



(51) Int. Cl.⁶: **D21F 9/00**, **D21F 1/02**

- **Begemann, Ulrich**
89522 Heidenheim (DE)
- **Guggemos, Adolf**
89522 Heidenheim (DE)

verhältnis-Querprofil. Dieses wird erreicht, indem in Kenntnis des Schrumpfverhaltens die Faserlage gezielt beeinflußt wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 zur Beeinflussung des Reißlängen-Querprofiles einer laufenden Faserstoffbahn in einer Papiermaschine mittels eines stoffdichteregelten Stoffauflaufs, der die Stoffsuspension auf ein bzw. zwischen zwei Siebe ausbringt.

Stoffaufläufe dieser Art sind beispielsweise aus folgenden Schriften bekannt:

- (1) DE 35 14 554 A1
- (2) US 5,196,091
- (3) DE 40 19 593 C2

Wesentliche Qualitätsmerkmale von Papierbahnen sind die Gleichmäßigkeit der Papierdicke, die Festigkeiten in Längs- und Querrichtung, die Faserorientierung und das Flächengewicht, jeweils über die Bahnbreite hinweg gesehen. Insbesondere das Flächengewichtprofil ist von entscheidender Bedeutung.

Aus DE 40 19 593 C2 sind Maßnahmen bekannt, um die Profile dieser Eigenschaften weitgehend gleichmäßig zu machen. Hierbei wird die Papierstoffsuspension der Strömungskammer des Stoffauflaufs mittels einer Mehrzahl von Kanälen zugeführt, die über die Maschinenbreite gleichmäßig verteilt parallel nebeneinander liegen. Jedem Kanal ist ein Mischer vorgeschaltet, mit dem sich die Konzentration und der Durchsatz im Kanal variabel einstellen läßt. Dank dieses Prinzips braucht man an den Lippen des Auslaufkanales des Stoffauflaufes keine Verstellspindeln. Die Lippen werden durch eine mehr oder minder steife Konstruktion gerade gehalten, so daß auch der Auslaufspalt zwischen den Lippen über die Breite hinweg gesehen eine konstante Weite hat. Bei anderen Konstruktionen - wie z. B. in der US 5196 091 - wird zusätzlich auch der Auslaufspalt verstellt.

Die Reißlänge stellt ein Maß für die Reißfestigkeit des Papiers dar. Dieses Maß gibt an, wie lang ein Papierstreifen sein kann, bis er unter der Last seines eigenen Gewichtes abreißt.

Die Reißlänge kann man in Längsrichtung der Papierbahn ermitteln, aber auch in Querrichtung. Ein besonderes Problem ist das sogenannte Reißlängenverhältnis. Hieraus kann man das Verhältnis R_L/R_Q (= Reißlängenverhältnis) ermitteln. Messungen haben ergeben, daß das Reißlängenverhältnis - über die Breite der Papierbahn hinweg gemessen - unterschiedlich groß ist. In einem mittleren Bereich über die Bahnbreite ist es einigermaßen konstant, während es nach den Rändern hin zunimmt, so daß das Reißlängenverhältnis - über die Papierbahn dargestellt, der Innenkontur einer nach oben oder nach unten offenen Badewanne ähnelt.

Eine Bahn mit einem großen Verhältnis von R_L/R_Q kann starke Zugkräfte in Längsrichtung aufnehmen. Dies ist besonders bei der Verarbeitung in schnell laufenden Druckmaschinen von Interesse. Dort sollte

somit R_L groß sein, in Bezug auf R_Q .

Hingegen ist bei sogenannten Formatpapieren sowie bei vielen Verpackungspapieren eine möglichst gleich große Festigkeit in Längsrichtung und in Querrichtung erwünscht. Ist dies nicht der Fall, sondern ist die Querfestigkeit an den Bahnrändern gering, so kommt es zu einem Abreißen des Blattes bei Beanspruchung in Querrichtung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Papierherstellungsprozeß derart zu gestalten, daß die Querprofile von Reißlängenverhältnis und Flächengewicht beeinflussbar sind, so daß sie vor allem geradlinig verlaufen, daß der obengenannte Badewanneneffekt weitgehend unterdrückt wird, und daß somit das Profil des Reißlängenverhältnisses - über die Bahnbreite betrachtet - möglichst geradlinig wird.

