

(19)



(11)

**EP 2 611 956 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.01.2015 Patentblatt 2015/03**

(51) Int Cl.:  
**D04H 1/736** <sup>(2012.01)</sup> **D01G 25/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**D04H 1/732** <sup>(2012.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11752176.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/064659**

(22) Anmeldetag: **25.08.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/028535 (08.03.2012 Gazette 2012/10)**

**(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TROCKENFORMEN EINER FASERBAHN**

METHOD AND DEVICE FOR THE DRY FORMING OF A FIBRE WEB

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE FORMATION À SEC D'UNE BANDE FIBREUSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **MÄHLMANN, Ingo**  
**25524 Itzehoe (DE)**
- **SOGAARD JENSEN, Rune**  
**DK-8700 Horsens (DK)**

(30) Priorität: **31.08.2010 DE 102010035944**

(74) Vertreter: **Neumann, Ditmar**  
**KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann**  
**Rößler Heine PartG mbB**  
**Postfach 10 33 63**  
**40024 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.07.2013 Patentblatt 2013/28**

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Textile GmbH & Co. KG**  
**42897 Remscheid (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-03/016605 WO-A1-2005/106091**  
**DE-A1- 2 149 892 US-A- 5 445 777**  
**US-A1- 2005 098 910**

(72) Erfinder:  
• **SCHWARZ, Olaf**  
**24536 Neumünster (DE)**

**EP 2 611 956 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trockenformen einer Faserbahn gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

**[0002]** Ein gattungsgemäßes Verfahren sowie eine gattungsgemäße Vorrichtung sind aus der WO 2004/106604 A1 bekannt.

**[0003]** Zur Herstellung von Faservliesen ist es bekannt, dass die Fasern mittels eines Luftstromes auf einem Ablageband zu einer Faserschicht abgelegt werden. Dieses in Fachkreisen üblicherweise als Airlaid bezeichnetes Verfahren basiert darauf, dass die Fasern oder Fasergemische mittels eines Formierungskopfes gleichmäßig verteilt auf die Oberfläche eines Ablagebandes gelegt werden. Die durch den Formierungskopf überdeckte Zone auf dem Ablageband wird üblicherweise als Formierungszone bezeichnet, in welcher die Fasern auf das Ablageband treffen. Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind beispielsweise in der WO 2004/106604 A1 beschrieben. Bei den bekannten Verfahren und der bekannten Vorrichtung wird eine Vielzahl von Fasern oder Fasergemischen mittels eines Luftstromes einem Formierungskopf zugeführt. Innerhalb des Formierungskopfes sind Mittel vorgesehen, um die Fasern zu vermischen und zu verteilen. An der Unterseite des Formierungskopfes ist ein Formierungsauslass ausgebildet, der üblicherweise mit kurzem Abstand oberhalb des Ablagebandes angeordnet ist. Hierbei bildet sich zwischen dem Formierungskopf und dem Ablageband ein Freiraum, der zur Führung eines aus dem Formierungsauslass austretenden Faserstromes dient. Die Ablage der Fasern auf dem Ablageband wird durch eine Absaugeinrichtung unterstützt, die die Luft des Faserstromes aufnimmt und abführt. Die sich an der Oberfläche des Ablagebandes bildende Faserschicht wird über das Ablageband kontinuierlich aus der Formierungszone herausgeführt, so dass eine Faserschicht entsteht, die anschließend einer Weiterbehandlung beispielsweise einer Verfestigung zugeführt wird.

**[0004]** Je nach Fasertyp und Fasergröße können bei derartigen Verfahren Unregelmäßigkeiten in der Ablage der Fasern auftreten, die als sogenannte Wolkenbildung (Beaching) bezeichnet wird. Derartige Unregelmäßigkeiten in der Faserverteilung sind im wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die Verteilung und Ablage der Fasern durch Sekundärluftströme aus der Umgebung beeinflusst werden, die über die Absaugeinrichtung aus der Umgebung in die Formierungszone eingesogen werden.

**[0005]** Um derartige Unregelmäßigkeiten in der Ablage der Fasern zu eliminieren, ist beispielsweise aus der WO 2006/13 1122 A1 bekannt, die Saugströmung der Absaugeinrichtung in Teilbereichen der Formierungszone zu beeinflussen. Bei den bekannten Verfahren und der bekannten Vorrichtung ist hierzu auf einer Einlaufseite der Formierungszone der Absaugeinrichtung ein

Leitblech zugeordnet, das unterhalb des Ablagebandes den Saugstrom beeinflusst. Damit sollen insbesondere Luftturbulenzen auf der Einlaufseite der Formierungszone vermieden werden, die durch angesaugte Sekundärluft aus der Umgebung entstehen. Hieraus resultieren jedoch unterschiedliche Saugströmungen in der Formierungszone, die sich zu unterschiedlichen Ablageverhalten der Fasern innerhalb der Formierungszone führen.

**[0006]** Auch andere Systeme, wie beispielsweise aus der WO 2003/016622 A1 bekannt, konnten das Phänomen der Wolkenbildung nicht ausschließen. Hierbei sind dem Formierungskopf an der Einlaufseite und der Auslaufseite jeweils Dichtwalzen zugeordnet, die an der Oberfläche des Ablagebandes bzw. an der Oberfläche der Faserschicht anliegen. Damit lässt sich zwar ein Einstromen in der Sekundärluft aus der Umgebung weitgehend vermeiden. Hierbei ist jedoch von Nachteil, dass die Faserschicht an der Oberfläche des Ablagebandes unmittelbar auf der Auslaufseite durch die dort angeordnete Dichtungswalze verdichtet wird.

**[0007]** Aus der WO 2005/106091 A1 ist ein Verfahren zum Trockenformen einer Faserbahn bekannt, bei dem eine Vielzahl von Fasern über eine oder mehrere Faserzuführungen einem Faseraufbereitungsraum zugeführt werden. In dem Faseraufbereitungsraum sind Nadelwalzen angeordnet, die die Fasern durch den Faseraufbereitungsraum transportieren. Die Fasern verlassen den Faseraufbereitungsraum durch ein zylinderartig gewölbtes Sieb.

**[0008]** Die WO 03/016605 A1 offenbart ein Verfahren zum Trockenformen einer Faserbahn, bei dem Fasern auf einem Ablageband abgelegt werden. Hierzu befindet sich oberhalb des Ablagebandes ein Faseraufbereitungsraum, in dem eine Mehrzahl von V-förmig angeordneten Nadelwalzen befestigt sind. Über diese Nadelwalzen werden die Fasern dem Ablageband zugeführt.

