



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn, insbesondere Papier- oder Kartonbahn, mit einem mit Faserstoffsuspension gespeisten Mehrschichtenstoffauflauf zur Erzeugung eines aus mehreren Teilstrahlen zusammengesetzten Faserstoffsuspensionsstrahls, der einen Turbulenzerzeuger sowie eine in Strömungsrichtung der Faserstoffsuspension dahinter angeordnete Düse mit einem Düsenraum umfasst, der durch wenigstens eine Lamelle in mehrere Düsenteilräume aufgeteilt ist, wobei an eine jeweilige Lamelle zwei Düsenteilräume angrenzen, durch die getrennte Faserstoffsuspensionsteilströme geführt sind und an deren vom jeweils zugeordneten Turbulenzerzeugerabschnitt abgewandten Ende jeweils ein maschinenbreiter Spalt vorgesehen ist, durch den ein jeweiliger Teilstrahl erzeugt wird.

**[0002]** Ein Mehrschichtenstoffauflauf mit einem Turbulenzerzeuger sowie einer in Strömungsrichtung dahinter angeordneten Düse, deren Düsenraum durch wenigstens eine Lamelle in mehrere Düsenteilräume aufgeteilt ist, ist beispielsweise aus der EP 0 681 057 A2 bekannt. Dabei sind diesem Stoffauflauf für die verschiedenen Düsenteilräume getrennte konstante Teile zugeordnet. Die jeweiligen Lamellen sind jeweils als biegeeweiche Platte ausgebildet und an ihrem stromaufwärtigen Ende frei um eine in Maschinenquerrichtung verlaufende Achse schwenkbar gelagert. Die Lamellen können sich jeweils frei zwischen den beiden angrenzenden Stoffströmen einstellen. Dadurch gleichen sich eventuell auftretende Druckunterschiede zwischen den benachbarten Stoffströmen aus, sodass sich auch die Geschwindigkeiten der beiden Stoffströme zumindest im Wesentlichen aneinander angleichen.

**[0003]** Es sind insbesondere auch Mehrschichtenstoffaufläufe mit getrennten konstanten Teilen und festen Trennwänden bekannt. Mit dieser bekannten Technologie können in den Einzelschichten verschiedene Strahlgeschwindigkeiten umgesetzt werden. Die Zielsetzung ist hierbei eine Beeinflussung des Reißlängenverhältnisses in z-Richtung, das heißt in Dickenrichtung der Faserstoffbahn, beispielsweise zur Beeinflussung der Kopierfähigkeit.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der unterschiedliche Geschwindigkeiten der Teilstrahlen auf einfache und zuverlässige Weise insbesondere auch bei einem Mehrschichtenstoffauflauf mit einer oder mehreren beweglichen oder flexiblen Lamellen möglich sind.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass dem Mehrschichtenstoffauflauf zur über die betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitte erfolgenden Speisung der beiden an eine jeweilige Lamelle angrenzenden Düsenteilräume ein für diese gemeinsamer Konstantteil oder Faserstoffzuführung zugeordnet ist, dass die Lamelle eine Steifigkeit aufweist, die im Durchschnitt

wenigstens 10 Nm beträgt, wobei die Steifigkeit definiert ist als  $S = Eh^3 / 12(1-\nu^2)$ , wobei S die Steifigkeit der Lamelle ist, E der Elastizitätsmodul der Lamelle ist, h die Dicke der Lamelle ist und  $\nu$  die Querdehnzahl für das Material der Lamelle ist, und dass die Lamelle flexibel ausgeführt oder beweglich gelagert und steif ausgeführt ist, und dass Mittel zur variablen Einstellung unterschiedlicher Geschwindigkeiten der beiden betreffenden Teilstrahlen über eine entsprechende insbesondere maschinenbreite Änderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume vorgesehen sind. Die Querdehnzahl ist hierbei der Kehrwert der Poissonzahl.

**[0006]** Aufgrund dieser Ausbildung ist nunmehr auch bei einem Mehrschichtenstoffauflauf mit einer oder mehreren gelenkig oder starr gelagerten Lamellen die Funktion unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten erfüllbar, wobei zudem diese unterschiedlichen Teilstrahlgeschwindigkeiten variabel einstellbar sind. Bei einer gelenkig gelagerten Lamelle beträgt die Steifigkeit im Durchschnitt wenigstens 10 Nm, vorzugsweise 60 Nm. Hingegen beträgt bei einer starr gelagerten Lamelle, also eine Lamelle ohne Gelenk, die Steifigkeit im Durchschnitt auch wenigstens 10 Nm. Besteht diese starr gelagerte Lamelle aus einem homogenen Material und weist sie eine konstante Dicke auf, so beträgt ihre Steifigkeit zumindest im Bereich der Düse 10 bis 1.000 Nm. Besteht diese starr gelagerte Lamelle jedoch aus einem nicht homogenen Material und/oder weist sie eine nicht konstante Dicke auf, so beträgt ihre Steifigkeit zumindest im Bereich der Düse 10 bis 500 Nm. Insgesamt kann die beschriebene Steifigkeit der Lamelle sich in Maschinenlaufrichtung und/oder in Maschinenquerrichtung erstrecken.

