



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 35 989 C5 2010.04.01**

(12)

Geänderte Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 35 989.6**

(22) Anmeldetag: **08.08.1998**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **02.06.2005**

(45) Veröffentlichungstag
 des geänderten Patents: **01.04.2010**

(51) Int Cl.⁸: **D21G 7/00 (2006.01)**
D21G 1/00 (2006.01)

Patent nach Einspruchsverfahren beschränkt aufrechterhalten

(73) Patentinhaber:

V.I.B. Systems GmbH, 63477 Maintal, DE

(74) Vertreter:

Keil & Schaaflhausen Patentanwälte, 60322 Frankfurt

(72) Erfinder:

Winheim, Stefan, 60388 Frankfurt, DE; Mann, Rudolf, Dr., 60488 Frankfurt, DE; Diebel, Manfred, 63694 Limeshain, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE	43 01 023	C2
DE	38 19 762	C2
DE	37 35 438	C1
WO	00/03 086	A1
FI	9 81 594	
FI	9 81 594	
DE	35 45 123	C2

ROTHFUSS, Ulrich: In-Line- und Off-Line-Satinage von holzhaltigen , tiefdruckfähigen Naturpapieren, In: Wochenblatt für Papierfabrikation Nr. 11/12, 1993, S. 457-466

ROBERTSON, Rex, KUOSA, Harry, GENISOT, Tony, DÜRAUER, Rainer: Neue Generation Multinip-Kalander für mehr Veredelungspotential, In: Wochenblatt für Papierfabrikation, Nr. 23/24, 1997, S. 1174- 1181

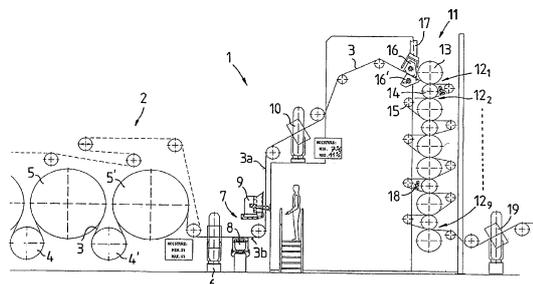
A. Granberg, T. Nylund and M. Rigdahl: "Calendering of a moistened woodfree uncoated paper", Nordic Pulp and Paper Research Journal no. 3/1996, S. 132-140

Keith Cutshall: "Cross Direction Control gives Major Improvement in Paper Uniformity", 1989 Wet End Operations, TAPPI Seminar Notes, S. 383-389

DAS PAPIER, 44. Jg. 1990, S. S12 u. S18

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Online-Kalandrierung von Papier**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Online-Kalandrierung von Papier mit hoher Glätte, wobei die aus der Papiermaschine kommende Papierbahn (3) online einem Superkalander (Multinip-Softkalander) (11) zugeführt wird, in dem sie zur Erzielung der gewünschten Glätteigenschaften eine Vielzahl von Walzenspalten (12₁-12₉) durchläuft, wobei die Papierbahn (3) vor dem Durchlaufen des ersten Walzenspaltes (12₁) befeuchtet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Befeuchtung mit Sprühnebel erfolgt, dass der Sprühnebel nach der Trockenpartie (2) der Papiermaschine und etwa 0,6 bis 1,2 s bevor die Papierbahn (3) den ersten Walzenspalt (12₁) durchläuft auf die Papierbahn (3) aufgebracht wird und dass die Papierbahn (3) unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt (12) des Superkalanders (11) mit Dampf befeuchtet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Online-Kalandrierung von Papier mit hoher Glätte nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Glanz und Glätte sind Kenngrößen einer Papierbahn, die nicht nur ihr Aussehen, sondern auch ihre weitere Verarbeitbarkeit beeinflussen. Für bestimmte Anwendungen sind Glanz und/oder Glätzwerte erwünscht, die möglichst gleichmäßig reproduzierbar sein sollten.

