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 oder jeder Wert dazwischen. Wie oben erwähnt, kann  $Q$  außerhalb des Bades größer sein. Hierbei wird für  $L$  das Zeichen  $L_{\text{außen}}$  verwendet mit  $Q$  bis zu 300. Wenn nichts anderes angegeben ist, bezieht sich  $Q$  auf ein Umlenken im Koagulationsbad.

Die Anzahl der Extrusionsöffnungen (auch Lochzahl bezeichnet, abgekürzt „LZ“) bestimmt die Anzahl der Filamente, welche umgelenkt werden müssen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere für große, industriell brauchbare Größen ausgelegt. Vorzugsweise ist die Anzahl der Extrusionsöffnungen LZ 2000 oder mehr, vorzugsweise 5000 oder mehr oder 10000 oder mehr. Unabhängig hiervon oder in Kombination kann LZ 500000 oder kleiner sein, vorzugsweise 200000 oder kleiner, 100000 oder kleiner oder 50000 oder kleiner. Wenn größere Mengen an Produkt und damit eine höhere Anzahl Filamente gleichzeitig produziert werden sollen, können mehrere erfindungsgemäße Extrusionsvorrichtungen verwendet werden um mehrere parallele Filamentbündel oder -

vorhänge zu produzieren, ggf. in einem gemeinsamen Koagulationsbad bzw. sogar mit gemeinsamer Umlenkvorrichtung. Die oben angegebenen Lochzahlen beziehen sich auf ein Bündel oder eine Gruppe von Filamenten, das zusammen umgelenkt und gebündelt wird.

Der Umlenkwinkel B ergibt sich aus dem Winkel, der von den zur Umlenkvorrichtung zugeführten Filamenten und den umgelenkten Filamenten eingeschlossen wird (siehe Figuren). Durch einen spitzeren Winkel werden stärkere Scher- und Reibungskräfte auf die Filamente ausgeübt. Je spitzer der Winkel, desto größer muss (bei gleichbleibenden anderen Parametern der Formel 1) L vergrößert werden. Vorzugsweise ist der Umlenkwinkel B ein Winkel von  $10^\circ$  bis  $90^\circ$ , vorzugsweise  $20^\circ$  bis  $60^\circ$  oder  $25^\circ$  bis  $45^\circ$ . Wenn nichts anderes angegeben wird, bezieht sich der Winkel B auf ein Umlenken im Koagulationsbad. Außerhalb, z.B. in einem Abzugswerk und/oder beim Waschen, kann der Umlenkwinkel  $0^\circ$  bis  $150^\circ$  betragen, insbesondere jeden Winkel in diesem Bereich, wie z.B. für die Winkel im Koagulationsbad angegeben wurde.

Erfindungsgemäß werden durch die großen Umlenkbreiten L hohe Abzugsgeschwindigkeiten ermöglicht. Die Filamente werden, meist mithilfe eines Abzugswerks, durch das Koagulationsbad gezogen. Das Abzugswerk selbst ist meist außerhalb des Koagulationsbades, der Umlenkvorrichtung und ggf. auch der Bündelungsvorrichtung nachgeordnet. Entsprechend der Abzugsgeschwindigkeit wird eine entsprechende Umlenkbreite L gewählt. Vorzugsweise ist die Abzugsgeschwindigkeit (an der Umlenkvorrichtung) mindestens 35 m/min. Die Abzugsgeschwindigkeit v kann 36 m/min oder mehr sein, vorzugsweise 40 m/min oder mehr oder 45 m/min oder 50 m/min oder mehr. Unabhängig hiervon oder in Kombination kann die Abzugsgeschwindigkeit v 200 m/min oder weniger oder 150 m/min oder weniger sein.

Als Fluid im erfindungsgemäßen Verfahren kommt ein Extrusionsmedium zum Einsatz. Dieses ist vorzugsweise eine Lösung oder Mischung von Cellulose und anderen Mediumsbestandteilen, wie Lösungsmitteln. Die Cellulosekonzentration wird in für Lyocellverfahren üblichen Größen gewählt. So kann die Cellulosekonzentration des extrudierten Fluids  $c_{\text{cell}}$  4% bis 23%, vorzugsweise 6% bis 20%, insbesondere 8% bis 18% oder 10% bis 16%, sein (alle %-Angaben in Masse-%). Das Extrusionsmedium ist im Lyocellverfahren üblicherweise eine Celluloselösung oder -schmelze mit NMMO (N-Methylmorpholin-N-oxid) und Wasser, wie einleitend beschrie-

ben. Andere Lösungen von Cellulose, insbesondere ionische Lösungsmittel von Zellulose, können ebenso verwendet werden. Ionische Lösungsmittel sind beispielsweise in WO 2006/000197 A1 beschrieben und enthalten vorzugsweise organische Kationen, wie z.B. Ammonium-, Pyrimidium- oder Imidazoliumkationen, vorzugsweise 1,3-Dialkyl-imidazoliumhalogenide. Wasser wird auch hier vorzugsweise als Lösungsmittelzusatz verwendet. Besonders bevorzugt ist eine Lösung von Cellulose und Butyl-3-methylimidazolium (BMIM), z.B. mit Chlorid als Gegenion (BMIMCl), oder 1-Ethyl-3-methylimidazolium (auch vorzugsweise als Chlorid) und Wasser.

Der Schritt des Passierens der fluiden Filamente durch einen Gasspalt im erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der Gasspalt in der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist optional, d.h. kann vorgenommen/vorhanden sein oder nicht. Dieser Schritt/dieses Mittel unterscheidet zwischen einem Nassspinnen und einem Trocken-Nassspinnen. Beim Nassspinnen werden die Filamente direkt in das Koagulationsbad eingeführt. Beim Trocken-Nassspinnen ist der Gasspalt vorhanden und die Filamente passieren ihn zuerst bevor sie in das Koagulationsbad eingebracht werden.

Im Gasspalt kann optional (und vorzugsweise wird, insbesondere bei großen, industriell relevanten Anlagen) ein Gasstrom eingeblasen bzw. in der Vorrichtung ein Gebläse hierfür vorgesehen. Der eingeblasene Gasstrom hat vorzugsweise eine Temperatur von 5°C bis 65°C hat, vorzugsweise von 10°C bis 40°C. Das Materialfluid kann bei einer Temperatur von 75°C bis 160°C extrudiert werden. Vorzugsweise weist der Gasspalt eine niedrigere Temperatur auf als jene des extrudierten Materialfluids. Insbesondere wird ein Gasstrom im Gasspalt bei einer niedrigeren Temperatur als des extrudierten Materialfluids geführt.

Mögliche Längen des Gasspalts, also die Distanz zwischen Extrusionsöffnungen und Koagulationsbad, bzw. Behälter dafür wie eine Wanne, sind vorzugsweise zwischen 10 mm und 200 mm, insbesondere zwischen 15 mm und 100 mm, oder zwischen 20 mm und 80 mm. Vorzugsweise ist er mindestens 15 mm. Das Gas im Gasspalt ist vorzugsweise Luft. Der Gasstrom ist vorzugsweise ein Luftstrom. Andere Inertgase sind ebenso möglich. Als Inertgas wird ein Gas bezeichnet, das nicht mit den fluiden Filamenten im Gasspalt und vorzugsweise auch nicht mit dem Erstarrungsmedium, wie Wasser oder einer verdünnten NMMO in Wasser Lösung oder anderen

Lösungsmittelbestandteilen - je nach verwendetem Extrusionsmedium -, chemisch reagiert.

Beim Nassspinnen besteht die Behandlungszone im Wesentlichen aus Flüssigkeitsbehältern, Flüssigkeitstrichtern oder Flüssigkeitsrinnen. Die aus der Spinndüse austretenden Extrudate werden direkt zum Füllen und/oder Kühlen in die Spinnbadflüssigkeit eingeleitet. Die feuchten (gefällten und/oder gekühlten) Extrudate werden durch Waschbäder und/oder durch einen Gas- bzw. Luftraum dem Abzugswerk zugeführt.

Beim Trocken-Nassspinnen besteht die Behandlungszone im Wesentlichen aus einem Gas- bzw. Luftspalt und nachgelagerten Flüssigkeitsbehältern, Flüssigkeitstrichtern oder Flüssigkeitsrinnen. Die aus den Extrusionsöffnungen austretenden Extrudate durchlaufen einen Gasspalt und in weiterer Folge ein Koagulationsbad, auch Spinnbad bezeichnet. Die feuchten (gefällten und/oder gekühlten) Extrudate werden durch ein oder mehrere Waschbäder und/oder durch einen Gas- bzw. Luftraum dem Abzugswerk zugeführt.

Beim Nass- bzw. Trocken-Nass-Spinnverfahren treten aufgrund von Verdrängungs- und Schleppvorgängen zwischen Koagulationsbadflüssigkeit und Extrudaten bei höheren Geschwindigkeiten Turbulenzen, Wirbel auf. Zusätzlich besteht bei Umlenkstellen mit starren Umlenkungen auch die Gefahr des Trockenlaufens an den Berührungsstellen zwischen Extrudat und Umlenker. Die Gefahr des Trockenlaufens wird umso größer je höher die Abzugsgeschwindigkeit ist und je stärker die Extrudatvorhänge oder Bündel davon an die Umlenkvorrichtung gepresst werden.