**[0007]** Dabei ergibt sich durch die Interaktion der beiden jeweils einen Turbulenzerzeugerabschnitt sowie einen dahinter angeordneten Düsenteilraum umfassenden hydraulischen Systeme über eine jeweilige Geometrieänderung zumindest eines Düsenteilraums eine entsprechende Änderung der Austrittsgeschwindigkeit der beiden betreffenden Teilstrahlen. Aufgrund dieser Lösung ist nunmehr insbesondere auch eine Online-Kontrolle der z-Orientierung in der Faserstoffbahn, das heißt eine Kontrolle der Orientierung in Dickenrichtung der Faserstoffbahn, möglich.

**[0008]** Bevorzugt ist dem Mehrschichtenstoffauflauf zur über die betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitte erfolgenden Speisung der beiden an eine jeweilige Lamelle angrenzenden Düsenteilräume ein diesen gemeinsames Zulaufrohr, insbesondere gemeinsames Querverteilrohr, zugeordnet.

**[0009]** Die Lamelle kann insbesondere im Bereich ihres den Turbulenzerzeuger zugewandten Endes gelenkig oder starr gelagert sein. Dabei erstreckt sich bei einer gelenkigen Lagerung die betreffende Schwenkachse zweckmäßigerweise in Maschinenquerrichtung.

**[0010]** Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn sich die Lamelle zumindest bis in den Spaltbereich der beiden benachbarten Düsenteilräume und vorzugsweise zumindest bis zu den spaltseitigen Enden der Düsenwände

erstreckt, die die benachbarten Düsenteilräume auf der jeweiligen der Lamelle gegenüberliegenden Seite begrenzen.

**[0011]** Gemäß einer zweckmäßigen praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfassen die Mittel zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten Mittel zur variablen Einstellung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume, über die die Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes so veränderbar ist, dass der auf der betreffenden Seite auf die Lamelle wirkende statische Druck veränderbar ist.

**[0012]** Dabei sind die Mittel zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten bevorzugt so ausgeführt, dass über eine entsprechende, insbesondere mechanische Änderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume die Differenz oder das Verhältnis der auf die beiden einander gegenüberliegenden Seiten der Lamelle wirkenden statischen Drücke veränderbar ist.

**[0013]** Die statischen Drücke können insbesondere auch über eine Differenz- bzw. Verhältnisdruksteuerung und/oder -regelung variabel einstellbar sein.

**[0014]** Es kann insbesondere eine entsprechende Steuer- und/oder Regeleinrichtung vorgesehen sein, die für eine entsprechende Steuerung bzw. Regelung ausgelegt ist.

**[0015]** Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform können die Mittel zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten insbesondere mechanische Mittel zur variablen Einstellung der Geometrien beider Düsenteilräume umfassen. Dabei können die Mittel zur variablen Einstellung der Geometrien beider Düsenteilräume insbesondere so ausgeführt sein, dass die Geometrien der beiden Düsenteilräume getrennt voneinander einstellbar sind.

**[0016]** Gemäß einer vorteilhaften alternativen Ausführungsform sind die Mittel zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten so ausgeführt, dass zur variablen Einstellung der Differenz oder des Verhältnisses der auf die beiden einander gegenüberliegenden Seiten der Lamelle wirkenden statischen Drücke nur die Geometrie eines der beiden Düsenteilräume variabel einstellbar ist.

**[0017]** Die Mittel zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes umfassen vorteilhafterweise zumindest Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge. Dabei können die Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge insbesondere Mittel zur variablen Einstellung der Länge der auf der der Lamelle gegenüberliegenden Seite den jeweiligen Düsenraum begrenzenden Düsenwand umfassen.

**[0018]** Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausführungspraktischen Ausführung umfassen die Mittel zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes zumindest Mittel zur variablen Einstellung des Vorstandes einer im Spaltbereich vorgesehenen Blende.

**[0019]** In bestimmten Fällen kann es von Vorteil sein, wenn die Mittel zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes sowohl Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge, vorzugsweise Mittel zur variablen Einstellung der Länge der auf der der Lamelle gegenüberliegenden Seite den jeweiligen Düsenraum begrenzenden Düsenwand, als auch Mittel zur variablen Einstellung des Vorstandes einer im Spaltbereich vorgesehenen Blende umfassen.