**[0009]** Weiterhin geht aus der DE 21 49 892 A1 ein Verfahren zum Verteilen trockener Fasern auf einer gasdurchlässigen Siebfläche hervor, wobei an einer Unterseite der Siebfläche ein Unterdruck vorherrscht. Bei diesem Verfahren werden Fasern durch einen in einem senkrechten Schacht aufsteigenden Gasstrom erfasst und in eine Verteilungskammer oberhalb der gasdurchlässigen Siebfläche gefordert. Zudem wird in einer im Wesentlichen horizontalen Richtung quer über dem senkrechten Schacht ein zweiter Gasstrom eingeleitet, der den faserführenden Gasstrom bei der Ablenkung hin zur Verteilungskammer unterstützt, so dass die Fasern auf wurfbahnartigen Wegen durch die Verteilungskammer in Richtung der Siebfläche fallen.

**[0010]** Es ist somit Aufgabe der Erfindung ein gattungsgemäßes Verfahren sowie eine gattungsgemäße Vorrichtung zum Trockenformen einer Faserbahn zu schaffen, mit welcher eine hohe Gleichmäßigkeit der Faserverteilung innerhalb der Faserschicht erreicht werden kann.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1 und

durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 6 gelöst.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Merkmalen und Merkmalskombinationen der jeweiligen Unteransprüche definiert.

**[0013]** Die Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Ablage der Fasern durch einen quer zu einem Ablageband gerichteten Faserstrom wesentlich durch die Umorientierung der Fasern aus einer im wesentlichen vertikalen Bewegung in eine durch das Ablageband definierten Horizontalbewegung beeinflusst wird. So wurde festgestellt, dass die Verweilzeit der Fasern bis zum Auftreffen auf das Ablageband einen Einfluss bei der Ausbildung der Faserschicht hat. Insoweit konnte die Ablage der Fasern und der Aufbau der Faserschicht vorteilhaft dadurch verbessert werden, dass die Fasern des Faserstromes innerhalb der Formierungszone den Freiraum mit unterschiedlich langen Freistrecken durchlaufen. So konnten Zonen realisiert werden, in welchen durch lange Freistrecken die Fasern größere Freiheiten für die Umorientierung hatten.

**[0014]** Der Freiraum der Formierungszone ist auf der Einlaufseite zur Führung der Fasern zu der Umgebung offen gehalten. Damit lässt sich gezielt ein Sekundärluftstrom erzeugen, der in Richtung des Materialflusses des Ablagebandes wirkt. Damit können vorteilhafte Vororientierungen an dem Faserstrom in Richtung des Materialflusses erzeugt werden.

**[0015]** Besonders vorteilhaft ist die Verfahrensvariante, bei welcher die Fasern des auf einer Einlaufseite der Formierungszone erzeugten Faserstromes eine längere Freistrecke durchlaufen als die Fasern des auf einer Auslaufseite der Formierungszone erzeugten Faserstromes. Durch den dadurch verursachten größeren Abstand zwischen dem Formierungskopf und dem Ablageband auf der Einlaufseite können zudem Turbulenzeffekte durch einströmende Sekundärluft vermieden werden. Im Gegenteil lässt sich die Sekundärluft unterstützend zur Umorientierung und Ablage der Fasern nutzen.

**[0016]** Um eine gleichmäßige Veränderung der Freistrecken innerhalb der Formierungszone zu erhalten, ist die Verfahrensvariante bevorzugt verwendet, bei welcher der Faserstrom durch einen gegenüber dem Ablageband geneigten Formierungskopf erzeugt wird, wobei die Freistrecken der Fasern innerhalb des Freiraumes sich zwischen der Einlaufseite und der Auslaufseite stetig ändern. Damit lässt sich vorteilhaft das zur Aufnahme und Ausbildung der Faserschicht horizontal ausgerichtete Ablageband nutzen, so dass eine Umverteilung der Fasern in der Faserschicht während des Transportes auf einem geneigten Ablageband nicht eintreten kann.

**[0017]** Um Gegeneffekte durch andere Sekundärluftströme innerhalb der Formierungszone zu unterbinden, ist die Verfahrensvariante besonders vorteilhaft, bei welcher der Freiraum der Formierungszone auf der Auslaufseite zur Führung der Fasern durch zumindest ein Abschirmmittel gegenüber einer Umgebung abgeschirmt wird.

**[0018]** Um über die gesamte Breite des Ablagebandes eine gleichmäßige Faserlage erzeugen zu können, ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass der Freiraum der Formierungszone zwischen der Einlaufseite und der Auslaufseite zur Führung der Fasern zu der Umgebung geschlossen gehalten ist. So lassen sich an den Längsseiten des Ablagebandes eintretende Sekundärluftströme völlig vermeiden.

**[0019]** Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Formierungskopf und das Ablageband in einer nicht parallelen Anordnung gehalten, so dass der Freiraum durch unterschiedliche Abstände zwischen dem Ablageband und dem Formierungsauslass des Formierungskopfes gebildet ist.

**[0020]** Hierbei ist die Anordnung des Formierungskopfes und des Ablagebandes bevorzugt derart ausgebildet, dass der Abstand zwischen dem Ablageband und dem Formierungsauslass des Formierungskopfes auf einer Einlaufseite der Formierungszone größer ist als der Abstand zwischen dem Ablageband und dem Formierungsauslass des Formierungskopfes auf einer Auslaufseite der Formierungszone. Darüber wird die zur Umorientierung größere Freistrecke im Einlaufbereich der Formierungszone realisiert.

**[0021]** Der Formierungskopf wird bevorzugt gegenüber dem Ablageband in einer schiefen Ebene gehalten, so dass sich der Abstand zwischen dem Ablageband und dem Formierungsauslass des Formierungskopfes von der Einlaufseite bis zur Auslaufseite der Formierungszone stetig ändert. Damit ist eine kontinuierliche Verkleinerung der Freistrecke in Richtung des Materialflusses des Ablagebandes erreichbar. So lässt sich auch vorteilhaft die aufgrund der bereits gebildeten Faserlagen reduzierte Saugwirkung zur Auslaufseite der Formierungszone hin kompensieren. Die Fasern können mit im Wesentlichen gleicher kinetischer Energie an der Oberfläche des Ablagebandes oder der Faserschicht aufgenommen werden.