Vorzugsweise sind die Extrusionsöffnungen in länglicher Form angeordnet um die extrudierten Filamente in einer Geometrie zu formen, die für eine Umlenkung und Bündelung bei der Umlenkung günstig ist. Die Längsrichtung der Anordnung der Extrusionsöffnungen entspricht daher vorzugsweise auch einer Längsrichtung der Umlenkvorrichtung. Diese Längsrichtung der Umlenkvorrichtung entspricht daher vorzugsweise einer Umlenkachse (bzw. folgt mehreren Umlenkachsen bei gekrümmten Umlenkvorrichtungen). Mögliche Formen der Anordnung der Extrusionsöffnungen sind Rechteckform, eine gekrümmte Form, Ring- oder Ringsegmentform. Die längliche Form kann ein Verhältnis Länge zu Breite von 100:1 bis 2:1, vorzugsweise von 60:1 bis 5:1 oder von 40:1 bis 10:1 haben.

Die Extrusionsöffnungen haben vorzugsweise einen Durchmesser

von 30  $\mu\text{m}$  bis 200  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 50  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  oder von 60  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ . Hiermit lassen sich für Textilien (woven und non-wovens) geeignete Filament erzeugen.

Vorzugsweise wird der Extrusionsdurchsatz so eingestellt, dass bei der gegebenen Abzugsgeschwindigkeit sich eine Faserfeinheit der Einzelfasern von 1,3 dtex  $\pm 50\%$ , vorzugsweise  $\pm 25\%$  oder  $\pm 10\%$ , ergibt. Der Extrusionsdurchsatz kann durch den Druck der extrudierten Masse, also der Celluloselösung, eingestellt werden. Mögliche Drücke sind beispielsweise 5 bis 100 bar, vorzugsweise 8 bis 40 bar.

Besonders bevorzugt, auch im Sinne eines eigenständigen Haupterfindungsmerkmals unabhängig von Formel 1, ist eine insgesamt breite Umlenkbreite L. In Abhängigkeit von Formel 1 oder unabhängig davon, können die Extrusionsöffnungen auf einer Länge LL angeordnet sein, wobei gemäß diesem Erfindungskennzeichen die Umlenkbreite L mindestens 70%, vorzugsweise mindestens 80% oder auch mindestens 90%, der Länge LL ist. Die Umlenkbreite kann auch gleich der Länge LL oder sogar größer sein, wie z.B. 110% der Länge LL oder mehr.  $L_{\text{außen}}$  ist vorzugsweise mindestens 1%, mindestens 3%, vorzugsweise mindestens 5% oder auch mindestens 10%, der Länge LL. Zu Bündelungszwecken ist  $L_{\text{außen}}$  vorzugsweise maximal 50% der Länge LL. Alle erfindungsgemäßen Verfahrensparameter und Vorrichtungseinstellungen hierzu sind miteinander kombinierbar. Beispielsweise ist eine besonders bevorzugte Kombination eine Abzugsgeschwindigkeit v von 40 m/min bis 150 m/min und eine Lastfaktor Q von 4 bis 13 oder von 5 bis 12. Selbstverständlich sind alle hierin beschriebenen Werte in diesen Bereichen oder außerhalb ebenfalls möglich.

Beispiele:

Die Flüssigkeitsbehandlungszone beim Trocken-Nass-Spinnverfahren kann verschiedenartig ausgestaltet sein, einige Varianten werden anhand der Figuren 1, 2a, 2b, 2c, 3a und 3b beschrieben. Versuchsparameter und Ergebnisse sind in Tabelle 1 angegeben:

In Fig. 1 wird eine erste Ausgestaltung der Flüssigkeitsbehandlungszone als Spinntrichter dargestellt. Bei dieser Variante wird die Spinnbadflüssigkeit über einen Einspeisepunkt (1) in einen trichterförmigen Behälter (6) zugeführt. Der trichterförmige Behälter (6) verfügt am unteren Ende über eine Bodenöffnung. Über eine in die Bodenöffnung eingesetzte Bündelungsvor-

richtung (2) wird ein Teil des zugeführten Spinnbades gemeinsam mit den von oben nach unten durch den Spinntrichter durchgeleiteten Extrudaten (4) abgeleitet. Über eine Überlaufkante (3) wird der überschüssige Teil des Spinnbads abgeführt. Die Überlaufkante (3) dient auch zur Einstellung des Luftspaltes (7). Die aus der Spinndüse (5) austretenden Extrudate werden vertikal nach unten verlaufend gebündelt und über eine Bündelungsvorrichtung (2) aus dem Spinntrichter ausgeleitet. Der Querschnitt der Bündelungsvorrichtung (2) kann rund, oval, polygonisch oder schlitzförmig ausgestaltet sein.

Aus dem Normalabstand (H) zwischen Düsenaustritt (5) und Bündelungsvorrichtung (2) sowie den gegebenen geometrischen Verhältnissen der Düse (5) ergibt sich ein Umlenkwinkel (B). Die Umlenkbreite (L) ist jener Abschnitt der Umlenkvorrichtung an der die Extrudate tatsächlich anliegen und umgelenkt bzw. gebündelt werden. Bei einer torusförmigen Bündelungsvorrichtung (2) ergibt sich die Umlenkbreite (L) aus dem Produkt aus Bündelungsdurchmesser (D) und der Kreiszahl (3,1415...). Der Umlenkwinkel (B) ergibt sich aus den gewählten geometrischen Verhältnissen. Die minimal erforderliche Umlenkbreite (L) wird mittels Formel 1 berechnet.

In Fig. 2a, 2b, 2c, 3a und 3b wird eine Flüssigkeitsbehandlungszone als Spinnwanne dargestellt. Bei diesen Varianten wird die Spinnbadflüssigkeit (Koagulationsflüssigkeit) über einen Einspeisepunkt (1) in einen beliebig geformten wannenförmigen Behälter (8) zugeführt. Über eine Überlaufkante (3) wird die Flüssigkeit wieder aus dem Behälter abgeführt. Die Überlaufkante (3) dient auch zur Einstellung des Luftspaltes (7). Im Inneren der Spinnwanne (8) ist eine Umlenkvorrichtung (2) und/oder ggf. eine Bündelungsvorrichtung angebracht. Die aus der Spinndüse (5) austretenden Extrudate (4) werden vertikal nach unten in die Wanne (8) eingeleitet. An der in der Spinnbadwanne befindlichen Umlenkvorrichtung (2) werden die Extrudate (4) umgelenkt, wenn erforderlich auch gebündelt, nach oben aus dem Spinnbad herausgeleitet und den weiteren Behandlungsschritten zugeführt. Die Umlenk- bzw. Bündelungsvorrichtung kann im Querschnitt rund, oval, oder polygonisch ausgestaltet sein. Eine Umlenkvorrichtung kann beispielhaft auch eine aus mehreren Stäben bestehende Käfig- oder Stabwalze sein, auch eine Umlenkwalze mit quer zur Extrudat-Förderrichtung angeordneten Rippen ist möglich. Ent-

sprechend einer weiteren Ausführungsform kann die Umlenkvorrichtung (2) auch in Achsrichtung konkav ausgestaltet sein um neben der Umlenkung der Extrudate (4) auch eine Bündelung zu einem Extrudatstrang zu bewirken. Da in der Spinnbadflüssigkeit rotierende Elemente notgedrungen zu Spinnbad-Verwirbelungen und in weiterer Folge zu Wicklern, Abreißern und sonstige Störungen führen, sind Umlenkvorrichtungen im Spinnbad generell vorzugsweise als starre Umlenkvorrichtungen ausgestaltet.

Der Normalabstand (H) zwischen Düsenaustritt (5) und Bündelungsvorrichtung (2) wird derart eingestellt, dass der Düsenabzugswinkel einen Wert von kleiner  $45^\circ$ , kleiner  $30^\circ$ , kleiner  $15^\circ$  bzw. vorzugsweise kleiner  $10^\circ$  ergibt. Durch diese Maßnahme wird gewährleistet, dass die Extrudate schonend und mit wenig Umlenkung aus dem Düsenkanal abgezogen werden können. In Abhängigkeit von Normalabstand (H) und Düsenabzugswinkel stellt sich bei gegebenen geometrischen Verhältnissen der Umlenkwinkel (B) ein. Die Umlenkbreite (L) ist jener Längenteil der Umlenkvorrichtung an der die Extrudate direkt anliegen und umgelenkt bzw. gebündelt werden, bei einer gekrümmten (konkaven) Umlenkvorrichtung ist dies demgemäß die gestreckte Länge der durch die Extrudate belegten Kontaktlinie. Der Umlenkwinkel (B) ergibt sich aus den gewählten geometrischen Verhältnissen. Die minimale Umlenkbreite (L) wird mittels Formel 1 berechnet.

Fig. 2a zeigt ein Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Anordnung der Extrusionsöffnungen (am Extruder, Spindüse) in Rechteckform. Für das Wannensystem mit Rechteckdüse typisch sind eher kleine Umlenkwinkel (B) mit großer Umlenkbreite (L).

Fig. 2b zeigt ein Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Extrusionsöffnungsanordnung in Ringform. Im Gegensatz zum System mit Rechteckdüse (Fig. 2a) ergeben sich bei dieser Ausführungsform Nachteile. Der Düsenabzugswinkel ist gegenüber der Rechteckdüsenausführung nach Fig. 2a wesentlich größer, wodurch ein schonender Abzug aus dem Düsenkanal nicht mehr gegeben ist. Insbesondere bei großen Ringdüsendurchmessern ist es daher notwendig, den Normalabstand (H) zwischen Düse und Umlenkvorrichtung wesentlich zu erhöhen. Da bei großen Ringdüsen der erforderliche Normalabstand (H) durchaus mehr als 1 Meter betragen kann, ist die manuelle Zugänglichkeit zur Umlenkvorrichtung schwerer, zudem wirken sich die starken Reibkräfte zwischen den Extrudaten und dem Koagulationsbad negativ auf die Gesamtspannung im Fila-

mentbündel aus. Ein weiterer Nachteil der Ausführung nach Fig. 2b ist das Erfordernis, dass bei einer Ringdüse im Spinnbad nicht nur umgelenkt, sondern auch gebündelt werden muss um möglichst für alle ringförmig angeordneten Extrudate gleiche Bedingungen bereitstellen zu können. Für das Wannensystem mit Ringdüse und zentrischer Bündelung im Spinnbad typisch sind eher kleine Umlenkwinkel (B) mit kleiner Umlenkbreite (L).