**[0020]** Die Lamelle besteht bevorzugt zumindest teilweise aus Kunststoff, insbesondere CFK.

**[0021]** Vorteilhafterweise kann die Lamelle auch teilweise aus Kunststoff, insbesondere CFK, und teilweise aus Metall bestehen.

**[0022]** Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Mittel vorgesehen, um die z-Orientierung in der Faserstoffbahn über die Mittel zur variablen Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten zu steuern und/oder zu regeln.

**[0023]** Bevorzugt sind Mittel zur Online-Überwachung, -Steuerung und/oder -Regelung der z-Orientierung in der Faserstoffbahn vorgesehen.

**[0024]** Die Versorgung eines beispielsweise zwei Düsenteilräume umfassenden Systems erfolgt also über einen einzigen konstanten Teil wie beispielsweise ein gemeinsames Zulaufrohr oder Querverteilrohr. Es kann eine flexible oder beweglich gelagerte und steif ausgeführte Lamelle vorgesehen sein. Durch die Interaktion der beiden hydraulischen Teilsysteme wird über eine Änderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume die Austrittsgeschwindigkeit der beiden Teilstrahlen bzw. das Verhältnis der Austrittsgeschwindigkeiten verändert.

**[0025]** Dies kann beispielsweise durch eine insbesondere variable Einstellung unterschiedlicher Düsenlängen und/oder eine insbesondere variable Einstellung unterschiedlicher Blendenvorstände erfolgen, wodurch der statische Druck auf die bewegliche oder die flexible Lamelle geändert wird bzw. integral auf der Unterseite und Oberseite unterschiedlich wird.

**[0026]** Dadurch weicht die Lamelle aus ihrer Position aus, und der lichte Spalt auf beiden Seiten ändert sich. Damit ändern sich auch die beiden Stoffsuspendingen in den beiden Düsenteilräumen. Auf der Seite des reduzierten Düsenspaltes bzw. der kleineren Menge wird der Druckverlust im betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitt reduziert, und der Druck am Düsenanfang steigt bis zu einem neuen Druckgleichgewicht in beiden Düsenteilräumen. Dies führt dazu, dass die Austrittsgeschwindigkeit des Teilstrahles auf der Seite des geringeren Düsenspaltes erhöht wird. Auf der Seite des größeren Düsenspaltes passiert das Gegenteil.

**[0027]** Von Vorteil ist, wenn die Lamelle sehr steif ist und die Biegung in sich relativ gering bleibt. Bevorzugt besteht die Lamelle aus Kunststoff, insbesondere CFK. Es ist jedoch auch eine Kombination aus Metall und Kunststoff, insbesondere CFK, denkbar.

**[0028]** Die Vorrichtung kann also insbesondere eine sich zumindest bis zum Düsenende erstreckende gelenkig gelagerte Lamelle, eine mechanische Vorrichtung, die den Düsenraum auf zumindest einer Seite auf der ganzen Breite des Stoffauflaufes ändert (zum Beispiel Blendenvorstand, Vorderwandverschiebung) und einen Turbulenzeinsatz mit einem gemeinsamen Zulauf aller Rohre umfassen. Optional ist insbesondere auch eine Differenzdruckregelung möglich.

**[0029]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Vorrichtung zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn mit einem Mehrschichtenstoffauflauf, bei dem die Länge eines Düsenteilraumes variabel einstellbar ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Vorrichtung mit einem Mehrschichtenstoffauflauf, bei dem jeweils der Vorstand einer im Spaltbereich eines jeweiligen Düsenraumes vorgesehenen Blende variabel einstellbar ist;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten beispielhaften Ausführungsform einer Vorrichtung zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn mit einem Mehrschichtenstoffauflauf, bei dem jeweils der Vorstand einer im Spaltbereich eines jeweiligen Düsenraumes vorgesehenen Blende variabel einstellbar ist;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer vierten beispielhaften Ausführungsform einer Vorrichtung zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn mit einem Mehrschichtenstoffauflauf, bei dem jeweils der Vorstand einer im Spaltbereich eines jeweiligen Düsenraumes vorgesehenen Blende variabel einstellbar ist.

**[0030]** Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer Vorrichtung 10 zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn, bei der es sich insbesondere um eine Papier- oder Kartonbahn handeln kann.

**[0031]** Die Vorrichtung 10 umfasst einen mit Faserstoffsuspension gespeisten Mehrschichtenstoffauflauf 12 zur Erzeugung eines aus mehreren Teilstrahlen 14, 16 zusammengesetzten Faserstoffsuspensionsstrahls 18.