**[0022]** Um in Abhängigkeit von den Fasern und Faser gemischen jeweils eine zur Bildung der Faserschicht optimierte Einstellung der Freistrecken in der Formierungszone zu erhalten, ist der Formierungskopf vorteilhaft durch eine verstellbare Halterung gehalten, wodurch der Grad und/oder die Höhe der schiefen Ebene des Formierungskopfes einstellbar ist.

**[0023]** Um dem Eintritt von Sekundärluft auf der Auslaufseite möglichst zu unterbinden, sind zwei alternative Vorrichtungsvarianten der erfindungsgemäßen Vorrichtung einsetzbar. Bei einer ersten Variante ist zumindest ein Abschirmmittel an der Auslaufseite des Formierungskopfes angeordnet, durch welches der Freiraum gegenüber einer Umgebung abschirmbar ist. Derartige Abschirmmittel werden bevorzugt durch angetriebene Dichtwalzen gebildet, die mit Kontakt zu einer Faserschicht auf dem Ablageband gehalten sind. Diese Variante ist jedoch nur dann geeignet, wenn eine Vorverdich-

tung der Faserschicht an der Oberfläche des Ablagebandes für den Weiteren Prozess unschädlich ist.

**[0024]** Für empfindliche Faserschichten ist die Vorrichtungsvorrichtung bevorzugt ausgeführt, bei welcher auf der Auslaufseite der Formierungszone eine Auslauföffnung zwischen dem Formierungskopf und dem Ablageband gebildet ist. Derartige Auslauföffnungen werden bevorzugt mit kleiner Spalthöhe ausgeführt, die je nach Dicke der Faserschicht im Bereich von 4 mm bis 20 mm liegen können.

**[0025]** Um den für die Umorientierung förderlichen Sekundärstrom der Umgebungsluft nutzen zu können, ist die erfindungsgemäße Vorrichtung bevorzugt derart ausgebildet, dass auf der Einlaufseite der Formierungszone eine Einlauföffnung zwischen dem Formierungskopf und dem Ablageband gebildet ist.

**[0026]** Hierbei wird die Einlauföffnung vorzugsweise mit einer Spalthöhe ausgebildet, die im Bereich von 40 mm bis 400 mm liegt. Damit können vorzugsweise laminare Sekundärströmungen der Umgebungsluft in die Formierungszone eingeleitet werden.

**[0027]** Die Randbereiche der Formierungszone sind vorzugsweise gemäß der vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung abgedichtet, wobei der Freiraum zu beiden Längsseiten des Ablagebandes gegenüber der Umgebung durch Dichtmittel zwischen dem Formierungskopf und dem Ablageband gedichtet ist. Somit lässt sich über die gesamte Breite des Ablagebandes eine gleichmäßige Faserschicht erzeugen.

**[0028]** Der Faserstrom wird bevorzugt an dem Formierungsauslass des Formierungskopfes durch ein Siebblech oder gespanntes Siebgewebe erzeugt, das eine vergleichmäßigte Verteilung der Fasern über die gesamte Formierungszone ermöglicht.

**[0029]** Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zur Ablage jeglicher Fasern und Fasergemischen geeignet. So lassen sich synthetische oder natürliche Fasern oder Gemische aus synthetischen und natürlichen Fasern zu Faserlagen ablegen. Durch die hohe Gleichmäßigkeit der erzeugten Faserlage können dabei bevorzugt auch feinste Teile wie beispielsweise ein Pulver vorteilhaft in dem Gemisch integriert sein.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand einiger Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Bezug auf die beigefügten Figuren nachfolgend näher erläutert.

**[0031]** Es stellen dar:

Fig. 1 schematisch eine Querschnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 2 schematisch eine Querschnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

**[0032]** In Fig. 1 ist schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Das Ausführungsbeispiel zeigt eine Mischkammer 1, die über einen Faserzulauf 2 mit einer hier nicht dargestellten Faserzuführung verbunden ist. Der Faserzulauf 2 kann ein oder mehrere Anschlüsse beinhalten, um ein oder mehrere Fasern oder Fasergemische mittels eines Luftstromes der Mischkammer 1 zuzuführen. Die Mischkammer 1 ist an einer Unterseite mit einem Formierungskopf 3 verbunden. Der Formierungskopf 3 weist mehrere hier nicht näher dargestellte Mittel auf, um die Faser oder Fasergemische zu verteilen und gleichmäßig über einen an der Unterseite ausgebildeten Formierungsauslass 4 als Faserstrom abzuführen. Der Formierungsauslass 4 weist vorzugsweise ein Siebblech 5 auf. Dabei erfolgt die Verteilung innerhalb des Formierungskopfes bevorzugt über mehrere angetriebene Flügel, wie beispielsweise aus der WO 2004 /106604 bekannt. Insoweit wird an dieser Stelle auf die zuvor genannte Druckschrift Bezug genommen.

**[0033]** Der Formierungskopf 3 ist oberhalb eines Ablagebandes 8 in einer schiefen Ebene 21 angeordnet. Das Ablageband 8 ist im Wesentlichen horizontal ausgerichtet, so dass sich auf einer Einlaufseite 10 ein größerer Abstand zwischen dem Formierungskopf 3 und dem Ablageband 8 einstellt, als auf der gegenüberliegenden Auslaufseite 11. Der Abstand auf der Einlaufseite 10 ist mit dem Kennbuchstaben  $S_E$  gekennzeichnet. Demgegenüber ist der Abstand zwischen dem Formierungsauslass 4 und dem Ablageband 8 mit dem Kennbuchstaben  $S_A$  eingetragen.

**[0034]** Die Lage des Formierungskopfes 3 bzw. die Lage der schiefen Ebene 21 lässt sich über eine Halterung 19 des Formierungskopfes 3 einstellen. Die Halterung 19 ist in diesem Ausführungsbeispiel beispielhaft durch zwei Aktoren 20.1 und 20.2 gebildet, die jeweils an einen Tragarm 22.1 und 22.2 angreifen, die fest mit dem Formierungskopf 3 verbunden sind. So lässt sich durch eine parallele Aktivierung der Aktoren 20.1 und 20.2 die Höhe des Formierungskopfes relativ zum Ablageband 8 und damit die Höhe der schiefen Ebene 21 einstellen. Durch einseitige Aktivierung des Aktors 20.1 oder 20.2 lässt sich die Winkellage des Formierungskopfes 3 und damit der Grad der schiefen Ebene 21 relativ zum Ablageband 8 einstellen. In jedem Fall tritt eine Veränderung der Abstände zwischen dem Formierungsauslass 4 und dem Ablageband 8 ein.