Den Erfindern war bekannt, daß das Reißlängenverhältnis mit der Faserausrichtung (= Faserorientierung) in der Papierbahn direkt korreliert, aber nicht allein dafür verantwortlich ist. Diese Faserorientierung ist Off-Line und On-Line meßbar. Im folgendem soll die Off-Line-Methode beschrieben werden. Man nimmt dazu von einem fertigen Papier-Wickel am Ende der Papiermaschine über die Breite der Bahn verschiedene Proben. An diesen Proben kennzeichnet man die Bahnlaufrichtung, die Maschinenlängsseiten - (Führer- und Triebseite) und das Maß X, d.h. das Abstandsmaß der Probe von oben auf das Papier blickend betrachtet vom - linken Rand.

Diese Off-Line-Meßmethode gibt einen guten Überblick über die Faserorientierung der aktuell produzierten Papierbahn, da die Produktionsprozesse zeitlich ausreichend stationär sind.

Zur Beurteilung der Faserorientierung wird auf die Papierprobe ein fiktives Koordinatensystem gelegt. Die Y-Achse weist dabei in Bahnlaufrichtung und die X-Achse entsprechend quer dazu. Unabhängig von der verwendeten Meßmethode wird nun in Abhängigkeit von dem Meßwinkel (positiver Winkel von positiver Y-Achse in Richtung positive X-Achse und negativer Winkel von positiver Y-Achse in Richtung negative X-Achse gemessen) beispielsweise die Reißlänge ermittelt. Die Darstellung der Ergebnisse in Form von Vektoren, deren Anfangspunkte sich im Ursprung des fiktiven Koordinatensystemes befinden, ergibt eine Halbellipse, deren Hauptachsen evtl. nicht mit den Koordinatenachsen zusammenfallen. Die Orientierung der Hauptachsen wurde in Bahnlaufrichtung bzw. im Uhrzeigersinn im rechten Winkel dazu festgelegt.

Es hat sich eingebürgert, die Halbellipsen punktsymmetrisch zu spiegeln und als Vollellipse darzustellen, was jedoch aus dem Grunde nicht korrekt ist, weil ein Meßwert unter einem bestimmten Winkel α natürlich den identischen - sich nur wiederholenden - Meßwert unter dem Winkel $\alpha +$ oder $- 180^\circ$ ergibt. Diese Ellipse soll im folgenden immer Faserorientierungsellipse genannt werden.

Das Verhältnis des Ortsvektors in Y-Richtung zu dem Ortsvektor in positiver X-Richtung ergibt dann das

sogenannte Reißlängen-Verhältnis. Der Wert ist dimensionslos. Der Winkel zwischen dem maximalen Ortsvektor und der positiven Y-Achse gibt den Faserorientierungswinkel an.

Diese Eigenschaft des richtungsabhängigen Festigkeitswertes des Papiers nennt man Anisotropie. Quantitativ wird sie beispielsweise mit dem Reißlängenverhältnis ausgedrückt.

Um die Eigenschaften Faserorientierung und Festigkeitseigenschaften über die Maschinenbreite - also das Querprofil - darzustellen, benötigt man mindestens drei Diagramme (Längs-Reißlänge, Quer-Reißlänge, Faserorientierungswinkel oder Reißlängenverhältnis, eine Reißlänge, Faserorientierungswinkel). Diese Diagramme bilden dann die Aussagen theoretisch unendlich vieler Faserorientierungsellipsen ab.

Aus der Praxis war den Erfindern bekannt, daß eine Papierbahn nicht nur in Längsrichtung beim Trocknen schrumpft, sondern auch in Querrichtung. In den Randbereichen schrumpft sie sogar besonders stark. Dieses so entstehende Querschrumpfprofil weist ebenfalls eine der Badewannenform ähnliche Kurve auf.

Papierfasern schrumpfen beim Trocknen zwar quer zu ihrer Längserstreckung stärker als in ihrer Längsrichtung, dennoch ist der stärkere Querschrumpfeffekt an den Rändern einer Papierbahn nicht allein mit einer für den Randbereich typischen Faserorientierung zu erklären.

Den Erfindern war außerdem bewußt, daß irgendwelche Maßnahmen zur Beeinflussung der Faserorientierung und damit der Beeinflussung des Reißlängenverhältnisses auf keinen Fall das Flächengewichtsquerprofil verschlechtern dürfen.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch den kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 gelöst.