**[0032]** Der Mehrschichtenstoffauflauf 12 umfasst einen Turbulenzerzeuger 20 sowie eine in Strömungsrichtung L der Faserstoffsuspension dahinter angeordnete Düse 22 mit einem Düsenraum 24, der durch wenigstens eine Lamelle 26 in mehrere Düsenteilräume 24', 24" aufgeteilt ist. Beim vorliegenden Ausführungsbei-

spiel ist der Mehrschichtenstoffauflauf 12 als Zweischichtenstoffauflauf ausgeführt, dessen Düsenraum 24 durch eine gelenkig gelagerte Lamelle 26 in zwei Düsenteilräume 24', 24" aufgeteilt ist, die an die gelenkig gelagerte Lamelle 26 angrenzen. Die gelenkig gelagerte Lamelle 26 weist hierbei eine durchschnittliche Steifigkeit S von wenigstens 10 Nm, vorzugsweise 60 Nm, auf, wobei die Steifigkeit S der gelenkig gelagerten Lamelle 26 sich in Maschinenlaufrichtung und/oder in Maschinenquerrichtung erstrecken kann. Ferner kann sie auch eine konstante Dicke in Maschinenlaufrichtung aufweisen.

**[0033]** Durch die beiden Düsenteilräume 24', 24" sind getrennte Faserstoffsuspensionsteilströme geführt. An dem vom jeweils zugeordneten Turbulenzerzeugerabschnitt 20' bzw. 20" abgewandten Ende der Düsenteilräume 24', 24" ist jeweils ein maschinenbreiter Spalt 28 bzw. 29 vorgesehen, durch den ein jeweiliger Teilstrahl 14 bzw. 16 erzeugt wird.

**[0034]** Dem Mehrschichtenstoffauflauf 12 ist zur Über die betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitte 20', 20" erfolgenden Speisung der beiden an die gelenkig gelagerte Lamelle 26 angrenzenden Düsenteilräume 24', 24" ein für diese gemeinsamer Konstantteil oder Faserstoffzuführung 30 zugeordnet. Wie anhand der Fig. 1 zu erkennen ist, ist im vorliegenden Fall als gemeinsamer Konstantteil bzw. Faserstoffzuführung 30 ein gemeinsames Querverteilerrohr vorgesehen. Es werden also beide Turbulenzerzeugerabschnitte 20', 20" über ein und denselben Konstantteil 30 bzw. Querverteilerrohr mit Faserstoffsuspension gespeist.

**[0035]** Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die gelenkig gelagerte Lamelle 26 im Bereich ihres dem Turbulenzerzeuger 20 zugewandten Endes gelenkig gelagert. Dabei kann die gelenkig gelagerte Lamelle 26 insbesondere um eine sich in Maschinenquerrichtung erstreckende Achse 46 schwenkbar gelagert sein.

**[0036]** Zudem sind Mittel 32 zur variablen Einstellung unterschiedlicher Geschwindigkeiten der beiden Teilstrahlen 14, 16 über eine entsprechende, insbesondere maschinenbreite Änderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume 24', 24" vorgesehen. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird lediglich die Geometrie des hier beispielsweise oberen Düsenteilraumes 24' geändert.

**[0037]** Die gelenkig gelagerte Lamelle 26 erstreckt sich zumindest bis in den Spaltbereich der beiden benachbarten Düsenteilräume 24', 24" und vorzugsweise zumindest bis zu den spaltseitigen Enden der Düsenwände 34, 36, die die benachbarten Düsenteilräume 24', 24" auf der jeweiligen der gelenkig gelagerten Lamelle 26 gegenüberliegenden Seite begrenzen.

**[0038]** Die Mittel 32 zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten umfassen Mittel 38 zur variablen Einstellung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume 24', 24", hier beispielsweise lediglich des Düsenteilraumes 24', über die die Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes, hier also des Düsenteilraumes 24', so veränderbar ist, dass der auf der be-

treffenden Seite auf die gelenkig gelagerte Lamelle 26 wirkende statische Druck veränderbar ist. Durch diese Mittel 38 zur variablen Einstellung der Geometrie ist über eine entsprechende, insbesondere mechanische Veränderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume 24', 24", hier lediglich des Düsenteilraumes 24', die Differenz oder das Verhältnis der auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten der gelenkig gelagerten Lamelle 26 wirkenden statischen Drücke veränderbar. Dabei kann insbesondere eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung vorgesehen sein, über die die statischen Drücke über eine Differenz- bzw. Verhältnisdrucksteuerung und/oder -regelung variabel einstellbar sind. Die betreffende Steuer- und/oder Regeleinrichtung kann also so ausgeführt sein, dass eine Differenz- bzw. Verhältnisdrucksteuerung bzw. -regelung erfolgt.