Fig. 2c zeigt ein Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Spinndüse in Ringform, wobei die Umlenkung des ringförmigen Extrudatvorhangs über eine torusförmige Umlenkvorrichtung mit Umlenkwinkel (B') erfolgt und der umgelenkte Extrudatvorhang entlang der Mittelachse der Ringdüse vertikal nach oben aus dem Spinnbad geführt wird. Oberhalb der Ringdüse und somit außerhalb des Spinnbades kann der Extrudatvorhang in einem vorteilhaft großen Umlenkwinkel (B'') gebündelt werden. Da die Bündelung bzw. Umlenkung außerhalb der Spinnbadflüssigkeit erfolgt, kann die Bündelung bzw. Umlenkung auch mit freidrehenden Walzen realisiert werden, wodurch keine Gleitreibung zwischen Extrudatbündel und Umlenkvorrichtung auftreten kann. Eine weitere Ausführungsform für die Bündelung oberhalb der Ringspinndüse ist, ähnlich wie beim Spinntrichter, eine torusförmige Bündelungsvorrichtung vorzusehen und ggf. nachgeschaltet eine freidrehende Umlenkwalze zu installieren. Mit einem System nach Fig. 2c können viele Nachteile welche ein System nach Fig. 2b aufweist beseitigt werden. Der Düsenabzugswinkel (A) ist gegenüber der Ringdüsenausführung nach Fig. 2b stark verkleinert, wodurch ein schonender Abzug aus der Düse gegeben ist. Selbst bei großen Düsen kann der Normalabstand (H) gering gehalten werden, wodurch die manuelle Zugänglichkeit zur Umlenkvorrichtung ermöglicht ist. Eine Bündelung des Extrudatvorhangs im Spinnbad wird nicht benötigt. Für das Wannensystem mit Ringdüse und torusförmiger Umlenkvorrichtung im Spinnbad typisch sind eher kleine Umlenkwinkel (B) mit großer Umlenkbreite (L).

Fig. 3a zeigt ein Vergleichsbeispiel in Form eines Spinnwannensystem, kombiniert mit einer Rechteckdüse, wobei der Extrudatvorhang in der Spinnwanne 2-fach umgelenkt wird. Der, in Produktionsrichtung gesehen, erste Umlenkvorgang ist analog der Ausführung nach Fig. 2a gestaltet, die zweite Umlenkung dient zu einer weiteren Richtungsänderung und zugleich zur Bündelung des Extrudatvorhangs zu einem Extrudatstrang. Für das dargestellte

Umlenkensystem mit Bündelung typisch sind eher moderate Umlenkwinkel ( $B$ ) mit kleiner Umlenkbreite ( $L$ ) aufgrund der Bündelung. Durch die starke Bündelung war es notwendig eine hohe Lastzahl von 20 zu wählen. Das Spinnverhalten stellte sich als nicht zufriedenstellend dar.

Fig. 3b zeigt ein Spinnwannensystem wie in Fig. 3a dargestellt, allerdings wurde die zweite Umlenkung basierend auf einer wesentlich kleineren Lastzahl dimensioniert (keine oder geringe Bündelung). Durch die größere Länge ( $L$ ) der Umlenkervorrichtung konnte im Gegensatz zur Ausführung nach Fig. 3a ein sehr zufriedenstellendes Spinnverhalten erzielt werden.

Nach Austritt aus dem Koagulationsbad werden die Bündel über ein Abzugswerk und eine Waschstelle, welche auch miteinander kombiniert werden kann, zum gemeinsamen Abzug und Waschen gebracht. Das erste Abzugswerk nach dem Bad vermittelt die Abzugsgeschwindigkeit der Fäden beim Spinnen. Fig. 4 zeigt ein mögliches Abzugswerk, wobei hier 5 Walzen, 3 mit Motor („M“ im Kreis), schematisch gezeigt werden. Eine beliebige, dem System angepasste, Anzahl an Walzen kann eingesetzt werden, z.B. 1 bis 60 sind üblich. An den Walzen werden hier die Bündel bei einem Winkel  $B$  von  $0^\circ$  bis  $150^\circ$  umgelenkt. Vorzugsweise wird auch hier die Breite der Filamentbündel nach Formel 1 eingehalten, wobei  $Q$  höher als im Koagulationsbad sein kann, z.B. 40 bis 300. Es können alle Walzen angetrieben werden oder nur manche der Walzen. Alle angetriebenen Walzen können gemeinsam angetrieben werden oder separat. Bei gleichzeitigem Waschen empfiehlt sich eine unterschiedliche Geschwindigkeit, zumindest der Rotation der Walzenoberfläche, bei gleich großen Walzen auch der Rotationsgeschwindigkeit der Walzen an sich, da beim Waschen die Filamente Lösungsmittel verlieren und schrumpfen. Der Schrumpfprozess sollte durch absinkende Geschwindigkeiten abgebildet werden, damit die Filamente nicht reißen. Nicht angetriebene Walzen können frei drehende Walzen sein. Bei angetriebenen Walzen entsteht eine Haftreibung zwischen den Filamenten und der Walze; bei nicht angetriebenen Walzen eine Gleitreibung zwischen Filament und Walze.

Tabelle 1:

Figur	Beispiel	Düsentyp	Lochzahl [Stk.]	Cellulosekonzentration	Abzugsgeschw.	Spinnbadsystem	Umlenkwinkel im Fällbad	gewählte Lastzahl	erforderliche Mindestumlenkbreite	gewählte Umlenkbreite	Umlenkung	Umlenkvorrichtung	Titer	Spinnverhalten *)	Anmerkungen
			LZ	C <sub>cell</sub> [%]	V [m/min]		B [°]	Q	L [mm]	L [mm]			dtex		
Fig. 1	1	Runddüse	12078	12	60	Trichter	165	5,0	18,2	40	Nass	Auslauf-Mundstück	1,3	2	hydrodynamische Effekte am Trichterauslauf verhindern höhere Abzugsgeschwindigkeit
Fig. 2a	2	Rechteckdüse	34048	12	55	Wanne	55	5,0	280,6	400	Nass	starrer gerader Stab	1,3	1	
Fig. 2b	3	Ringdüse	91680	13	30	Wanne	35	12,0	71,4	100	Nass	konkav gebogener Stab (Bündelung)	1,3	1-2	L = gestreckte Länge des konkaven Stabes
Fig. 2c	4	Ringdüse	91680	13	50	Wanne	35	5,0	614,9	1200	Nass	Stab (Torus)	1,3	1	L = gestreckte Länge des torusförmigen Umlenkers
Fig. 3a	5	Rechteckdüse	10808	12	60	Wanne	95	20,0	21,1	25	Nass	starre Keramikspule	1,3	2-3	
Fig. 3b	6	Rechteckdüse	10808	12	60	Wanne	95	5,0	84,3	120	Nass	starrer Stab	1,3	1	
<p>*) Beurteilung Spinnverhalten:</p> <p>1... einwandfreier Betrieb, einwandfreie Qualität</p> <p>2... kleine Störungen, Abreisser, Verklebungen</p> <p>3... wiederkehrende Störungen</p>															

Zur Herstellung der Celluloselösung wurde alternativ und parallel zur Lyocellmethode mit NMMO/Wasser als Lösungsmittel eine ionische Lösung hergestellt. Dabei wurde die eingesetzte Cellulose vom Typ Eukalyptuszellstoff in entsalztem Wasser suspendiert. Nach vollständiger Suspendierung der Cellulosefasern im Wasser, wurde das überschüssige Wasser durch Filtration abge-

trennt und der erhaltene Zellstoffkuchen auf eine Feststoffkonzentration von ca. 50% Cellulose abgepresst. Im Anschluss an die Entwässerung wurde der Zellstoffkuchen zur Zerfaserung über eine Nadelwalze und Shredder geführt. Die erhaltene, feinzerfaserte feuchte Cellulose wurde im kontinuierlichen Ablauf in die wässrige ionische Flüssigkeit 1-N-Butyl-3-methylimidazolium-chlorid (BMIMCl), eingetragen, um den Pre-Mix zu erzeugen. Ringschichtmischer und/ oder Turbulentmischer sind hierfür die geeigneten Apparate.

Das Gemisch aus Wasser, Cellulose und BMIMCl wurde im weiteren Prozessablauf, zur Herstellung der Celluloselösung, in einen kontinuierlich arbeitenden vertikalen Knetter vom Typ Reactotherm der Firma Buss-SMS-Canzler GmbH eingetragen. Ähnliche Geräte der Knet- und Reaktortechnologie sowie alle Arten von Extruder, Hochviskosdünnschichter, Rührkessel und/oder Scheibenreaktor können zur Celluloseherstellung einzeln, oder in Kombination in verschiedenen Reaktorzonen und Verfahrensstufen eingesetzt werden. In diesem vertikal ausgeführten Reactotherm Knetter konnte durch intensive Misch- und Knetwirkung die Celluloselösung klumpenfrei kontinuierlich hergestellt werden. Behandlungszeiten in den einzelnen Reaktorzonen von 20 bis 80 Minuten führten zur vollständigen Auflösung der Cellulose.