[0003] Der Glanz und die Glätte der Papierbahn werden üblicherweise dadurch erhöht, daß die Papierbahn im Anschluß an die Trockenpartie der Papiermaschine ein Glättwerk bestehend aus einem oder mehreren Walzenspalten durchläuft, wobei der Glanz und/oder die Glätte der Papierbahn durch den Druck im Walzenspalt und die Temperatur der den Walzenspalt bildenden Walzen erhöht wird. Hierdurch läßt sich der Glanz und die Glätte der Papierbahn jedoch nur in begrenztem Maße beeinflussen, da bei einer zu starken Erhöhung des Druckes im Walzenspalt die Papierbahn insgesamt stark komprimiert wird und einen Volumenverlust erleidet. Hierbei besteht außerdem die Gefahr, daß die Papierbahn an Steifigkeit verliert. Auch einer Erhöhung der Walzentemperatur sind Grenzen gesetzt, da dieses Vorgehen sehr energieaufwendig ist. So müssen zum Erzielen von Walzentemperaturen von 200°C laufend erhebliche Energiemengen zugeführt werden, da die Walzen durch die vorbeilaufende Papierbahn ständig gekühlt werden. Es wurde, beispielsweise bei Silikonpapieren, daher auch bereits versucht, den Glanz und die Glätte durch die Feuchtigkeit der Papierbahn zu beeinflussen. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die zugeführte Feuchtigkeit nach der Behandlung zumindest teilweise wieder entfernt werden muß, was weitere Verfahrensschritte nach sich zieht, die den zeitlichen und apparativen Aufwand bei der Papierbahnbehandlung erhöhen.

Stand der Technik

[0004] Grundsätzlich gibt es im wesentlichen zwei Arten von Glättwerken. Sog. Superkalander weisen eine Vielzahl übereinander angeordneter Walzen und dazwischen vorgesehener Walzenspalte auf, die von der Papierbahn durchlaufen werden. Durch die vielen Walzenspalte ergibt sich ein hoher Überdeckungsgrad und eine gute Verteilung der Satinagearbeit zwischen Druck und Temperatur. Superkalander sind üblicherweise offline vorgesehen, d. h., daß die aus der Papiermaschine kommende Papierbahn zunächst auf einen Tambour aufgewickelt und mit diesem zum Superkalander überführt wird, den sie dann mit einer erheblich geringeren Geschwindigkeit als der Papiermaschinengeschwindigkeit durchläuft. Die

Offline-Installation hat den Vorteil, daß sich die Papierbahn vor Eintritt in den Superkalander noch ausgleichen kann, so daß im Superkalander nicht mit den durch viele Faktoren beeinflussten Bedingungen aus der Papiermaschine gearbeitet werden muß. Der Installationsbedarf ist jedoch erheblich höher. Klassischerweise weist ein Superkalander einerseits beheizte Stahlwalzen und andererseits Papierwalzen oder mit Baumwolle bezogene Walzen auf. In neuerer Zeit werden auch sog. Multinip-Softkalander eingesetzt, bei denen statt der Papierwalzen Walzen mit Polymerbezügen verwendet werden. Diese weisen ein anderes elastisches Verhalten auf als die Papierwalzen, so daß mit kleinerem Nipdruck gearbeitet werden kann.

[0005] Zum zweiten gibt es sog. Maschinen- oder Softkalander, die online an eine Papiermaschine angeschlossen sein können und daher mit Papiermaschinengeschwindigkeit durchlaufen werden. Maschinenkalander weisen aber nur wenige Walzenspalte auf, so daß mit höherem Druck und Temperatur gearbeitet und die Papierbahn entsprechend stärker beansprucht wird. Wesentlicher Nachteil der Softkalander ist, daß nicht alle Papierarten in hohen Qualitäten veredelt werden können. Insbesondere ist es nicht möglich, mit einem Softkalander online hoch verdichtetes SC-A-Papier herzustellen. Zwar ist es in jüngerer Zeit gelungen, die Bedruckbarkeitseigenschaften eines mit 11 Walzenspalten superkalandrierten Naturtiefdruckpapiers auch mit nur 4 Walzenspalten eines Softkalanders zu erreichen, doch sind hierfür relativ hohe Walzentemperaturen und Druckspannungen in den Walzenspalten erforderlich. Auch sind diese Qualitäten nur bei einem Geschwindigkeitsbereich erreichbar, der für dieses Papier üblichen Satinageschwindigkeit im Superkalander entspricht. (vgl. Rothfuss, Ulrich: Inline- und Offline-Satinage von holzhaltigen, tiefdruckfähigen Naturdruckpapieren in: Wochenblatt für Papierfabrikation 1993, Nr. 11/12, Seite 457–466). Mithin können derartige Qualitäten nur bei Offline-Installation des Softkalanders erreicht werden.