**[0039]** Die Mittel 38 zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes, hier beispielsweise des einen Düsenteilraumes 24', umfassen im vorliegenden Fall Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge. Dabei umfassen diese Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge beim vorliegenden Ausführungsbeispiel Mittel zur variablen Einstellung der Länge l der auf der der gelenkig gelagerten Lamelle 26 gegenüberliegenden Seite den Düsenteilraum 24' begrenzenden Düsenwand 34. Unter der Länge l ist hier die effektive Länge der jeweiligen Düsenwand 34, d.h. die Länge des sich vom betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitt 20', bis zum spaltseitigen Ende erstreckenden Wandabschnitts gemeint.

**[0040]** Wie anhand der Fig. 1 zu erkennen ist, ist die jeweilige Düsenwand, hier die Düsenwand 34, in deren Längsrichtung verschiebbar, wodurch die Länge beispielsweise des Düsenteilraumes 24' beispielsweise um den Betrag 40 veränderbar ist.

**[0041]** Im vorliegenden Fall kann also über eine Verstellung der Länge des Düsenteilraumes 24' das z-Profil im Faserstoffsuspensionsstrahl 18 beeinflusst werden. Während bei einer symmetrischen Düse für die Teilstrahlen 14, 16 gleiche Austrittsgeschwindigkeiten vorliegen würden, ergibt sich beispielsweise mit einer durch eine entsprechende Verschiebung der Düsenwand 34 bewirkten Verkürzung der Länge des Düsenteilraumes 24' eine höhere Austrittsgeschwindigkeit für den oberen Teilstrahl 14.

**[0042]** Es ergeben sich zwei den Turbulenzerzeugerabschnitt 20', den Düsenteilraum 24' und den Spalt 28 bzw. den Turbulenzerzeugerabschnitt 20", den Düsenteilraum 24" und die Düse 29 umfassende Systeme, die über den gemeinsamen Konstantteil 30 hydraulisch gekoppelt und über die gelenkig gelagerte Lamelle 26 mechanisch gekoppelt werden.

**[0043]** Der Druck  $p_{30}$  im gemeinsamen Konstantteil 30 liegt an beiden Turbulenzerzeugerabschnitten 20', 20" an. Am Turbulenzerzeugereinsatz 20' ergibt sich ein Druckabfall  $dp_{20'}$ , während der am Turbulenzerzeugerabschnitt 20" auftretende Druckabfall mit  $dp_{20''}$  bezeichnet

net ist.

**[0044]** An der gelenkig gelagerten Lamelle 26 stellt sich ein Momentengleichgewicht ein.

**[0045]** Aufgrund der mechanischen Kopplung der beiden Systeme durch die gelenkig gelagerte Lamelle 26 gilt die folgende Beziehung:

$$\int (x \cdot p_{\text{stat},24'}) = \int (x \cdot p_{\text{stat},24''});$$

wobei

$p_{\text{stat},24'}$  = statischer Druck in dem Düsenteilraum 24';  
 $p_{\text{stat},24''}$  = statischer Druck in dem Düsenteilraum 24".

**[0046]** Ist das Moment der gelenkig gelagerten Lamelle 26 auf das Gelenk Null, so gilt:

- Die gelenkig gelagerte Lamelle 26 hält die Position.
- Die Summe der Momente (Druckkräfte x Abstand) oben und unten ist gleich.
- Es muss eine Querkraft auf das Gelenk wirken.

**[0047]** Aufgrund der hydraulischen Kopplung der beiden Systeme im gemeinsamen Konstantteil 30 gelten die folgenden Beziehungen:

$$p_{30} = dp_{20'} + p_{\text{dyn},14} \text{ bei } p_u;$$

$$p_{30} = dp_{20''} + p_{\text{dyn},16} \text{ bei } p_u;$$

wobei

$p_{\text{dyn},14}$  = dynamischer Druck des Teilstrahls 14;  
 $p_{\text{dyn},16}$  = dynamischer Druck des Teilstrahls 16;  
 $p_u$  = Umgebungsdruck.

**[0048]** Bei gegebenem Druck im gemeinsamen Konstantteil 30 hängt die Strahlgeschwindigkeit also direkt vom Druckabfall  $dp_{20'}$  bzw.  $dp_{20''}$  ab.

**[0049]** Bei gleichem Druck im gemeinsamen Konstantteil 30 stellt sich die Strahlgeschwindigkeit also in Abhängigkeit von der Länge des Düsenteilraums 24' bzw. 24" ein.

**[0050]** Bei dieser Ausführungsform gemäß Fig. 1 ergibt sich also mit einer Verschiebung der Düsenwand 34 auf einer Seite der Düse 22 eine Änderung der Düsenlänge sowie des integralen Drucks auf die gelenkig gelagerte Lamelle 26 auf der betreffenden Seite.

**[0051]** Ist demgegenüber zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes 24', 24" beispielsweise der Vorstand einer im jeweiligen

Spaltbereich vorgesehenen Blende variabel einstellbar, so stellt sich entsprechend bei gleichem Druck im gemeinsamen Konstantteil 30 die Strahlgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Lippenöffnung ein.