Zur sicheren Prozessführung wurden dem wässrigen Gemisch aus Ionischer Flüssigkeit und Cellulose, vor der Überführung aus dem Pre-Mix in die Celluloselösung, noch weitere Stabilisatoren zur Stabilisierung des Lösungsmittels und zur Verhinderung des Celluloseabbau zugesetzt. Der kontinuierlich hergestellte Pre-Mix wurde unter Anlegen von Temperatur und Unterdruck (Vakuum), sowie unter Scherung in eine hoch viskoelastische Lösung übergeführt. Die in den einzelnen Verfahrensstufen angewandten Temperaturen variierten zwischen 85°C und 150°C, wobei die Entfernung von überschüssigem Wasser bei reduziertem Druck zwischen 10 und 150 mbar erfolgte. Die angelegten Scherraten bewegten sich zur Homogenisierung des Pre-Mix im Bereich von 20 bis 200 U/min, unter Beibehaltung der eingestellten Scherleistung und Drehmomentes. Dadurch wurde sichergestellt, dass sich die Cellulose in der Ionischen Flüssigkeit auflöste. Die, so erhaltene hochviskose Celluloselösung wurde vor dem Verspinnen zusätzlichen Prozessschritten wie Entgasung- und Filtration unterzogen. Zur Einstellung der entsprechenden Cellulose Spinnmassequalität wurde

die Lösung noch zusätzlich über einen oder mehreren, den Verfahrensstufen angepassten, Hochviskos Wärmetauschern der Type Sulzer SMR/SMXL zugeführt. Diese dienen neben der Temperatureinstellung, vor allem auch zur Einstellung der gewünschten Spinnviskosität, sowie des Polymerisationsgrades der Cellulose. Diese Wärmetauscher dienen daher zu effizienten Temperatureinstellung, wie Kühlung oder Erwärmung der hochviskosen Celluloselösung, da sie effektives Mischen und einen kontrollierten Wärmeübergang ermöglichen.

Das Verspinnen der Celluloselösung zu Filamenten, sowie die weitere Verarbeitung erfolgte erfindungsgemäß, wobei die Spinnlösung mittels Spinnpumpe einem beheizten Spinnpaket bestehend aus Spinnfilter, Verteilplatten und der Spinnöse zugeführt wurde. Die Spinntemperaturen lagen im Bereich von 85°C-150°C, vorzugsweise im Bereich von 95°C - 115°C. Es wurde nach dem Lösungsherstellungsschritt auf kurze Verweilzeiten unter erhöhten Temperaturen im Prozesssystem geachtet, um die Celluloselösung der Verarbeitungsgeschwindigkeit und dem unerwünschten Abbau der Cellulose anzupassen.

Das zur Anwendung gelangte Spinnverfahren ist erfindungsgemäß beschrieben und wird üblicherweise als Trocken-Naß-Spinnverfahren bezeichnet, wobei der einstellbare, höhenverstellbare Luftspalt, zwischen der Spinnöse und dem wässrigen Koagulationsbad, welches die ionische Flüssigkeit enthält, angeordnet ist. Der, dem Luftspalt zugeführte und damit durch die Filamente durchtretende Gasstrom erfolgt in konditioniertem Zustand und kann sowohl konditionierte Luft, oder ein anderes inertes Spinn gas sein. Erfindungsgemäß werden die Filamente durch das Koagulationsbad geführt, aus dem Bad ausgetragen und wie oben beschrieben der weiteren Behandlung zugeführt. Die Parameter und Produkteigenschaften der Versuche mit BMIMCl und NMMO als Lösungsmittel sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

**Tabelle 2:**

	Ionische Flüssigkeit (BMIMCl)	N-Methyl Morpholin N-Oxid (NMMO)
<b>Zellstoff</b>	Eukalyptus	Eukalyptus

DP-Cuoaxam	[-]	535	646
$\alpha$ Cellulosegehalt	[%]	95,2	94,8
Carboxylgruppengehalt	[ $\mu$ mol/g]	17	27
Carbonylgruppengehalt	[ $\mu$ mol/g]	23	29
Aschegehalt	[%]	0,4	0,2
Weissgrad WCIE	[-]	82	84

### Faserdaten

Feststoffgehalt Cellulose in Ionischer Flüssigkeit	[%]	13,27	12,8
DP-Cuoxam	[-]	521	584
Nullscherviskosität bei 85°C	[Pas]	39.720	19.250
Spinnmassestemperatur	[°C]	102	95
Düsenlochdurchmesser	[ $\mu$ ]	90	90
Spinnndruck	[bar]	37	27
Luftspalt	[mm]	43	38
Spinnbadtemperatur	[°C]	20	18
Faserfeinheit	[dtex]	1,63	1,71
Reißkraft konditioniert	[cN/tex]	51,2	41,0
Dehnung konditioniert	[%]	13,9	15,2
Naßmodul	[cN/tex]	297	185
Naßscheuerzahl	[U]	54	38

Ansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von festen Cellulosefilamenten aus einem Fluid der Cellulose durch Extrudieren des Fluids durch mehrere Extrusionsöffnungen, wodurch fluide Filamente entstehen, vorzugsweise Passieren der fluiden Filamente durch einen Gasspalt, und Verfestigen der Filamente in einem Koagulationsbad, wobei die Filamente im Koagulationsbad gebündelt und als Bündel umgelenkt werden um über dem Koagulationsbadniveau aus dem Koagulationsbad abgezogen zu werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Bündel der Filamente auf einer Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite L einnimmt, welche nach der Formel:

$$L > (2 \times LZ \times \cos(B/2) \times v^{2,5}) / (10 \times c_{\text{cell}}^{0,5} \times Q)$$

gesteuert ist, wobei L die Umlenkbreite des Bündels in mm, LZ die Anzahl der Extrusionsöffnungen, B der Umlenkwinkel berechnet aus  $180^\circ$  abzüglich des Umschlingungswinkels der Filamente um die Umlenkvorrichtung in Grad, v die Abzugsgeschwindigkeit der Filamente in Meter pro Sekunde,  $c_{\text{cell}}$  die Cellulosekonzentration des extrudierten Fluids in Masse-% und Q eine dimensionslose Lastzahl ist, wobei Q 15 oder kleiner ist.

2. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Extrusionsplatte mit mehreren Extrusionsöffnungen, einem Auffangbehälter für ein Koagulationsbad, vorzugsweise mit einem Gasspalt zwischen den Extrusionsöffnungen und dem Auffangbehälter, einer Umlenkvorrichtung im Auffangbehälter zum Umlenken eines Filamentbündels aus dem Auffangbehälter, und einer Bündelungsvorrichtung, welche eine Umlenkbreite L des Filamentbündels auf der Umlenkvorrichtung bedingt, wobei das Filamentbündel auf der Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite L einnimmt, welche die Formel:

$$L > (2 \times LZ \times \cos(B/2) \times v^{2,5}) / (10 \times c_{\text{cell}}^{0,5} \times Q)$$

erfüllt, wobei L, LZ, B, v,  $c_{\text{cell}}$  und Q die in Anspruch 1 gegebene Bedeutung haben, Q 15 oder kleiner ist und v mindestens 35 m/min ist.

3. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Q 12 oder kleiner, vorzugsweise 8 oder kleiner oder 5 oder kleiner ist und/oder dass Q 2 oder größer ist, vorzugsweise 3 oder größer oder 4, oder 5 oder größer, ins-

besondere bevorzugt wobei  $Q$  2 bis 15 oder mehr bevorzugt 4 bis 12 ist.

4. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Extrusionsöffnungen LZ 2000 oder mehr ist, vorzugsweise 5000 oder mehr oder 10000 oder mehr, und/oder dass LZ 500000 oder kleiner ist, vorzugsweise 100000 oder kleiner oder 50000 oder kleiner.

5. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkwinkel B ein Winkel von  $10^\circ$  bis  $90^\circ$  ist, vorzugsweise  $20^\circ$  bis  $60^\circ$  oder  $25^\circ$  bis  $45^\circ$ .

6. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abzugsgeschwindigkeit  $v$  36 m/min oder mehr ist, vorzugsweise 40 m/min oder mehr oder 45 m/min oder 50 m/min oder mehr, und/oder 200 m/min oder weniger oder 150 m/min oder weniger.

7. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Cellulosekonzentration des extrudierten Fluids  $c_{\text{cell}}$  4% bis 23%, vorzugsweise 6% bis 20%, insbesondere 8% bis 18% oder 10% bis 16%, ist (alle %-Angaben in Masse-%) und/oder wobei das extrudierte Fluid Cellulose, NMMO und Wasser oder Cellulose, ein organisches kationisches Lösungsmittel und Wasser enthält.

8. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Gasspalt ein Gasstrom eingeblasen bzw. in der Vorrichtung ein Gebläse hierfür vorgesehen ist, wobei vorzugsweise der Gasstrom eine Temperatur von  $5^\circ\text{C}$  bis  $65^\circ\text{C}$  hat, vorzugsweise von  $10^\circ\text{C}$  bis  $40^\circ\text{C}$ .

9. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrusionsöffnungen in länglicher Form angeordnet sind, vorzugsweise in Rechteckform, gekrümmter Form, Ring- oder Ringsegmentform, vorzugsweise wobei die längliche Form ein Verhältnis von Länge zu Breite von 100:1 bis 2:1, vorzugsweise von 60:1 bis 5:1 oder von 40:1 bis 10:1 hat.

10. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch die weiteren Schritte, dass Herausführen der koagulierten Filamente aus dem Koagulationsbad, Umlenkung der Filamente außerhalb des Koagulationsbades, mit oder ohne weiterer Bündelung mit anderen koagulierten Filamenten, Zuführung der Filamente auf ein Abzugswerk und/oder eine Verstreckvorrichtung, sowie Weiterführung zu einer Filamentaufnahmeeinheit, Waschen und Trocknen der Filamente, wobei vorzugsweise weitere Schritte optional vorgesehen sind: Avivierung, Färben, Vernetzen, Ultraschallbehandeln, Schneiden, und/oder Aufwickeln, jeweils der Filamente/Extrudate.

11. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrusionsöffnungen einen Durchmesser von 30  $\mu\text{m}$  bis 200  $\mu\text{m}$  haben, vorzugsweise von 50  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  oder von 60  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ .

12. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrusionsöffnungen auf einer Länge LL angeordnet sind und die Umlenkbreite L mindestens 80%, vorzugsweise mindestens 90%, der Länge LL ist.

13. Verfahren zur Herstellung von festen Cellulosefilamenten aus einem Fluid der Cellulose durch Extrudieren des Fluids durch mehrere Extrusionsöffnungen, wodurch fluide Filamente entstehen, vorzugsweise Passieren der fluiden Filamente durch einen Gasspalt und Verfestigen der Filamente in einem Koagulationsbad, wobei die Filamente im Koagulationsbad gebündelt und als Bündel umgelenkt werden um über dem Koagulationsbadniveau aus dem Koagulationsbad abgezogen zu werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrusionsöffnungen auf einer Länge LL angeordnet sind und das Bündel der Filamente auf einer Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite L einnimmt, welche mindestens 80% der Länge LL ist.

14. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach Anspruch 13, mit einer Extrusionsplatte mit mehreren Extrusionsöffnungen, einem Auffangbehälter für ein Koagulationsbad, vorzugsweise einem Gasspalt zwischen den Extrusionsöffnungen und dem Auffangbehälter, einer Umlenkvorrichtung im Auffangbehälter zum Umlenken

eines Filamentbündels aus dem Auffangbehälter, und einer Bündelungsvorrichtung, welche eine Umlenkbreite L des Filamentbündels auf der Umlenkvorrichtung bedingt, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrusionsöffnungen auf einer Länge LL angeordnet sind und das Bündel der Filamente auf der Umlenkvorrichtung eine Umlenkbreite L von mindestens 80% der Länge LL einnimmt.

15. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Bündel der Filamente auf einer Umlenkvorrichtung außerhalb des Koagulationsbades eine Umlenkbreite  $L_{\text{außen}}$  einnimmt, welche nach der Formel:

$$L_{\text{außen}} > (2 \times LZ \times \cos(B/2) \times v^{2,5}) / (10 \times c_{\text{cell}}^{0,5} \times Q)$$

gesteuert ist, wobei  $L_{\text{außen}}$  die Umlenkbreite des Bündels in mm, LZ die Anzahl der Extrusionsöffnungen, B der Umlenkwinkel berechnet aus  $180^\circ$  abzüglich des Umschlingungswinkels der Filamente um die Umlenkvorrichtung in Grad, v die Geschwindigkeit der Filamente in Meter pro Sekunde,  $c_{\text{cell}}$  die Cellulosekonzentration des extrudierten Fluids in Masse-% und Q eine dimensionslose Lastzahl ist, wobei Q 300 oder kleiner ist;

vorzugsweise zumindest bei einer ersten Umlenkung nach Austritt der Filamente aus dem Koagulationsbad und/oder zumindest bei einer Umlenkung in einem Abzugswerk.