Die Erfinder haben erkannt, daß trotz der Vielzahl der zu beachtenden und teilweise sich gegenseitig bedingenden Parametern gleichzeitig die Einstellung eines im wesentlichen ebenen Flächengewichts- und eines Reißlängenverhältnis-Querprofils möglich ist.

Seit der Erfindung der stoffdichtegeregelten Stoffaufläufe lassen sich gleichzeitig ein gutes Flächengewichts- und ein gutes Faserorientierungs-Querprofil einstellen.

Verfügt ein solcher Stoffauflauf zusätzlich noch über eine sektional verstellbare Blende, so besitzt man ein weiteres Steuerungselement. So kann z.B. der Effekt der Flächengewichtserhöhung an den Bahnrändern (bedingt durch den an den Rändern stärkeren Querschrumpf) damit kompensiert werden. Parallel dazu sind dann jedoch weitere Maßnahmen der Stoffdichte- und/oder Volumenstrombeeinflussung erforderlich, um für eine gute Faserorientierung zu sorgen.

Ein gleichmäßiges Faserorientierungs-Querprofil bedeutet aber nicht, daß gleichzeitig auch das Reißlängenverhältnis-Querprofil gut ist.

Um ein gleichmäßiges Reißlängenverhältnis-Querprofil zu erzielen, (d.h. Reduzierung der "Badewannenränder"), berücksichtigen die Erfinder die Veränderung

der Querreißlänge durch die Querschrumpfung, insbesondere die Veränderung der Querreißlänge im Bahnrandbereich. Die Faserlage über die Bahnbreite wird dabei bewußt im Randbereich anders eingestellt als im mittleren Bereich.

Die Hilfsmittel dazu sind die Beeinflussung der Faserlage durch sektional verschiedene Turbulenzzustände, Blendenöffnungen, Volumenströme, Stoffdichten, Differenzgeschwindigkeiten zwischen Sieb- und Stoffstrahl und Wandrauigkeiten.

Durch diese Maßnahmen läßt sich auch wahlweise das Naßdehnungsverhältnis-Querprofil der Papierbahn einstellen, weil es eine Abhängigkeit zwischen dem Naßdehnungsverhalten und der Reißlänge gibt.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin ist im übrigen folgendes dargestellt:

Figur 1: Ein Diagramm zur Darstellung des Reißlängenverhältnis-Querprofils einer Papierbahn.

Figur 2a bis c: Repräsentative Faserorientierungsellipsen mit einem Faserorientierungswinkel gleich Null einer Papierbahn vor dem Trocknen.

Figuren 3a bis c: Repräsentative Faserorientierungsellipsen mit einem Faserorientierungswinkel teilweise ungleich Null einer Papierbahn vor dem Trocknen.

Figuren 4a bis c: Repräsentative Faserorientierungsellipsen mit einem Faserorientierungswinkel gleich Null einer Papierbahn nach dem Trocknen.

Figuren 5a bis c: Repräsentative Faserorientierungsellipsen mit einem Faserorientierungswinkel teilweise ungleich Null einer Papierbahn nach dem Trocknen.

In dem Diagramm der Figur 1 zeigt skizzenhaft die Kurve 1 das Reißlängenverhältnis - Querprofil R_L/R_Q einer Bahn vor der Anwendung der erfindungsgemäßen Maßnahmen. Dabei geben A und B die jeweiligen Bahnränder an. Deutlich ist dabei das sogenannte "Badewannenprofil" zu erkennen. Der Graph 2 zeigt idealisiert das Reißlängenverhältnis-Querprofil nach der Anwendung der erfindungsgemäßen Maßnahmen. Der Graph 3 stellt den Faserorientierungswinkel α über die Breite einer Bahn dar, wie er in den Figuren 3a bis c als Repräsentanten eines bestimmten Faserorientierungsquerprofils zu sehen ist.

Die Figuren 2b bis 5b wurden beispielhaft so gewählt, daß ihr Faserorientierungswinkel Null ist. In der Praxis können sie aber bezogen auf den Randbereich einer Bahn aber geringfügig von diesem Wert abweichen.

Anstelle des beispielsweise idealen Reißlängenverhältnis-Querprofils 2 könnte man dieses auch ersatzweise durch die Graphen des Längs-Reißlängen-Querprofils R_L 4 und des Quer-Reißlängen-Querprofi-

les R_Q 5 ausdrücken.