**[0052]** Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung eine solche beispielhafte Ausführungsform der Vorrichtung 10, bei dem jeweils der Vorstand einer im Spaltbereich eines jeweiligen Düsenteilraumes 24', 24" vorgesehenen Blende variabel einstellbar ist. Die gelenkig gelagerte Lamelle 26 weist hierbei wiederum eine durchschnittliche Steifigkeit S von wenigstens 10 Nm, vorzugsweise 60 Nm, auf, wobei die Steifigkeit S der gelenkig gelagerten Lamelle 26 sich in Maschinenlaufrichtung und/oder in Maschinenquerrichtung erstrecken kann. Ferner kann sie auch eine konstante Dicke in Maschinenlaufrichtung aufweisen.

**[0053]** Im vorliegenden Fall umfassen die Mittel 38 zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes 24', 24" also Mittel zur variablen Einstellung des Vorstandes einer im Spaltbereich vorgesehenen Blende 42 bzw. 44.

**[0054]** Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist sowohl der Vorstand der den oberen Düsenteilraum 24' zugeordneten Blende 42 als auch der Vorstand der dem unteren Düsenteilraum 24" zugeordneten Blende 44 jeweils variabel einstellbar, wobei bevorzugt eine getrennte Einstellbarkeit dieser Blenden 42, 44' gegeben ist. Anstelle einer verschiebbaren äußeren Düsenwand sind hier also die Vorstände der beiden Blenden 42, 44 verstellbar.

**[0055]** Im Übrigen besitzt diese Ausführungsform zumindest im Wesentlichen wieder den gleichen Aufbau wie die der Fig. 1, wobei einander entsprechenden Teilen gleiche Bezugszeichen zugeordnet sind.

**[0056]** Wie bereits erwähnt, stellt sich nunmehr bei gleichem Druck  $p_{30}$  im gemeinsamen Konstantteil 30 die Strahlgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Lippenöffnung ein. Die asymmetrische Geometrie der Düse 22 kann hier also dadurch herbeigeführt werden, dass die Vorstände der Blenden 42 und 44 unterschiedlich gewählt werden.

**[0057]** Im vorliegenden Fall ergibt sich also eine Änderung des integralen Druckverlaufes über eine über die Blendenvorstände bewirkte Düsenprofiländerung, wobei der integrale statische Druck auf der Seite mit größerem Blendenvorstand erhöht wird. Im vorliegenden Fall ergibt sich also beispielsweise für den Teilstrahl 16 auf der Seite des kleineren Blendenvorstandes eine höhere Teilstrahlgeschwindigkeit.

**[0058]** Fig. 3 und Fig. 4 zeigen prinzipiell zwei alternative Ausführungsformen der in der Fig. 2 dargestellten Vorrichtung 10 zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn. Somit wird hinsichtlich derer grundsätzlicher Beschreibung auf die Beschreibung der in der Fig. 2 dargestellten Vorrichtung 10 zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn verwiesen.

**[0059]** Im Unterschied zu der in der Fig. 2 gezeigten Vorrichtung 10 zur Herstellung und/oder Behandlung ei-

ner Faserstoffbahn weist die jeweils in den Figuren 3 und 4 gezeigte Vorrichtung 10 eine starr gelagerte Lamelle 26, also eine Lamelle 26 ohne Gelenk, auf, deren Steifigkeit S im Durchschnitt wiederum wenigstens 10 Nm beträgt.

**[0060]** Die starr gelagerte Lamelle 26 der Fig. 3 besteht aus einem homogenen Material und sie weist eine konstante Dicke auf. Ihre Steifigkeit S beträgt zumindest im Bereich der Düse 22 10 bis 1.000 Nm, wobei die Steifigkeit S der starr gelagerten Lamelle 26 sich in Maschinenlaufrichtung und/oder in Maschinenquerrichtung erstrecken kann.

**[0061]** Hingegen besteht die starr gelagerte Lamelle 26 der Fig. 4 aus einem nicht homogenen Material und sie weist eine nicht konstante Dicke auf (Sektionen A-D). Die dargestellten Eigenschaften der Sektionen A-D, wie beispielsweise die genannten Materialeigenschaften und die Höhe und deren Verläufe, sind lediglich beispielhaft. Die Steifigkeit S dieser starr gelagerten Lamelle 26 beträgt zumindest im Bereich der Düse 22 10 bis 500 Nm, wobei die Steifigkeit S der starr gelagerten Lamelle 26 sich in Maschinenlaufrichtung und/oder in Maschinenquerrichtung erstrecken kann.