[0006] Aus der DE 43 01 023 C2 ist es außerdem für Maschinenkalander bekannt, die Papierbahn unmittelbar vor dem Walzenspalt zu bedampfen und die Papierbahn durch den Nip zu führen, bevor sich die Temperatur und Feuchte in der Papierbahn ausgeglichen haben. Damit erreicht man nicht nur eine Befuchtung der Papierbahn, sondern erzielt gleichzeitig eine Temperaturerhöhung. Die im Dampf enthaltene Wärme überträgt sich beim Kondensieren auf die Papierbahn, so daß man durch diese Maßnahme eine Papierbahn erhält, die an der Oberfläche die notwendige Temperatur und die notwendige Feuchte aufweist. Wird nun diese Papierbahn durch den Walzenspalt geführt, beeinflußt der Walzenspalt vor allem den Oberflächenbereich der Papierbahn, während der mittlere (und untere) Bereich wesentlich we-

niger beeinflusst wird. Im mittleren (und unteren) Bereich erfolgt daher keine nennenswerte Veränderung in Dickenrichtung. Das Volumen der Papierbahn bleibt in höherem Maße erhalten, obwohl die Oberflächenqualität deutlich verbessert wird. Die Online-Herstellung von SC-A-Papieren ist jedoch mit derartigen Maschinenkalandern nicht möglich.

[0007] Aus der Veröffentlichung ROBERTSON, Rex; KUOSA, Harry; GENISOT, Tony; DÜRAUER, Rainer: Neue Generation Multinip-Kalander für mehr Veredelungspotential, in: Wochenblatt für Papierfabrikation Nr. 23/24, 1997, Seiten 1174 bis 1181 wird der gattungsgemäße OptiLoad-Kalander der Firma Valmet beschrieben, mit dem eine Online-Kalandrierung von Papier mit Qualitäten erreichbar sein soll, die bisher der Offline-Kalandrierung vorbehalten waren. Wesentlicher Gesichtspunkt des OptiLoad-Kalanders ist ein besonderer Belastungsmechanismus mit einstellbarer Eigengewichtentlastung, wodurch es möglich ist, die Walzengewichte im Stapel ganz oder teilweise zu entlasten. Auf diesem Wege kann der Gravitätsanstieg im Stapel (= Belastungswinkel) im Vergleich zu anderen Multinip-Kalandern voll oder teilweise ausgeschaltet werden. Hierzu wurden spezielle Kalanderwalzen mit konstanter Durchbiegung entwickelt. Durch Entlastung der Walzengewichte über Entlastungszylinder- und Hebearmeemechanismen, die jede Walzenanordnung an den Enden stützen und deren Gewicht je nach Bedarf entlasten, wird eine Kumulation der Eigengewichte von Nip zu Nip verhindert. Die Verbesserung der Papierqualität wird somit durch eine Beeinflussung der Druckverhältnisse im Nip beeinflusst. Am Rande wird auch die Verwendung von Dampfblaskästen im Zusammenhang mit der Steuerungsmöglichkeit der Zweiseitigkeit der Papierqualität erwähnt (Seite 1180, rechte Spalte, Zeile 8 von unten), doch wird auf den Einfluss der Bahnfeuchtigkeit auf die Papierqualität nicht näher eingegangen.

[0008] Aus der DE 37 35 438 C1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Kalanders sowie ein entsprechender Kalander bekannt, bei dem bei Schonung des spezifischen Volumens des Bahnmaterials die gewünschten Eigenschaften (Glätte, Glanz und dgl.) des Bahnmaterials dadurch erreicht werden sollen, dass die Oberwalze vor dem Schließen des obersten Walzenspaltes in einer dem Verlauf der obersten Mittelwalze entsprechende Form vorgeformt wird. Auch diese Druckschrift beschäftigt sich somit mit der Beeinflussung der Druckverhältnisse im Walzenspalt. Dem Kalander kann ferner eine Papierbahn-Befeuchtungseinrichtung vorgeschaltet sein, durch die die Papierbahn zusätzlich entsprechend der gewählten Walzentemperatur (Trocknungsleistung) befeuchtet wird, um die Festigkeit und Bedruckungseigenschaften der Papierbahn zu steigern. Aus [Fig. 2](#) ergibt sich, dass die Befeuchtungseinrichtung nahe an dem ersten Walzenspalt angeordnet ist, so dass

das Feuchtigkeitsprofil beim Durchlaufen des Walzenspaltes nicht ausgeglichen sein kann. Bei dem bekannten Kalander handelt es sich um einen Offline-Kalander, bei dem ganz andere Einflussfaktoren zu berücksichtigen sind, als bei der Online-Kalandrierung.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Papierqualität bei der Online-Kalandrierung noch weiter zu verbessern.