**[0035]** Das Ablageband 8 ist gasdurchlässig und wird über mehrere Führungswalzen 9 kontinuierlich in eine Materialförderrichtung geführt, die durch einen Doppelpfeil gekennzeichnet ist. Insoweit durchläuft das Ablageband 8 kontinuierlich die Formierungszone 6 von der Einlaufseite 10 bis hin zur Auslaufseite 11. Dabei werden die Fasern an der Oberfläche des Ablagebandes 8 zu einer Faserschicht 23 abgelegt.

**[0036]** Unterhalb des Ablagebandes ist eine Absaugeinrichtung 16 angeordnet, die über einen Saugkanal 17

mit einer hier nicht dargestellten Unterdruckquelle verbunden ist.

**[0037]** Der Formierungsauslass 4 des Formierungskopfes 3 ist in diesem Fall rechteckig ausgebildet, so dass sich oberhalb des Ablagebandes 8 eine im Wesentlichen rechteckige Formierungszone 6 ausbildet. Der Freiraum 7 der Formierungszone 6 ist in diesem Ausführungsbeispiel nur über eine Einlauföffnung 14 auf der Einlaufseite 10 mit einer Umgebung verbunden. Auf der gegenüber liegenden Auslaufseite 11 ist die zwischen dem Formierungskopf 3 und dem Ablageband 8 ein Abschirmmittel 12 in Form einer Dichtwalze 13 angeordnet. Hierüber lässt sich das Einsaugen einer Sekundärluft aus der Umgebung vermeiden. Darüber hinaus sind im Bereich der Längsseiten des Formierungskopfes 3 jeweils zwei gegenüber liegende Trennbleche 15 vorgesehen, die den Freiraum 7 der Formierungszone 6 zu beiden Längsseiten des Ablagebandes 8 hin gegenüber der Umgebung abdichten.

**[0038]** Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird beispielsweise ein synthetische Faser mit einem Pulver gemeinsam über einen Luftstrom der Mischkammer 1 zugeführt. Innerhalb der Mischkammer 1 können statische oder dynamische Mittel ausgebildet sein, die eine Vorvermischung der Fasern ausführen. Anschließend wird das Gemisch aus Faser und Pulver über den Luftstrom in den Formierungskopf 3 geführt. Innerhalb des Formierungskopfes 3 erfolgt über die Verteilmittel eine Verteilung des Faser- und Pulvergemisches, der anschließend über den Formierungsauslass 4 als ein Faserstrom in den Freiraum 7 geführt wird. Innerhalb der Formierungszone 6 wird über die Absaugeinrichtung 16 ein ständig wirkender Saugstrom erzeugt, der einerseits die in dem Freiraum 7 eintretenden Fasern erfasst und andererseits einen an der Einlaufseite 10 Sekundärluftstrom aus der Umgebung erzeugen. Bei der Führung der Fasern innerhalb des Freiraumes 7 durchlaufen die Fasern des Faserstromes im Bereich der Einlaufseite 10 eine längere Freistrecke bis zu Ablage auf dem Ablageband 8. Demgegenüber werden die Fasern auf der gegenüber liegenden Auslaufseite 11 auf einer kürzeren Freistrecke geführt. Damit erhalten die im Bereich der Einlaufseite 10 geführten Fasern eine höhere Verweilzeit, um den Übergang von einer vertikal gerichteten Bewegung in eine horizontal gerichtete Bewegung auszuführen. So lassen sich die Fasern durch Einfluss eines Sekundärluftstromes auf der Einlaufseite bereits mit einer leichten Vororientierung in Materialflussrichtung ablegen. Dies stellt sich insbesondere bei der Bildung einer gleichmäßigen Faserschicht 23 als besonders vorteilhaft heraus.

**[0039]** Je nach Fasertyp und Fasergemischen hat sich gezeigt, dass der Abstand  $S_E$  auf der Einlaufseite 10 zur Bildung der Einlauföffnung 14 in einen Bereich von 40 mm bis 400 mm liegen sollte. Zu kleine Abstände zwischen dem Formierungskopf 3 und dem Ablageband 8 haben zum Nachteil, dass die eingesogene Sekundärluft zu starken Turbulenzen führt. Zu große Abstände zwi-

schen dem Formierungskopf 3 und dem Ablageband 8 auf der Einlaufseite 10 vermindern zunehmend den Einfluss der Sekundärluft, so dass diese ebenfalls vermieden werden sollte.

**[0040]** Auf der gegenüber liegenden Auslaufseite 11 des Formierungskopfes 3 wird das Einsaugen einer Sekundärluft durch die Dichtwalze 13 vermieden. Insoweit bleibt in der Formierungszone 6 nur der Einfluss der über die Einlassöffnung 14 zugelassenen Sekundärluft, die gezielt zur Verbesserung der Faserlagen einsetzbar ist.

**[0041]** Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sind somit besonders geeignet, um eine hohe Gleichmäßigkeit bei der Erzeugung von Faserschichten zu erreichen, die aus eine Vielzahl einzelner endlicher Faserstücke gebildet sind. Hierbei können synthetische oder natürliche oder Gemische von synthetischen und natürlichen Fasern gelegt werden.

**[0042]** In Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist im Wesentlichen identisch zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, so dass an dieser Stelle nur die Unterschiede erläutert werden und ansonsten Bezug zu der vorgenannten Beschreibung genommen wird.

**[0043]** Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Formierungskopf 3 gegenüber dem Ablageband 8 ebenfalls in einer schiefen Ebene 21 gehalten, so dass sich auf der Einlaufseite 10 ein größerer Abstand zwischen dem Formierungsauslass 4 und dem Ablageband 8 ergibt, als gegenüber der Auslaufseite 11. Der Abstand auf der Einlaufseite ist mit dem Kennbuchstaben  $S_E$  und auf der Auslaufseite 11 mit dem Kennbuchstaben  $S_A$  eingetragen. Hierbei ist auf der Auslassseite 11 zwischen dem Formierungskopf 3 und dem Ablageband 8 eine Auslassöffnung 18 gebildet, die den Freiraum 7 der Formierungszone 6 der Umgebung verbindet. Ebenso ist auf der gegenüber liegenden Einlaufseite 10 eine offene Einlassöffnung 14 gezeigt, die ebenfalls mit der Umgebung verbunden ist. Durch die geneigte Anordnung des Formierungskopfes 3 weist die Auslassöffnung 18 jedoch eine wesentlich geringere Spalthöhe auf, als die gegenüber liegende Einlauföffnung 14. So ist je nach Faser und Fasertyp die Auslassöffnung 18 derart ausgebildet, dass sich zwischen dem Formierungsauslass 4 und dem Ablageband 8 ein Abstand in der Größenordnung von 4 mm bis 20 mm einstellt. Die Spalthöhe der Auslassöffnung 18 richtet sich dabei im Wesentlichen nach der Dicke der Faserlage, die an der Oberfläche des Ablagebandes erzeugt wird.