## 25 Bezugszeichenliste

### [0062]

10	Vorrichtung
12	Mehrschichtenstoffauflauf
14	Teilstrahl
16	Teilstrahl
18	Faserstoffsuspensionsstrahl
20	Turbulenz erzeuger
20'	Turbulenz erzeugerabschnitt
20"	Turbulenz erzeugerabschnitt
22	Düse
24	Düsenraum
24'	Düsenteilraum
24"	Düsenteilraum
26	Lamelle
28	Spalt
29	Spalt

30	Konstantteil, Faserstoffzuführung, Zulaufrohr		20") erfolgenden Speisung der beiden an eine jeweilige Lamelle (26) angrenzenden Düsenteilräume (24', 24") ein für diese gemeinsamer Konstantteil oder Faserstoffzuführung (30) zugeordnet ist,
32	Mittel zur variablen Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten	5	<b>dass</b> die Lamelle (26) eine Steifigkeit (S) aufweist, die im Durchschnitt wenigstens 10 Nm beträgt, wobei die Steifigkeit (S) definiert ist als
34	Düsenwand		
36	Düsenwand		
38	Mittel zur variablen Einstellung der Geometrie	10	$S = Eh^3 / 12(1-\nu^2),$
40	Betrag		
42	Blende	15	wobei S die Steifigkeit der Lamelle (26) ist, E der Elastizitätsmodul der Lamelle (26) ist, h die Dicke der Lamelle (26) ist und $\nu$ die Querdehnzahl für das Material der Lamelle (26) ist, und
44	Blende		<b>dass</b> Mittel (32) zur variablen Einstellung unterschiedlicher Geschwindigkeiten der beiden betreffenden Teilstrahlen (14, 16) über eine entsprechende insbesondere maschinenbreite Änderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume (24', 24") vorgesehen sind.
46	Achse		
A	Sektion	20	
B	Sektion		
C	Sektion		
D	Sektion	25	<b>2.</b> Vorrichtung nach Anspruch 1, <b>dadurch gekennzeichnet,</b>
L	Strömungsrichtung		<b>dass</b> dem Mehrschichtenstoffauflauf (12) zur über die betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitte (20', 20") erfolgenden Speisung der beiden an eine jeweilige Lamelle (26) angrenzenden Düsenteilräume (24', 24") ein dieses gemeinsames Zulaufrohr (30), insbesondere gemeinsames Querverteilrohr, zugeordnet ist.
I	Länge	30	
S	Steifigkeit		

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Herstellung und/oder Behandlung einer Faserstoffbahn, insbesondere Papier- oder Kartonbahn, mit einem mit Faserstoffsuspension gespeisten Mehrschichtenstoffauflauf (12) zur Erzeugung eines aus mehreren Teilstrahlen (14, 16) zusammengesetzten Faserstoffsuspensionsstrahls (18), der einen Turbulenzerzeuger (20) sowie eine in Strömungsrichtung (L) der Faserstoffsuspension dahinter angeordnete Düse (22) mit einem Düsenraum (24) umfasst, der durch wenigstens eine Lamelle (26) in mehrere Düsenteilräume (24', 24") aufgeteilt ist, wobei an eine jeweilige Lamelle (26) zwei Düsenteilräume (24', 24") angrenzen, durch die getrennte Faserstoffsuspensionsteilströme geführt sind und an deren vom jeweils zugeordneten Turbulenzerzeugerabschnitt (20', 20") abgewandten Ende jeweils ein maschinenbreiter Spalt (28, 29) vorgesehen ist, durch den ein jeweiliger Teilstrahl (14, 16) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** dem Mehrschichtenstoffauflauf (12) zur über die betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitte (20', 20") erfolgenden Speisung der beiden an eine jeweilige Lamelle (26) angrenzenden Düsenteilräume (24', 24") ein dieses gemeinsames Zulaufrohr (30), insbesondere gemeinsames Querverteilrohr, zugeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** dem Mehrschichtenstoffauflauf (12) zur über die betreffenden Turbulenzerzeugerabschnitte (20', 20") erfolgenden Speisung der beiden an eine jeweilige Lamelle (26) angrenzenden Düsenteilräume (24', 24") ein dieses gemeinsames Zulaufrohr (30), insbesondere gemeinsames Querverteilrohr, zugeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Lamelle (26) insbesondere im Bereich ihres dem Turbulenzerzeuger (20) zugewandten Endes gelenkig oder starr gelagert ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** sich die Lamelle (26) zumindest bis in den Spaltbereich der beiden benachbarten Düsenteilräume (24', 24") und vorzugsweise zumindest bis zu den spaltseitigen Enden der Düsenwände (34, 36) erstreckt, die die benachbarten Düsenteilräume (24', 24") auf der jeweiligen der Lamelle (26) gegenüber liegenden Seite begrenzen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Mittel (32) zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume (24', 24") umfassen, über die