In den Figuren 2a bis 5c wurde aus Anschauungsgründen die mehr oder weniger in Y-Richtung weisende Hauptachse 6 der Faserorientierungsellipsen mit gleicher Länge dargestellt. Die im Uhrzeigersinn im rechten Winkel dazu befindlichen Hauptachsen weisen (ebensofalls aus Anschauungsgründen) z.T. unterschiedliche Beträge auf.

In den Figuren 2a bis 2c fallen die Hauptachse 6 und die Hauptachsen 7, 8, 9 mit den Achsen des Koordinatensystemes zusammen. Somit verkörpern die Hauptachsen 6, 7, 8 und 9 gleichzeitig die Reißlängen dieser Proben. Das Reißlängenverhältnis ist bei den Figuren 2a und 2b etwa Eins. Für die Figur 2b ergibt sich ein positiver Wert größer Eins. Der Faserorientierungswinkel ist bei den Figuren 2a bis c jeweils Null.

In den Figuren 3a und 3c fallen wegen des Faserorientierungswinkels 10 bzw. 11 die Hauptachsen 6, 12 und 13 nicht mit den Reißlängen 14, 15 bzw. 16, 17 zusammen. Für die Figur 3b ist der Faserorientierungswinkel Null und deshalb fallen die Hauptachsen mit den Reißlängen zusammen. Die Figuren 3a bis c repräsentieren die Graphen 3 und 1 in der Figur 1.

Die Figuren 4a bis c entsprechen den Figuren 2a bis c nach der Trocknung der Papierbahn. Wie man an den Hilfslinien 18, 19, 21 und 22 ablesen kann, ist die Bahn in ihrer Breite dabei geschrumpft. Dabei zeigen die Hilfslinien 18 und 22 eine stärkere Schrumpfung im äußersten Randbereich an, als die Hilfslinien 19 und 21 im weiter zur Bahnmitte hin befindlichen Bereich.

Durch die erfindungsgemäße gezielte Einstellung der Faserlage im Randbereich einer Bahn in Abhängigkeit von ihrem Schrumpfungsverhalten ist nun die Querreißlänge derart eingestellt worden, daß für die Faserorientierungsellipsen im Randbereich das gleiche Reißlängenverhältnis entsteht, wie für den mittleren Bahnbereich. Mit anderen Worten: Aus der Hauptachse 7 wurde ein Vektor 23. Dabei entspricht der Vektor 23 im wesentlichen dem Vektor 8, da sich in der Bahnmitte die Schrumpfung durch Trocknung nur unwesentlich auswirkt.

Die Figuren 5a bis c entsprechen den Figuren 3a bis c nach der Trocknung der Papierbahn. Es gilt hier entsprechendes zu den Figuren 2a bis c bzw. Figuren 4a bis c. Die Reißlänge 24 der Figuren 5b entspricht denen der Figuren 5a und c.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Papierbahn mit einem im wesentlichen homogenen Flächengewichtsquerprofil und einem weiteren im wesentlichen homogenen Bahneigenschaftsquerprofil dadurch gekennzeichnet, daß das Bahneigenschaftsquerprofil über die Faserlage derart eingestellt wird, daß das Verhältnis der Reißlänge in Längsrichtung zu der Reißlänge in Querrichtung über die Bahnbreite im wesentlichen konstant ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reißlänge in Längsrichtung und die Reißlänge über die Papierbahnbreite im wesentlichen konstant sind.

3. Verfahren nach mindestens einen der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Papierbahn noch naß ist.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Papierbahn ihren Endtrockenwert erreicht hat.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlage durch die sektionale unterschiedliche Blendeneinstellung des Stoffauflaufes eingestellt wird.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlage durch die sektionale unterschiedliche Rauigkeit der strömungsführenden Wände des Stoffauflaufes eingestellt wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlage durch sektionale unterschiedliche Volumenströme im Stoffauflauf eingestellt wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlage durch sektional unterschiedliche Stoffdichten im Stoffauflauf eingestellt wird.

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlage durch sektional unterschiedliche Differenzgeschwindigkeiten zwischen Siebgeschwindigkeit und Stoffstrom eingestellt wird.