**[0044]** Zur Einstellung der Einlassöffnung 14 sowie der Auslassöffnung 18 ist der Formierungskopf 3 ebenfalls über eine verstellbare Halterung 19 justierbar. Die Halterung 19 ist hierbei identisch zu dem vorgenannten Ausführungsbeispiel ausgeführt, so dass an dieser Stelle keine weitere Erläuterung dazu erfolgt.

**[0045]** Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbei-

spiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Formierungszone und damit der Freiraum 7 nur durch an den Längsseiten angeordnete Trennbleche 15 von der Umgebung abgeschirmt. Sowohl auf der Einlaufseite 10 als auch auf der Auslaufseite 11 sind keine zusätzlichen Abschirmmittel vorgesehen.

**[0046]** Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiele werden die Fasern innerhalb des Faserstromes ebenfalls in unterschiedlich langen Freistrecken innerhalb des Freiraumes geführt, so dass insbesondere die Verweilzeiten zum Durchlaufen der Freistrecken im Einlaufbereich der Formierungszone größer ist als im Auslaufbereich. Hierbei können insoweit die Sekundärlufteffekte mitgenutzt werden, um eine günstige Umorientierung der Bewegungsabläufe in einzelnen Fasern zu erhalten. Durch den engen Spalt an der Auslaufseite lässt sich die eingesaugte Sekundärluft minimieren, so dass unerwünschte Störeffekte vermieden werden.

Bezugszeichenliste

**[0047]**

|            |                    |
|------------|--------------------|
| 1          | Mischkammer        |
| 2          | Faserzulauf        |
| 3          | Formierungskopf    |
| 4          | Formierungsauslass |
| 5          | Siebblech          |
| 6          | Formierungszone    |
| 7          | Freiraum           |
| 8          | Ablageband         |
| 9          | Führungswalzen     |
| 10         | Einlaufseite       |
| 11         | Auslaufseite       |
| 12         | Abschirmmittel     |
| 13         | Dichtwalze         |
| 14         | Einlauföffnung     |
| 15         | Trennblech         |
| 16         | Absaugeinrichtung  |
| 17         | Saugkanal          |
| 18         | Auslassöffnung     |
| 19         | Halterung          |
| 20.1, 20.2 | Aktor              |
| 21         | schiefe Ebene      |
| 22.1, 22.2 | Tragarm            |
| 23         | Faserschicht       |
| Abstand    | $S_E, S_A$         |

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Trockenformen einer Faserbahn, bei welchem eine Vielzahl von Fasern oder Fasergemischen mittels eines Luftstroms einem Formierungskopf zugeführt werden, bei welchem ein Faser/Luftgemisch durch den Formierungskopf erzeugt und als ein Faserstrom in einen Freiraum einer Formierungszone geleitet wird, bei welchem die Fasern des

Faserstrom in der Formierungszone durch ein luftdurchlässiges Ablageband aufgefangen wird, bei welchem die Luft auf einer Unterseite des Ablagebandes abgesaugt wird und bei welchem die auf einer Oberseite des Ablagebandes erzeugte Faserschicht durch das Ablageband aus der Formierungszone gefördert wird,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Fasern des Faserstroms innerhalb der Formierungszone den Freiraum mit unterschiedlichen langen Freistrecken durchlaufen, wobei der Freiraum der Formierungszone auf einer Einlaufseite zur Führung der Fasern zu einer Umgebung offen gehalten ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Fasern des auf der Einlaufseite der Formierungszone erzeugten Faserstroms eine längere Freistrecke durchlaufen als die Fasern des auf einer Auslaufseite der Formierungszone erzeugten Faserstroms.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Faserstrom durch einen gegenüber dem Ablageband geneigten Formierungskopf erzeugt wird, wobei die Freistrecken der Fasern innerhalb des Freiraums sich zwischen der Einlaufseite und der Auslaufseite stetig ändern.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Freiraum der Formierungszone auf einer Auslaufseite zur Führung der Fasern durch zumindest ein Abschirmmittel gegenüber der Umgebung abgeschirmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Freiraum der Formierungszone zwischen der Einlaufseite und einer Ablaufseite zur Führung der Fasern zu der Umgebung geschlossen gehalten ist.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Formierungskopf (3), dem eine Vielzahl von Fasern oder Fasergemischen mittels eines Luftstroms zuführbar ist und der einen Formierungsauslass (4) zur Erzeugung eines aus Fasern und Luft gebildeten Faserstroms aufweist, und mit einem luftdurchlässigen Ablageband (8) zum Auffangen und Abtransportieren der Fasern, das mit einer Absaugeinrichtung (16) zur Erzeugung einer Saugströmung zusammenwirkt, wobei zwischen dem Formierungsauslass (4) des Formierungskopfes (3) und dem Ablageband (8) eine Formierungszone (6) mit einem Freiraum (7) gebildet ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Formierungskopf (3) und das Ablageband (8) in einer nicht parallelen Anordnung gehalten sind, so dass der Freiraum (7) durch unterschiedliche Abstände ( $S_E$ ,  $S_A$ ) zwischen dem Ablageband (8) und dem Formierungsauslass (4) des Formierungskopfes (3) gebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand ( $S_E$ ) zwischen dem Ablageband (8) und dem Formierungsauslass (4) des Formierungskopfes (3) auf einer Einlaufseite (10) der Formierungszone (6) größer ist als der Abstand ( $S_A$ ) zwischen dem Ablageband (8) und dem Formierungsauslass (4) des Formierungskopfes (3) auf einer Auslaufseite (11) der Formierungszone (6).
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formierungskopf (3) gegenüber dem Ablageband (8) in einer schiefen Ebene (21) gehalten ist, so dass sich der Abstand zwischen dem Ablageband (8) und dem Formierungsauslass (4) des Formierungskopfes (3) von der Einlaufseite (10) bis zur Auslassseite (11) der Formierungszone (6) stetig ändert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formierungskopf (3) durch eine verstellbare Halterung (19) gehalten ist, wodurch der Grad und/oder die Höhe der schiefen Ebene (21) einstellbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Abschirmmittel (12) an der Auslaufseite (11) des Formierungskopfes (3) angeordnet ist, durch welches der Freiraum (7) gegenüber einer Umgebung abschirmbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschirmmittel (12) durch eine angetriebene Dichtwalze (13) gebildet ist, die mit Kontakt zu einer Faserschicht (23) auf dem Ablageband (8) gehalten ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Auslaufseite (11) der Formierungszone (6) eine Auslauföffnung (18) zwischen dem Formierungskopf (3) und dem Ablageband (8) gebildet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslauföffnung (18) eine Spalthöhe im Bereich von 4 mm bis 20 mm aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Einlaufseite (10) der Formierungszone (6) eine Einlauföffnung (14) zwischen dem Formierungskopf (3) und dem Ablageband (8) gebildet ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlauföffnung (14) eine Spalthöhe im Bereich von 40 mm bis 400 mm aufweist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 6 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Freiraum (7) zu beiden Längsseiten des Ablagebandes (8) gegenüber der Umgebung durch Dichtmittel (15) zwischen dem Formierungskopf (3) und dem Ablageband (8) abgedichtet ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formierungsauslass (4) des Formierungskopfes (3) durch ein Siebblech (5) gebildet ist.