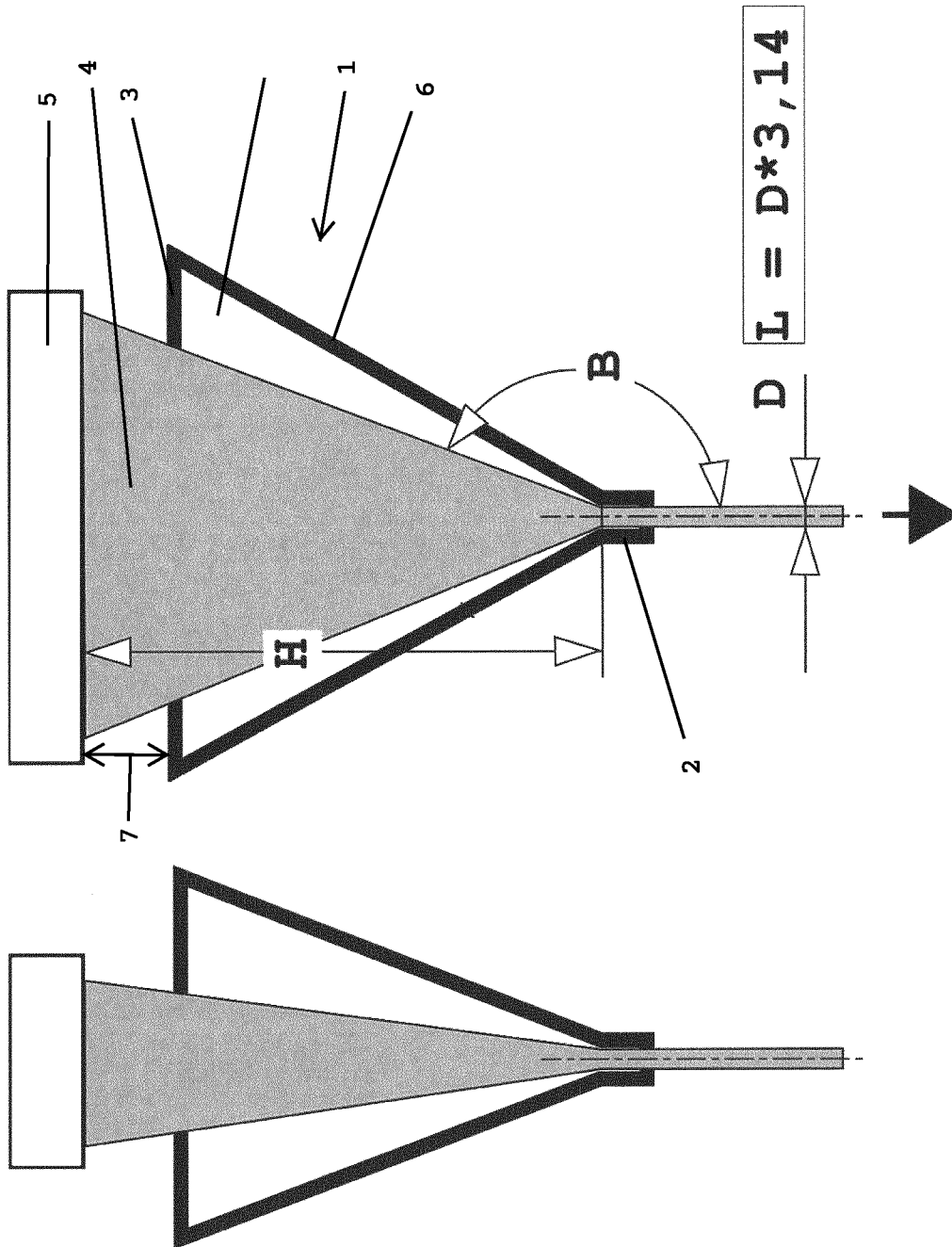


Fig. 1

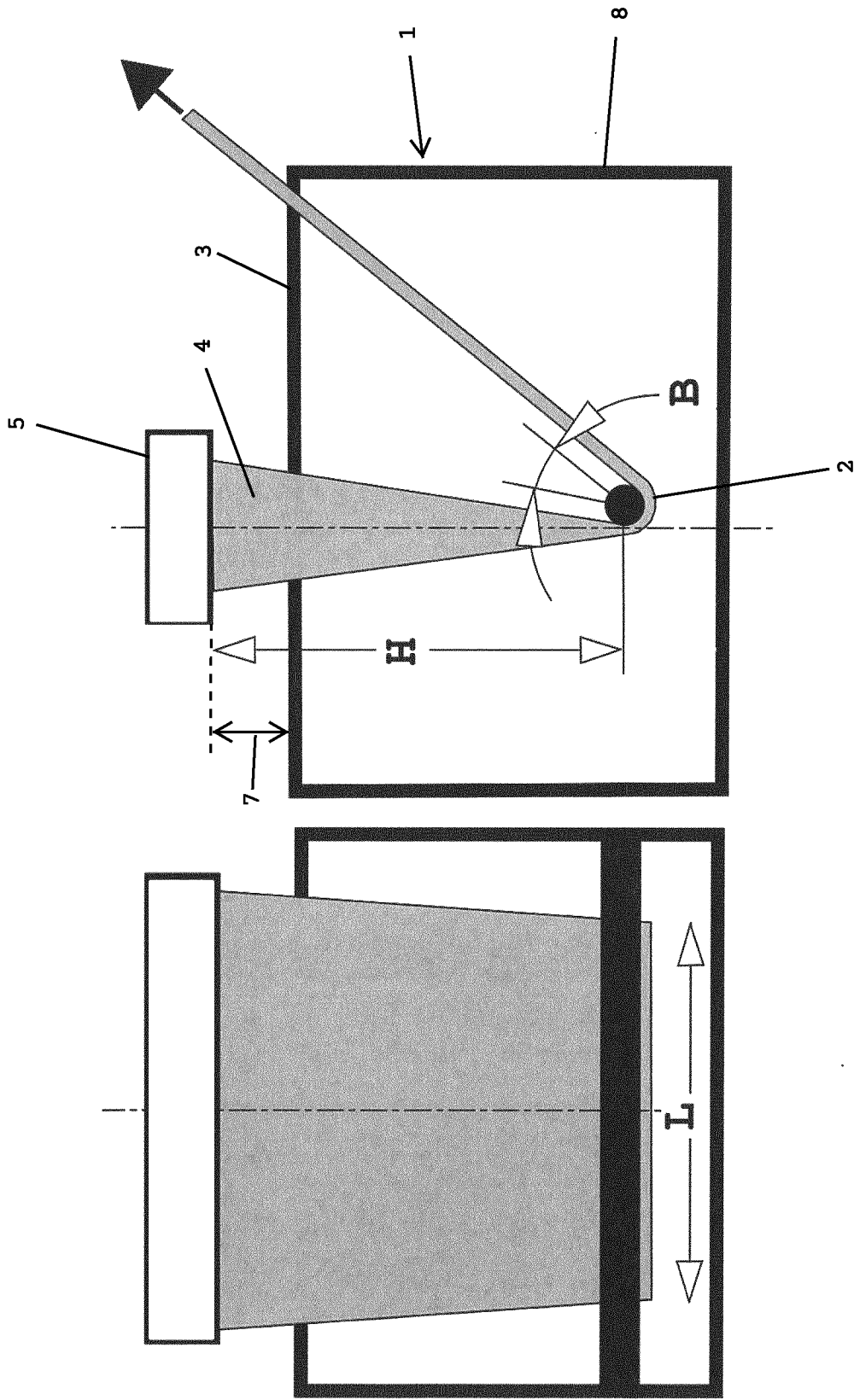


Fig. 2a

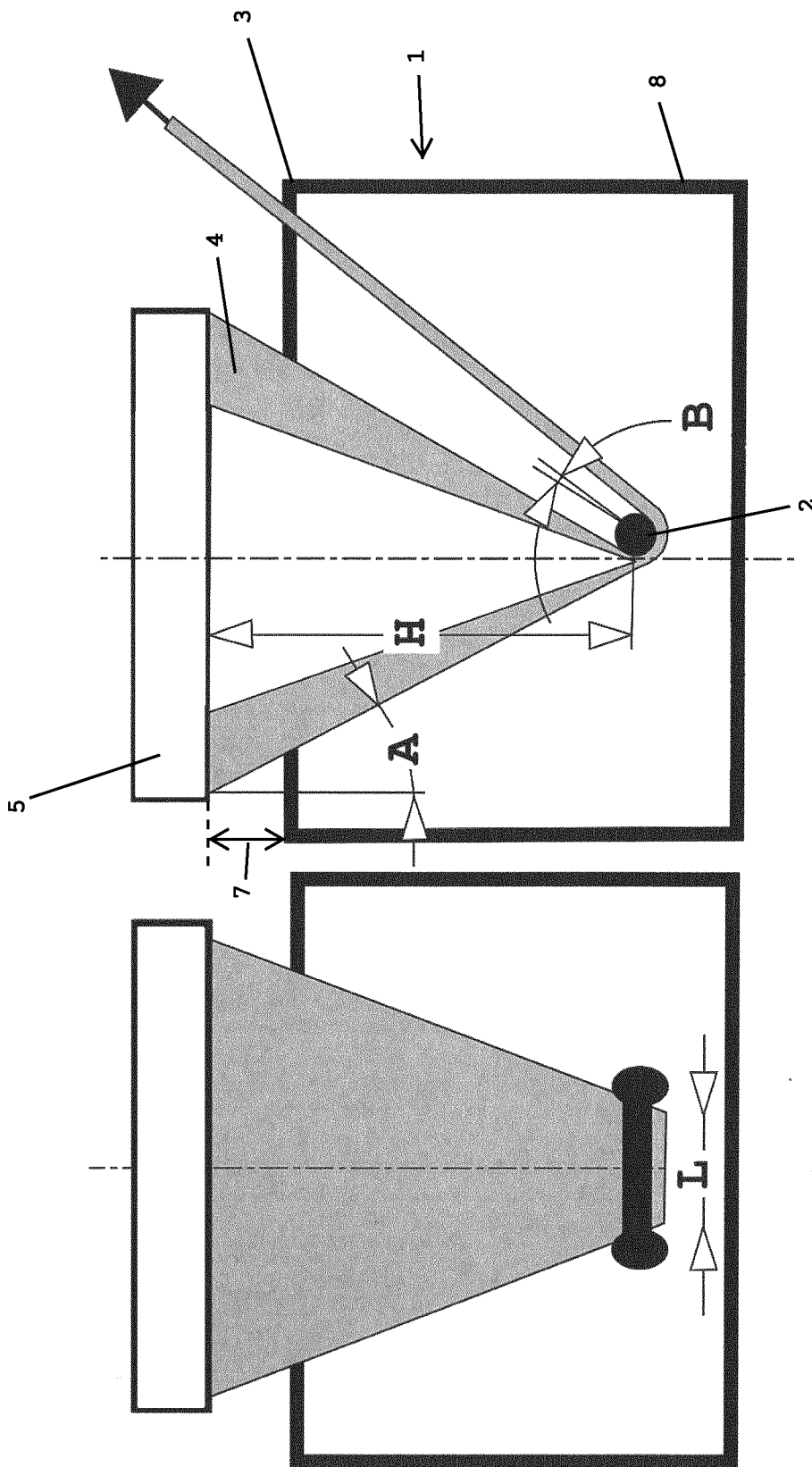


Fig. 2b



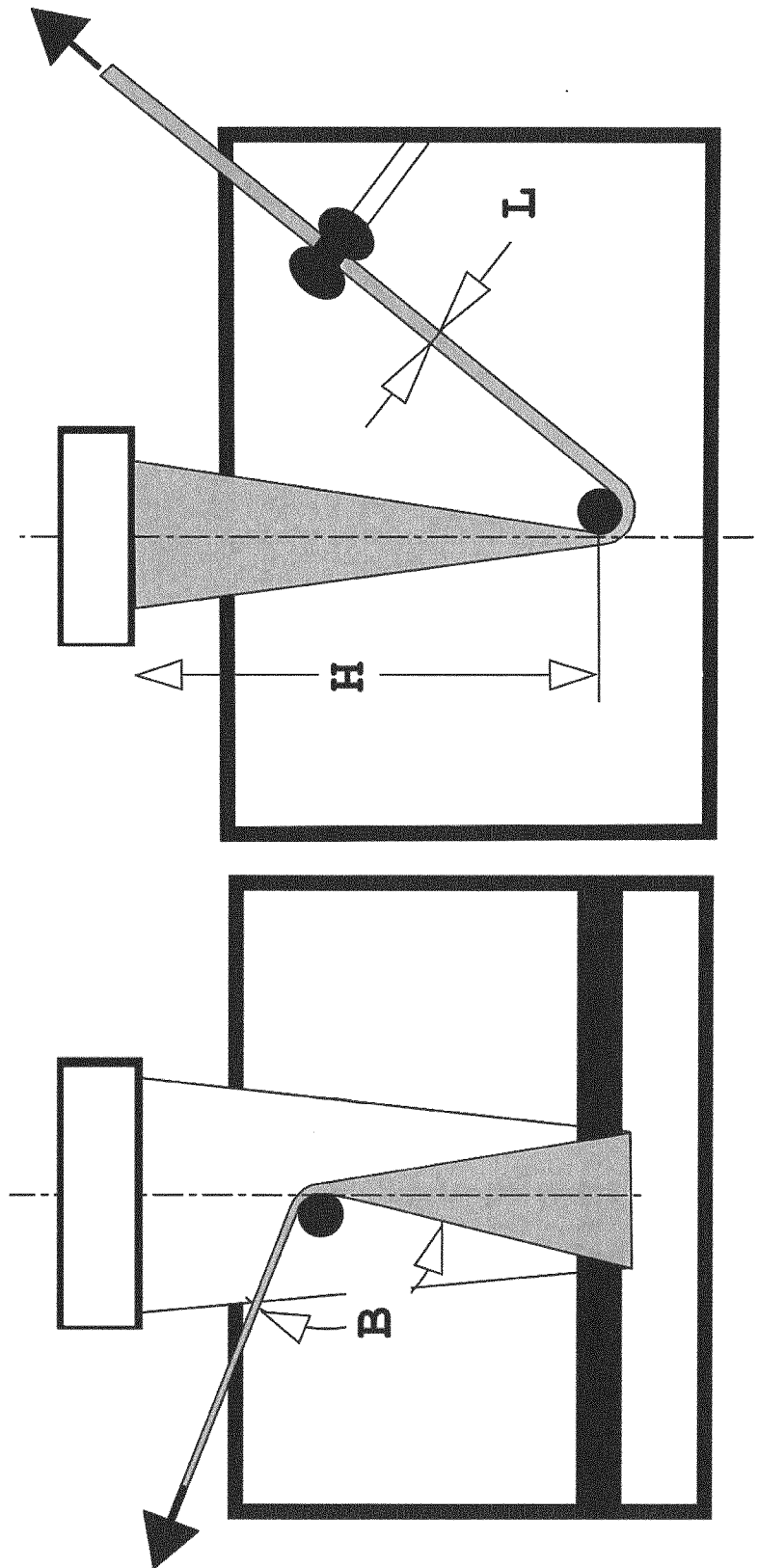


Fig. 3a

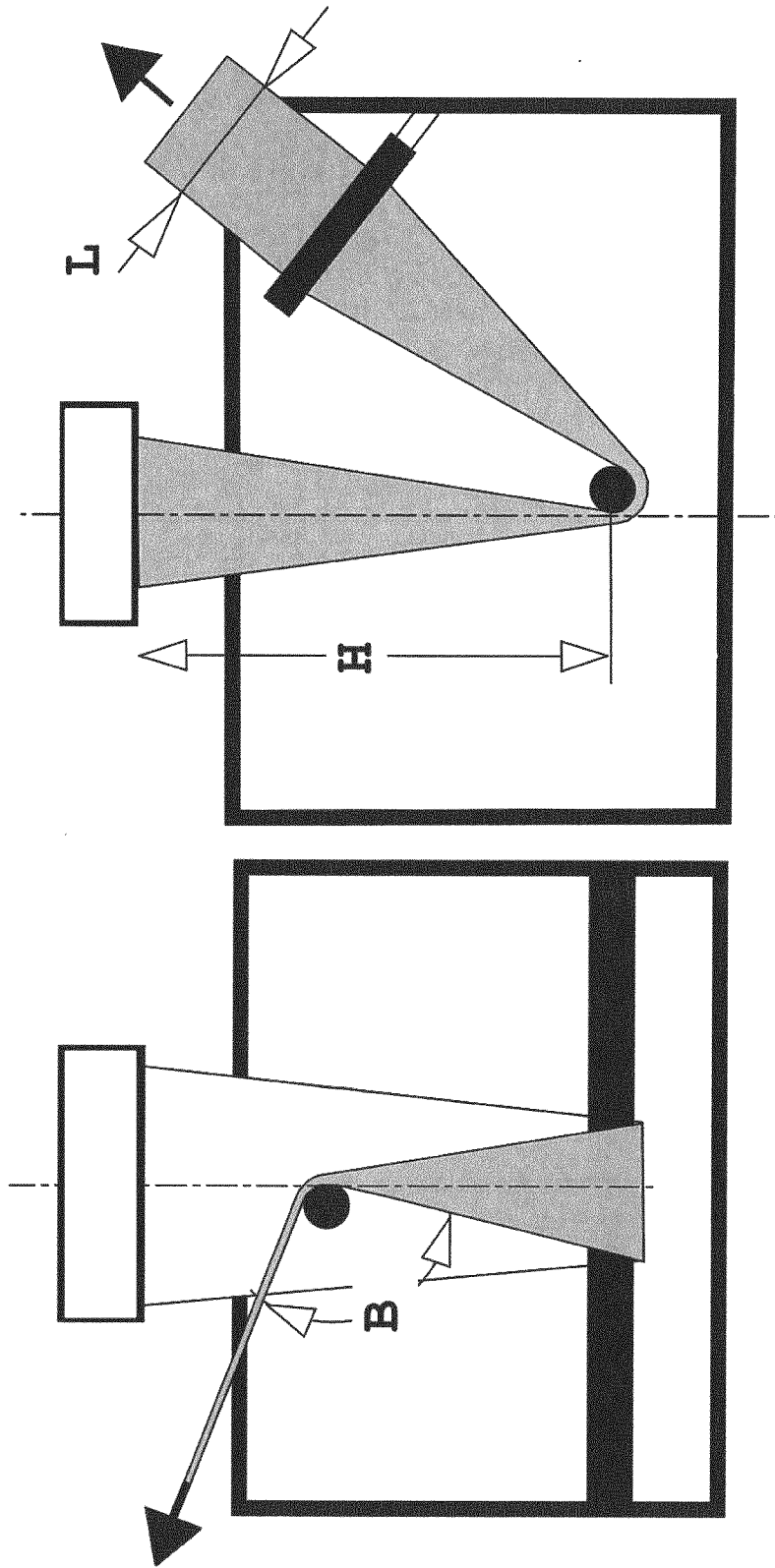


Fig. 3b

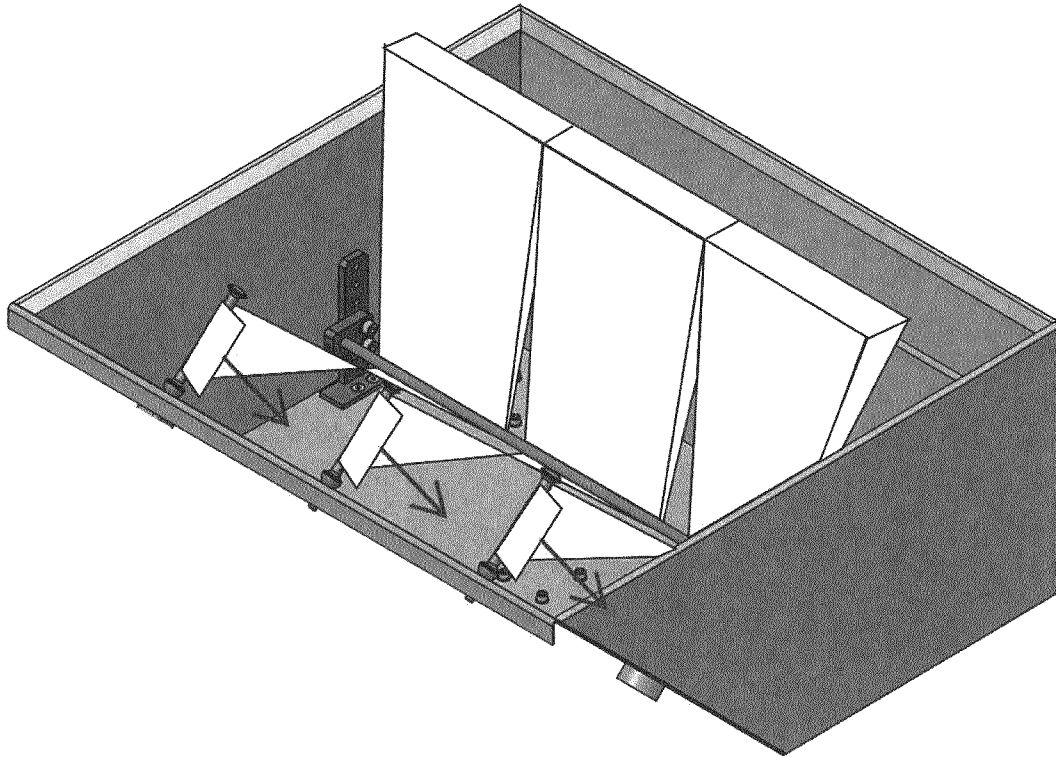


Fig. 3c

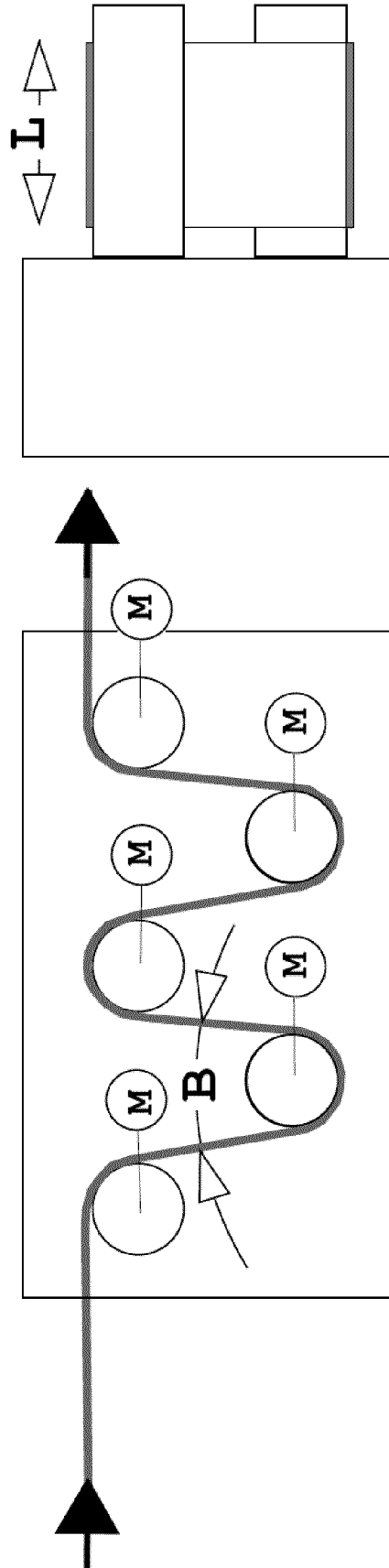


Fig. 4a

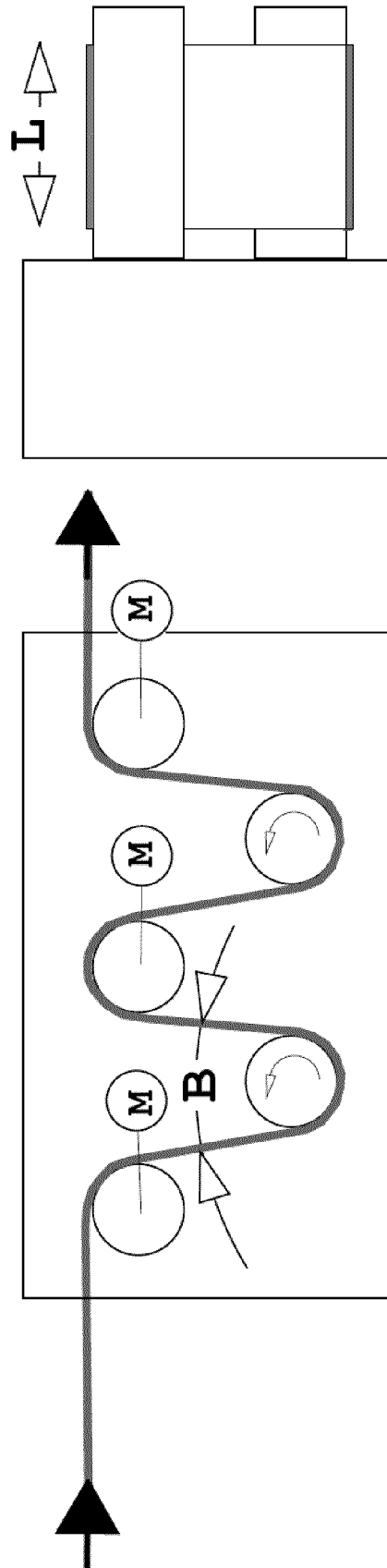


Fig. 4b

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/073163**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>D01D 5/06</i> (2006.01)i; <i>D01F 2/00</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) D01D; D01F  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 0212600 A1 (ZIMMER AG [DE]; ZIKELI STEFAN [AT]; ECKER FRIEDRICH [AT]) 14 February 2002 (2002-02-14) page 9, lines 8-21; claims 1,7,16,17; figures 1,2 page 11, line 31 - page 13, line 21	1-15
A	DE 10223268 A1 (ZIMMER AG [DE]) 16 January 2003 (2003-01-16) paragraphs [0003], [0015], [0028], [0046], [0048], [0049], [0051], [0057], [0065]; figures 1,8	1-15
A	DE 19581437 B4 (CHEMIEFASER LENZING AG [AT]) 29 April 2004 (2004-04-29) paragraphs [0016], [0017], [0018], [0031]; figure 1; example 1	1-15
A	KR 101401148 B1 (HYOSUNG CORP [KR]) 29 May 2014 (2014-05-29) paragraphs [0015], [0018] - [0024]; table 1	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>12 September 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>20 September 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Van Beurden-Hopkins</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/073163**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	0212600	A1	14 February 2002	AT	363555	T	15 June 2007
				AU	6737901	A	18 February 2002
				BR	0113142	A	10 June 2003
				CA	2417723	A1	14 February 2002
				CN	1418266	A	14 May 2003
				DE	10037922	A1	28 February 2002
				EP	1274886	A1	15 January 2003
				KR	20030028559	A	08 April 2003
				MY	128830	A	28 February 2007
				PL	365129	A1	27 December 2004
				TW	538149	B	21 June 2003
				US	2004021246	A1	05 February 2004
				WO	0212600	A1	14 February 2002
				ZA	200300801	B	22 January 2004
DE	10223268	A1	16 January 2003	AT	368139	T	15 August 2007
				AU	2003226683	A1	12 December 2003
				BR	0311294	A	22 February 2005
				CN	1656259	A	17 August 2005
				DE	10223268	A1	16 January 2003
				EP	1511886	A1	09 March 2005
				KR	20050016433	A	21 February 2005
				TW	I237071	B	01 August 2005
				US	2006055078	A1	16 March 2006
				WO	03100140	A1	04 December 2003
				ZA	200409443	B	28 June 2006
DE	19581437	B4	29 April 2004	AR	000362	A1	18 June 1997
				AT	166677	T	15 June 1998
				AT	178665	T	15 April 1999
				AT	222614	T	15 September 2002