[0010] Diese Aufgabe wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Das Befeuchten von Papierbahnen mit Hilfe von Düsenfeuchtern ist grundsätzlich bekannt. Ein hierfür geeigneter Sprühkopf ist beispielsweise aus der DE 38 19 762 C2 bekannt. Da beim Besprühen aber einzelne Tropfen auf die Papierbahn aufgebracht werden, erfolgt zwangsläufig eine ungleichmäßige Befeuchtung der Papierbahn. Eine derartige Befeuchtung wird daher bislang nur bei der Offline-Behandlung von Papierbahnen eingesetzt, so daß die Feuchtigkeit ausreichend Zeit hat, sich gleichmäßig über die Papierbahn zu verteilen. Die Online-Befeuchtung wird bislang mittels Dampfblaskästen durchgeführt, wobei die beim Sprühnebel qua definitionem auftretende Tropfenbildung gerade verhindert werden soll. Mit der Erfindung wurde aber nun erkannt, daß die Wahl eines entsprechenden Abstandes zwischen der Sprühnebelbefeuchtung und dem ersten Walzenspalt des Superkalanders auch bei der Online-Installation und mit Papiermaschinengeschwindigkeit geförderter Papierbahn eine gleichmäßig befeuchtete Papierbahn erreichbar ist. Es wurde festgestellt, daß eine Zeitdauer von 0,6 bis 1,2 s, vorzugsweise 0,8 bis 1 s ausreicht, um eine gleichmäßig befeuchtete Papierbahn zu erhalten. Die örtliche Anordnung der Befeuchtungseinrichtung hängt somit wesentlich von der Papiermaschinengeschwindigkeit ab. Bei einer üblichen Papiermaschinengeschwindigkeit von bis zu 1.400 m/min ergibt sich bei einer angestrebten Einwirkzeit von 0,7 s ein räumlicher Abstand der Befeuchtungseinrichtung von dem ersten Walzenspalt von ca. 16 m. Dies ist in Papiermaschinen mit entsprechenden Umlenkungen der Papierbahn ohne weiteres realisierbar.

[0012] Um eine ausreichend schnelle Vergleichmäßigung der tropfenweise auf der Papierbahn auftretenden Feuchtigkeit zu gewährleisten, ist bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß der Sprühnebel als feiner gleichmäßiger Nebel mit einer durchschnittlichen Tropfengröße < 50 µm, vorzugsweise <= 20 µm aufgebracht wird. Die Bildung zu großer Tropfen würde eine Vergleichmäßigung der Feuchteverteilung in der Papierbahn ver-

hindern, was zu einer Qualitätsverschlechterung bei der Behandlung in den Walzenspalten führen würde.

[0013] Da die Papierbahn, insbesondere bei einer Bedampfung unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt, wie es in der DE 43 01 023 C2 vorgeschlagen wird, im Kalandrieren schonend behandelt wird, ist es möglich, dem Kalandrieren die Papierbahn mit einer relativ hohen Ausgangsfeuchte zuzuführen. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Papierbahn durch die Sprühnebelbefeuchtung um ca. 5 bis 7% erhöht wird. Ausgehend von einer durchschnittlichen Feuchte von 2 bis 4% nach verlassen der Papiermaschine weist die Papierbahn nach der Befeuchtung somit eine Feuchte von etwa 7 bis 11% auf. Durch den erhöhten Feuchtegehalt wird eine bessere Verformbarkeit der Papierbahn am ersten Nip des Superkalenders ermöglicht.

[0014] Ein besseres Eindringen der Feuchtigkeit in die Papierbahn wird in Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, daß der Sprühnebel mit Wasser mit verringerter Oberflächenspannung erzeugt wird. So wird der Sprühnebel erfindungsgemäß mit warmem Wasser erzeugt oder dem Sprühnebelwasser werden Tenside oder dergleichen zugesetzt, um die Oberflächenspannung zu verringern.

[0015] Die Tröpfchengröße wird erfindungsgemäß dadurch verringert, daß der Sprühnebel mit Luft versprüht wird.

[0016] Erfindungsgemäß ist weiter vorgesehen, daß die Feuchte der Papierbahn vor und/oder hinter dem Befeuchter ermittelt und daß die Befeuchtung in Abhängigkeit von den ermittelten Feuchte-Istwerten und vorgegebenen Sollwerten geregelt wird.