- die Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes (24', 24") so veränderbar ist, dass der auf der betreffenden Seite auf die Lamelle wirkende statische Druck veränderbar ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrie so ausgeführt sind, dass über eine entsprechende, insbesondere mechanische Änderung der Geometrie wenigstens eines der beiden Düsenteilräume (24', 24") die Differenz oder das Verhältnis der auf die beiden einander gegenüberliegenden Seiten der Lamelle (26) wirkenden statischen Drücke veränderbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die statischen Drücke über eine Differenz- bzw. Verhältnisdruksteuerung und/oder -regelung variabel einstellbar sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (32) zur Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten insbesondere mechanische Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrien beider Düsenteilräume (24', 24") umfassen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (32) zur variablen Einstellung der Geometrien beider Düsenteilräume (24', 24") so ausgeführt sind, dass die Geometrien der beiden Düsenteilräume (24', 24") getrennt voneinander einstellbar sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrie so ausgeführt sind, dass zur variablen Einstellung der Differenz oder des Verhältnisses der auf die beiden einander gegenüberliegenden Seiten der Lamelle (26) wirkenden statischen Drücke nur die Geometrie eines der beiden Düsenteilräume (24', 24") variabel einstellbar ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes (24', 24") zumindest Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge umfasst.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge Mittel zur variablen Einstellung der Länge (l) der auf der der Lamelle (26) gegenüber liegenden Seite den jeweiligen Düsenteilraum (24', 24") begrenzenden Düsenwand (34, 36) umfassen.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes (24', 24") zumindest Mittel zur variablen Einstellung des Vorstandes einer im Spaltbereich vorgesehenen Blende (42, 44) umfassen.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Mittel (38) zur variablen Einstellung der Geometrie eines jeweiligen Düsenteilraumes (24', 24") sowohl Mittel zur variablen Einstellung der Düsenteilraumlänge, vorzugsweise Mittel zur variablen Einstellung der Länge (l) der auf der der Lamelle (26) gegenüber liegenden Seite den jeweiligen Düsenteilraum (24', 24") begrenzenden Düsenwand (34, 36), als auch Mittel zur variablen Einstellung des Vorstandes einer im Spaltbereich vorgesehenen Blende (42, 44) umfassen.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Lamelle (26) zumindest teilweise aus Kunststoff, insbesondere CFK, besteht.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Lamelle (26) teilweise aus Kunststoff, insbesondere CFK, und teilweise aus Metall besteht.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** Mittel vorgesehen sind, um die z-Orientierung in der Faserstoffbahn über die Mittel (32) zur variablen Einstellung unterschiedlicher Teilstrahlgeschwindigkeiten zu steuern und/oder zu regeln.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** Mittel zur Online-Überwachung, -Steuerung und/oder -Regelung der z-Orientierung in der Faserstoffbahn vorgesehen sind.



Fig.3

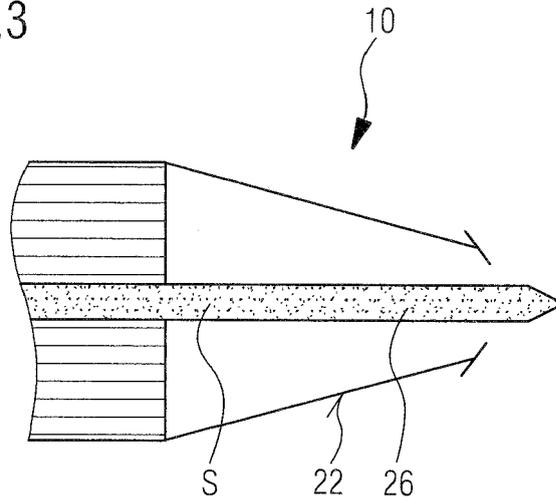
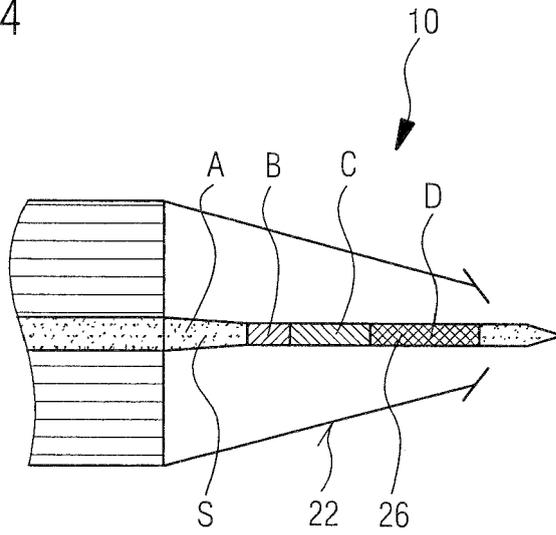


Fig.4



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0681057 A2 [0002]