**Claims**

1. A method for the dry forming of a fiber web in which a multiplicity of fibers or fiber mixtures are fed to a forming head by means of an air flow, in which a fiber/air mixture is produced by the forming head and is introduced into a clearance of a forming zone as a fiber stream, in which the fibers of the fiber stream in the forming zone are intercepted by an air permeable laydown belt, in which the air on an underside of the laydown belt is suctioned and in which the fiber layer produced on an upper side of the laydown belt is conveyed by the laydown belt from the forming zone, **characterized in that** the fibers of the fiber stream within the forming zone run through the clearance with free sections of differing length, and the clearance of the forming zone on the inflow side is kept open to the surroundings for guiding the fibers.
2. The method according to Claim 1, **characterized in that** the fibers of the fiber stream produced on the inflow side of the forming zone run through a longer free section than the fibers of the fiber stream produced on an outflow side of the forming zone.
3. The method according to Claim 2, **characterized in that** the fiber stream is produced by a forming head inclined vis-à-vis the laydown belt, wherein the free sections of the fibers within the clearance continuously change between the inflow side and the outflow side.

4. The method according to any one of Claims 1 through 3,  
**characterized in that**  
the clearance of the forming zone on an outflow side is screened vis-à-vis the surroundings for guiding the fibers by at least one screening means.
5. The method according to any one of Claims 1 through 4,  
**characterized in that**  
the clearance of the forming zone between the inflow side and on outflow side is kept closed for guiding the fibers.
6. The device for carrying out the method according to any one of Claims 1 through 5,  
with a forming head (3), to which a multiplicity of fibers or fiber mixtures can be fed by means of an air flow and which includes a forming outlet (4) for production of a fiber stream formed of fibers and air, and with an air permeable laydown belt (8) for collecting and transporting the fibers which cooperates with a suction device (16) for production of a suction flow, wherein a forming zone (6) with a clearance (7) is formed between the forming outlet (4) of the forming head (3) and the laydown belt (8), **characterized in that**  
the forming head (3) and the laydown belt (8) are held in a non-parallel arrangement so that the clearance (7) is formed by differing distances ( $S_E$ ,  $S_A$ ) between the laydown belt (8) and the forming outlet (4) of the forming head (3).
7. The device according to Claim 6,  
**characterized in that**  
the distance ( $S_E$ ) between the laydown belt (8) and the forming outlet (4) of the forming head (3) on an inflow side (10) of the forming zone (6) is greater than the distance ( $S_A$ ) between the laydown belt (8) and the forming outlet (4) of the forming head (3) on an outflow side (11) of the forming zone (6).
8. The device according to Claim 6 or 7,  
**characterized in that**  
the forming head (3) is kept on an inclined plane vis-à-vis the laydown belt (8) so that the distance between the laydown belt (8) and the forming outlet (4) of the forming head (3) from the inflow side (10) to the outflow side (11) of the forming zone (6) continuously changes.
9. The device according to Claim 8,  
**characterized in that**  
the forming head (3) is held by an adjustable retainer (19), as a result of which the degree and/or the height of the inclined plane (21) can be set.
10. The device according to any one of Claims 6 through 9,  
**characterized in that**  
at least one screening means (12) is arranged on the outflow side (11) of the forming head (3), through which the clearance (7) can be screened vis-à-vis the surroundings.
11. The device according to Claim 10,  
**characterized in that**  
the screening means (12) is formed by a driving sealing roller (13) which is kept in contact with a fiber layer (23) on the laydown belt (8).
12. The device according to any one of Claims 6 through 9,  
**characterized in that**  
on the outflow side (11) of the forming zone (6) an outflow opening (18) is formed between the forming head (3) and the laydown belt (8).
13. The device according to Claim 12,  
**characterized in that**  
the outflow opening (18) exhibits a gap height in the range from 4 mm to 20 mm.
14. The device according to any one of Claims 6 through 13,  
**characterized in that**  
on the inflow side (10) of the forming zone (6) an inflow opening (14) is formed between the forming head (3) and the laydown belt (8).
15. The device according to Claim 14,  
**characterized in that**  
the inflow opening (14) exhibits a gap height in the range of 40mm to 400 mm.
16. The device according to Claims 6 through 15,  
**characterized in that**  
the clearance (7) to both long sides of the laydown belt (8) is sealed vis-à-vis the surroundings by sealing means (15) between the forming head (3) and the laydown belt (8).
17. The device according to any one of Claims 6 through 16,  
**characterized in that**  
the forming outlet (4) of the forming head (3) is formed by a perforated plate (5).