				AU	695715	B2	20 August 1998
				AU	703733	B2	01 April 1999
				BG	61849	B1	31 July 1998
				BR	9506857	A	23 September 1997
				BR	9506858	A	23 September 1997
				CA	2183230	A1	27 June 1996
				CA	2183627	A1	04 July 1996
				CN	1145100	A	12 March 1997
				CN	1146218	A	26 March 1997
				CN	1309197	A	22 August 2001
				CO	4480065	A1	09 July 1997
				CR	5234	A	02 November 2001
				CZ	288127	B6	11 April 2001
				CZ	291490	B6	12 March 2003
				DE	19581437	B4	29 April 2004
				DE	19581437	D2	21 August 1997
				DE	19581487	D2	16 January 1997
				DE	59502340	D1	02 July 1998
				DE	59505595	D1	12 May 1999
				DE	59510336	D1	26 September 2002
				EP	0746641	A1	11 December 1996

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/073163**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		EP 0746642 A1	11 December 1996
		EP 0832995 A2	01 April 1998
		EP 0887444 A1	30 December 1998
		FI 963269 A	21 August 1996
		FI 963270 A	21 August 1996
		GB 2301060 A	27 November 1996
		GB 2301309 A	04 December 1996
		HK 1010401 A1	20 April 2000
		HR P950610 A2	30 June 1997
		HU 220328 B	28 December 2001
		IL 116292 A	14 July 1999
		JP H09509703 A	30 September 1997
		JP H09509704 A	30 September 1997
		KR 100430918 B1	19 July 2004
		MA 23749 A1	01 July 1996
		MY 115450 A	30 June 2003
		NO 310034 B1	07 May 2001
		NZ 295314 A	28 October 1998
		PE 4397 A1	19 February 1997
		PL 315840 A1	09 December 1996
		RO 114811 B1	30 July 1999
		RU 2132418 C1	27 June 1999
		SK 104496 A3	08 January 1997
		TN SN95134 A1	06 February 1996
		TR 199501659 A2	21 July 1996
		TW 293040 B	11 December 1996
		WO 9619598 A2	27 June 1996
		WO 9620300 A2	04 July 1996
		ZA 9510655 B	09 July 1996
KR	101401148	B1	29 May 2014
		NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. D01D5/06 D01F2/00  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 D01D D01F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/12600 A1 (ZIMMER AG [DE]; ZIKELI STEFAN [AT]; ECKER FRIEDRICH [AT]) 14. Februar 2002 (2002-02-14) Seite 9, Zeilen 8-21; Ansprüche 1,7,16,17; Abbildungen 1,2 Seite 11, Zeile 31 - Seite 13, Zeile 21 -----	1-15
A	DE 102 23 268 A1 (ZIMMER AG [DE]) 16. Januar 2003 (2003-01-16) Absätze [0003], [0015], [0028], [0046], [0048], [0049], [0051], [0057], [0065]; Abbildungen 1,8 -----	1-15
A	DE 195 81 437 B4 (CHEMIEFASER LENZING AG [AT]) 29. April 2004 (2004-04-29) Absätze [0016], [0017], [0018], [0031]; Abbildung 1; Beispiel 1 -----	1-15
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. September 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/09/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Beurden-Hopkins