Fig.1

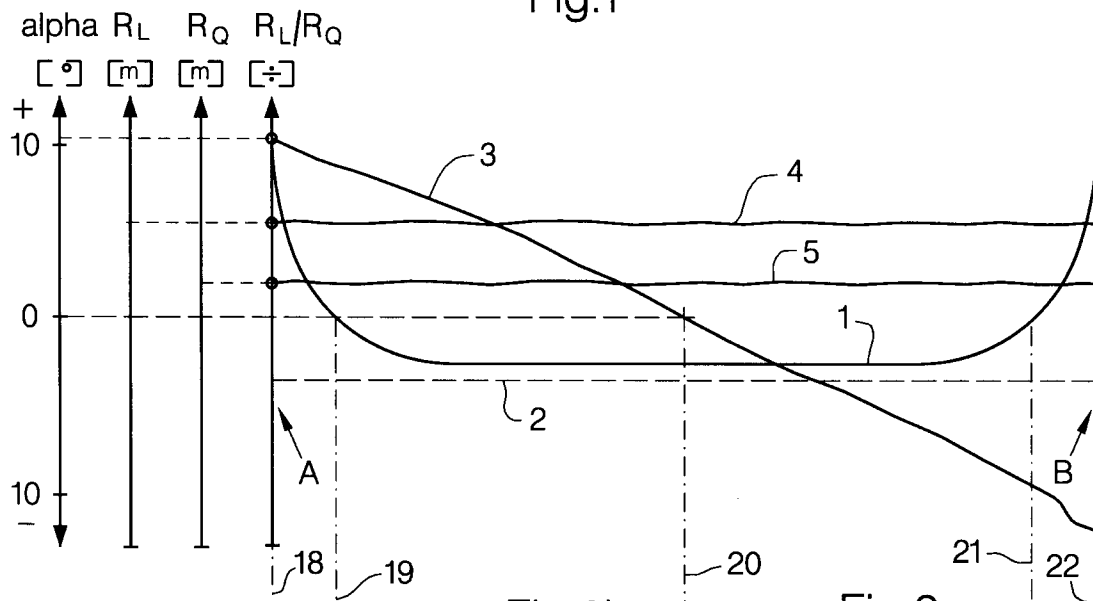


Fig.2a

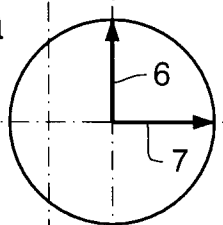


Fig.2b

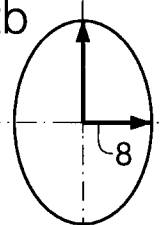


Fig.2c

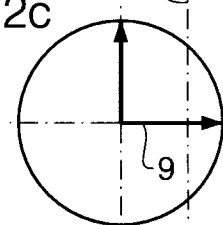


Fig.3a

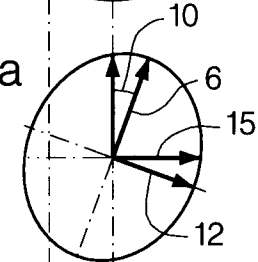


Fig.3b

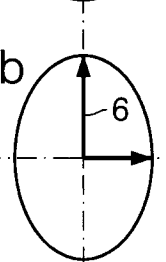


Fig.3c

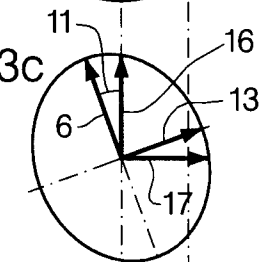


Fig.4a

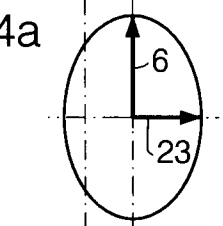


Fig.4b

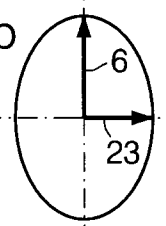


Fig.4c

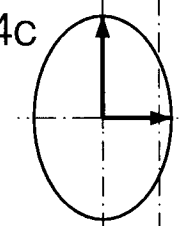


Fig.5a

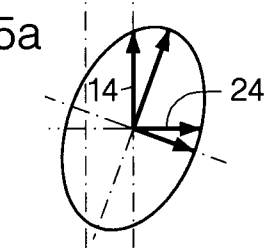


Fig.5b

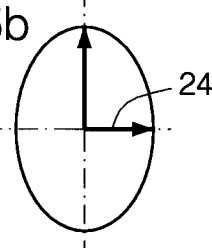


Fig.5c