#### Revendications

1. Procédé de formation à sec d'une nappe fibreuse, dans lequel une pluralité de fibres ou de mélanges de fibres sont acheminés au moyen d'un courant d'air à une tête de formage, dans lequel un mélange de fibres/d'air est produit par la tête de formage et

- est guidé sous forme de courant de fibres dans un espace libre d'une zone de formage, dans lequel les fibres du courant de fibres sont recueillies dans la zone de formage par une bande de dépose perméable à l'air, dans lequel l'air est aspiré au niveau d'un côté inférieur de la bande de dépose et dans lequel la couche de fibres produite sur un côté supérieur de la bande de dépose est transportée par la bande de dépose depuis la zone de formage,
- caractérisé en ce que**
- les fibres du courant de fibres passent à l'intérieur de la zone de formage à travers l'espace libre avec des sections libres de différentes longueurs, l'espace libre de la zone de formage étant maintenu ouvert au niveau d'un côté d'entrée en vue du guidage des fibres vers un environnement.
2. Procédé selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
les fibres du courant de fibres produit au niveau du côté d'entrée de la zone de formage traversent une section libre plus longue que les fibres du courant de fibres produit au niveau d'un côté de sortie de la zone de formage.
  3. Procédé selon la revendication 2,  
**caractérisé en ce que**  
le courant de fibres est produit par une tête de formage inclinée par rapport à la bande de dépose, les sections libres des fibres à l'intérieur de l'espace libre variant constamment entre le côté d'entrée et le côté de sortie.
  4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,  
**caractérisé en ce que**  
l'espace libre de la zone de formage au niveau d'un côté de sortie pour le guidage des fibres est protégé par au moins un moyen de protection vis-à-vis de l'environnement.
  5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,  
**caractérisé en ce que**  
l'espace libre de la zone de formage entre le côté d'entrée et un côté de sortie pour le guidage des fibres est maintenu fermé par rapport à l'environnement.
  6. Dispositif pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant une tête de formage (3) à laquelle peut être acheminée une pluralité de fibres ou de mélanges de fibres au moyen d'un courant d'air et qui présente une sortie de formage (4) pour produire un courant de fibres formé de fibres et d'air, et comprenant une bande de dépose (8) perméable à l'air pour recueillir et transporter les fibres, laquelle coopère avec un dispositif d'aspiration (16) pour produire un écoulement d'aspiration, une zone de formage (6) avec un espace libre (7) étant formée entre la sortie de formage (4) de la tête de formage (3) et la bande de dépose (8),  
**caractérisé en ce que**  
la tête de formage (3) et la bande de dépose (8) sont retenues dans un agencement non parallèle, de telle sorte que l'espace libre (7) soit formé par différentes distances ( $S_E$ ,  $S_A$ ) entre la bande de dépose (8) et la sortie de formage (4) de la tête de formage (3).
  7. Dispositif selon la revendication 6,  
**caractérisé en ce que**  
la distance ( $S_E$ ) entre la bande de dépose (8) et la sortie de formage (4) de la tête de formage (3) au niveau d'un côté d'entrée (10) de la zone de formage (6) est plus grande que la distance ( $S_A$ ) entre la bande de dépose (8) et la sortie de formage (4) de la tête de formage (3) au niveau d'un côté de sortie (11) de la zone de formage (6).
  8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7,  
**caractérisé en ce que**  
la tête de formage (3) est retenue par rapport à la bande de dépose (8) dans un plan oblique (21), de telle sorte que la distance entre la bande de dépose (8) et la sortie de formage (4) de la tête de formage (3) varie en continu depuis le côté d'entrée (10) jusqu'au côté de sortie (11) de la zone de formage (6).
  9. Dispositif selon la revendication 8,  
**caractérisé en ce que**  
la tête de formage (3) est retenue par une fixation réglable (19), de sorte que le degré et/ou la hauteur du plan oblique (21) puissent être ajustés.
  10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 9,  
**caractérisé en ce**  
**qu'**au moins un moyen de protection (12) est disposé au niveau du côté de sortie (11) de la tête de formage (3), par le biais duquel l'espace libre (7) peut être protégé vis-à-vis de l'environnement.
  11. Dispositif selon la revendication 10,  
**caractérisé en ce que**  
le moyen de protection (12) est formé par un rouleau d'étanchéité entraîné (13) qui est retenu en contact avec une couche de fibres (23) sur la bande de dépose (8).
  12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 9,  
**caractérisé en ce**  
**qu'**une ouverture de sortie (18) est formée au niveau du côté de sortie (11) de la zone de formage (6) entre la tête de formage (3) et la bande de dépose (8).

13. Dispositif selon la revendication 12,  
**caractérisé en ce que**  
l'ouverture de sortie (18) présente une hauteur de fente de l'ordre de 4 mm à 20 mm. 5
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 13,  
**caractérisé en ce**  
**qu'**une ouverture d'entrée (14) est formée au niveau du côté d'entrée (10) de la zone de formage (6) entre la tête de formage (3) et la bande de dépose (8). 10
15. Dispositif selon la revendication 14,  
**caractérisé en ce que**  
l'ouverture d'entrée (14) présente une hauteur de fente de l'ordre de 40 mm à 400 mm. 15
16. Dispositif selon les revendications 6 à 15,  
**caractérisé en ce que**  
l'espace libre (7) des deux côtés longitudinaux de la bande de dépose (8) est étanchéifié par rapport à l'environnement par des moyens d'étanchéité (15) entre la tête de formage (3) et la bande de dépose (8). 20
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 16,  
**caractérisé en ce que**  
la sortie de formage (4) de la tête de formage (3) est formée par une tôle de tamisage (5). 25