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	KR 101 401 148 B1 (HYOSUNG CORP [KR]) 29. Mai 2014 (2014-05-29) Absätze [0015], [0018] - [0024]; Tabelle 1  -----	1-15

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/073163

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0212600	A1	14-02-2002	AT 363555 T 15-06-2007
			AU 6737901 A 18-02-2002
			BR 0113142 A 10-06-2003
			CA 2417723 A1 14-02-2002
			CN 1418266 A 14-05-2003
			DE 10037922 A1 28-02-2002
			EP 1274886 A1 15-01-2003
			KR 20030028559 A 08-04-2003
			MY 128830 A 28-02-2007
			PL 365129 A1 27-12-2004
			TW 538149 B 21-06-2003
			US 2004021246 A1 05-02-2004
			WO 0212600 A1 14-02-2002
ZA 200300801 B 22-01-2004			
DE 10223268	A1	16-01-2003	AT 368139 T 15-08-2007
			AU 2003226683 A1 12-12-2003
			BR 0311294 A 22-02-2005
			CN 1656259 A 17-08-2005
			DE 10223268 A1 16-01-2003
			EP 1511886 A1 09-03-2005
			KR 20050016433 A 21-02-2005
			TW I237071 B 01-08-2005
			US 2006055078 A1 16-03-2006
			WO 03100140 A1 04-12-2003
ZA 200409443 B 28-06-2006			
DE 19581437	B4	29-04-2004	AR 000362 A1 18-06-1997
			AT 166677 T 15-06-1998
			AT 178665 T 15-04-1999
			AT 222614 T 15-09-2002
			AU 695715 B2 20-08-1998
			AU 703733 B2 01-04-1999
			BG 61849 B1 31-07-1998
			BR 9506857 A 23-09-1997
			BR 9506858 A 23-09-1997
			CA 2183230 A1 27-06-1996
			CA 2183627 A1 04-07-1996
			CN 1145100 A 12-03-1997
			CN 1146218 A 26-03-1997
			CN 1309197 A 22-08-2001
			CO 4480065 A1 09-07-1997
			CR 5234 A 02-11-2001
			CZ 288127 B6 11-04-2001
			CZ 291490 B6 12-03-2003
			DE 19581437 B4 29-04-2004
			DE 19581437 D2 21-08-1997
			DE 19581487 D2 16-01-1997
			DE 59502340 D1 02-07-1998
			DE 59505595 D1 12-05-1999
			DE 59510336 D1 26-09-2002
			EP 0746641 A1 11-12-1996
			EP 0746642 A1 11-12-1996
			EP 0832995 A2 01-04-1998
			EP 0887444 A1 30-12-1998
			FI 963269 A 21-08-1996
			FI 963270 A 21-08-1996
			GB 2301060 A 27-11-1996

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/073163

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		GB 2301309 A	04-12-1996
		HK 1010401 A1	20-04-2000
		HR P950610 A2	30-06-1997
		HU 220328 B	28-12-2001
		IL 116292 A	14-07-1999
		JP H09509703 A	30-09-1997
		JP H09509704 A	30-09-1997
		KR 100430918 B1	19-07-2004
		MA 23749 A1	01-07-1996
		MY 115450 A	30-06-2003
		NO 310034 B1	07-05-2001
		NZ 295314 A	28-10-1998
		PE 4397 A1	19-02-1997
		PL 315840 A1	09-12-1996
		RO 114811 B1	30-07-1999
		RU 2132418 C1	27-06-1999
		SK 104496 A3	08-01-1997
		TN SN95134 A1	06-02-1996
		TR 199501659 A2	21-07-1996
		TW 293040 B	11-12-1996
		WO 9619598 A2	27-06-1996
		WO 9620300 A2	04-07-1996
		ZA 9510655 B	09-07-1996
-----			
KR 101401148	B1	29-05-2014	KEINE
-----			