30

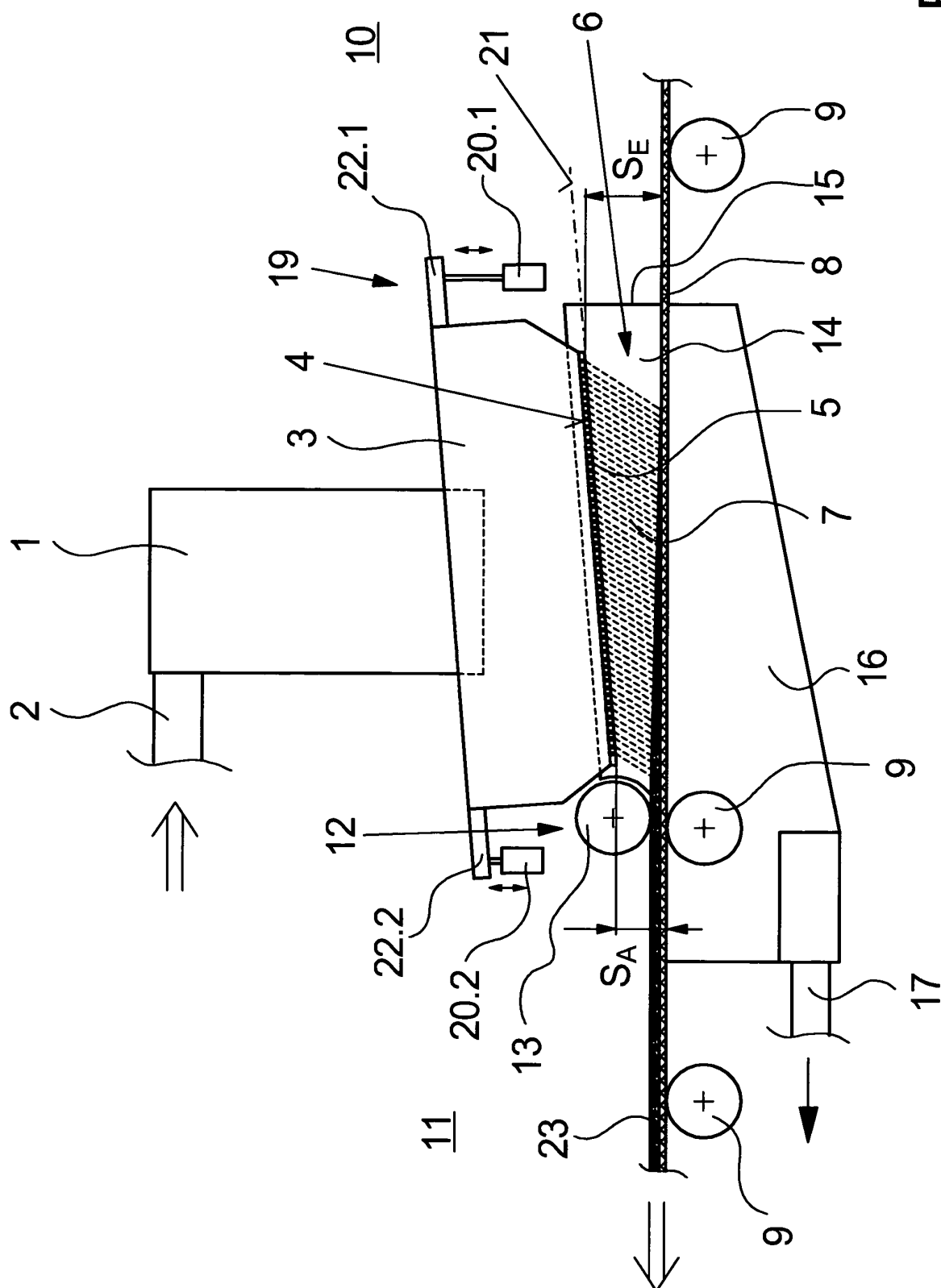
35

40

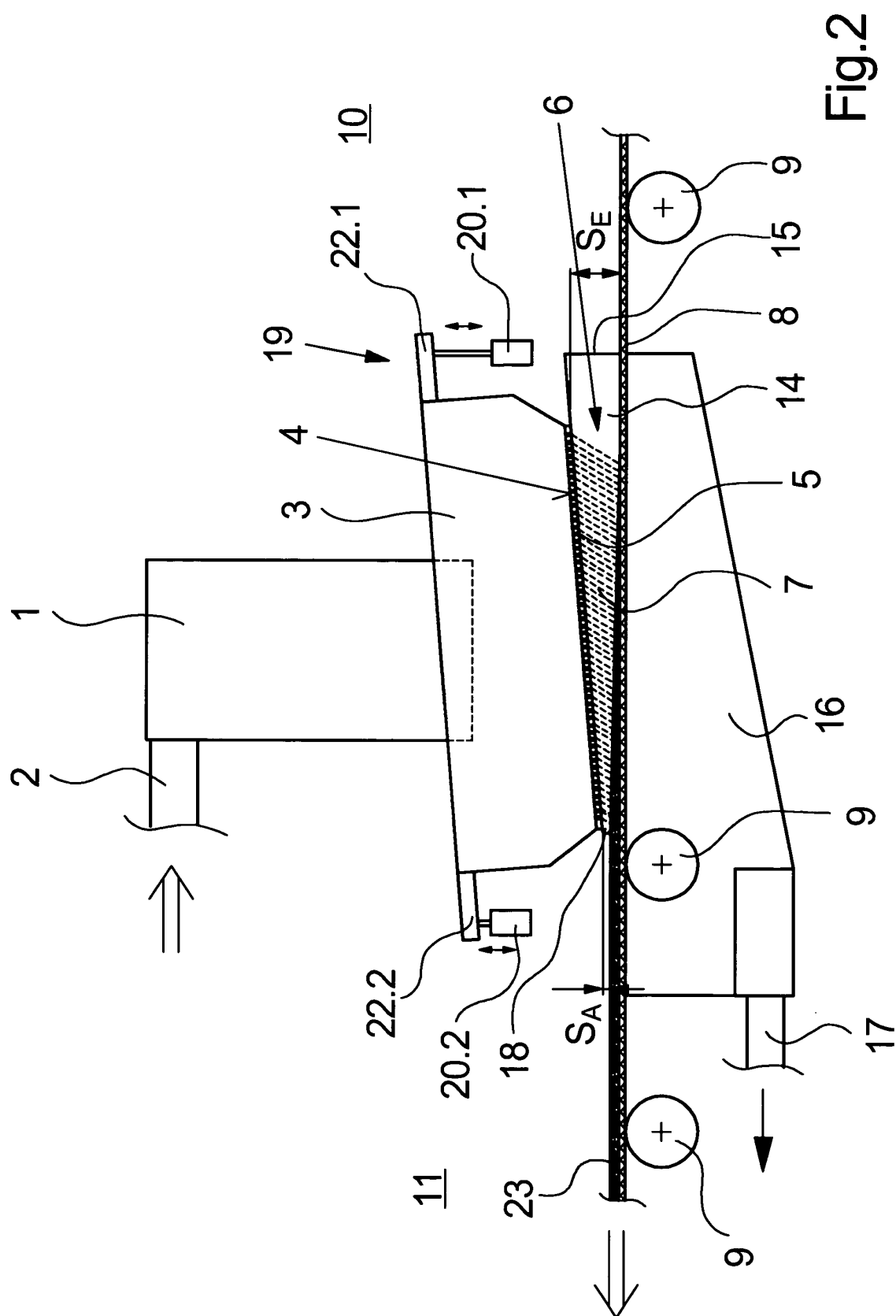
45

50

55



**Fig. 1**



**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**

- WO 2004106604 A1 [0002] [0003]
- WO 2006131122 A1 [0005]
- WO 2003016622 A1 [0006]
- WO 2005106091 A1 [0007]
- WO 03016605 A1 [0008]
- DE 2149892 A1 [0009]
- WO 2004106604 A [0032]