[0017] In Weiterbildung der Erfindung werden der Glanz und/oder die Glätte der Papierbahn gemessen und eventuelle Glanz- und/oder Glätteunterschiede über die Breite der Papierbahn ermittelt. Die einzelnen Sprühdüsen des Düsenbefeuchters können einzeln angesteuert werden, so daß die Nebelaufbringung in Querrichtung der Papierbahn auf die ermittelten Glanz- und/oder Glätteunterschiede abgestimmt werden kann.

[0018] Erfindungsgemäß werden die Ober- und Unterseite der Papierbahn befeuchtet, so daß die auf die einzelne Seite aufzubringende Feuchtigkeitsmenge entsprechend reduziert werden kann. Außerdem können bei einer lediglich einseitig befeuchteten Papierbahn Flachlageprobleme auftreten, d. h. es könnte eine leichte Aufbiegung der Randbereiche erfolgen.

[0019] Schließlich ist es Bestandteil der erfindungsgemäßen Lösung, daß die Papierbahn unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt des Superkalenders mit

Dampf befeuchtet und durch den Walzenspalt geführt wird, bevor die durch die Dampfbeaufschlagung entstandene erhöhte Feuchte der Oberfläche unter einem vorbestimmten Wert im Bereich von 12% bis 25% abgesunken ist. Hierdurch wird, wie bereits oben beschrieben, die Beeinflussung der Papierbahn durch den Walzenspalt im wesentlichen auf die Oberflächenbereiche der Papierbahn beschränkt und eine schonendere Behandlung der Papierbahn im Superkalander ermöglicht. Durch die Bedampfung können außerdem Flachlageprobleme kompensiert werden, so daß die Papierbahn ordnungsgemäß flach in den Superkalander eintritt.

[0020] Die Aufgabe wird bei einer Vorrichtung zur Online-Kalandrierung von Papier durch die Merkmale des Anspruchs 14 gelöst.

[0021] Erfindungsgemäß weist die Befeuchtungseinrichtung je wenigstens einen der Ober- und der Unterseite der Papierbahn zugeordneten Düsenfeuchter auf.

[0022] Gemäß der Erfindung ist an dem Düsenfeuchter eine Absaugung vorgesehen, mit der der Nebel im Aggregat gehalten werden kann und ein gleichmäßiger Abstand der Papierbahn zu den Düsen gewährleistet werden kann. Die Absaugung erzeugt einen Unterdruck, der die Tatsache kompensiert, daß die Papierbahn durch die Sprühbefeuchtung von dem Düsenfeuchter weggedrückt wird.

[0023] In Weiterbildung der Erfindung sind insbesondere die Düsen zur Befeuchtung der Oberseite der Papierbahn horizontal angeordnet, da eine nach unten gerichtete Besprühung zu Tropfenproblemen führen könnte.

[0024] Vorzugsweise sind in dem Düsenfeuchter eine Vielzahl von Sprühdüsen nebeneinander angeordnet, die erfindungsgemäß einzeln oder in Gruppen ansteuerbar sind. Dadurch wird es ermöglicht, festgestellte Glanz- und/oder Glätteunterschiede in Querrichtung der Papierbahn durch entsprechende Steuerung der Sprühstärke einzelner Sprühdüsen zu kompensieren.

[0025] Unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt des Superkalenders ist erfindungsgemäß eine Dampfabgabereinrichtung vorgesehen, so daß die durch die Dampfbeaufschlagung bewirkte Temperatur- und Feuchteerhöhung der Papierbahn noch nicht ausgeglichen ist, wenn die Papierbahn den Walzenspalt durchläuft.

[0026] In Weiterbildung dieses Erfindungsgedankens ist je eine Dampfabgabereinrichtung auf beiden Seiten der Papierbahn vor dem ersten Walzenspalt des Superkalenders angeordnet, so daß die Verbesserung der Glanz- und Glätteigenschaften sowohl

auf der Ober- als auch auf der Unterseite der Papierbahn gleichzeitig erfolgt.

[0027] In Weiterbildung der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß vor und/oder hinter der Befeuchtungseinrichtung ein Meßrahmen vorgesehen ist, mit dem die Feuchtigkeit der Papierbahn erfaßt wird, wobei die ermittelten Meßwerte zur Steuerung der Befeuchtungseinrichtung und/oder der Dampfabgabereinrichtung herangezogen werden.

Ausführungsbeispiel

[0028] Weiterbildungen, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung.

[0029] Es zeigen:

[0030] [Fig. 1](#) schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Online-Kalandrierung von Papier und

[0031] [Fig. 2](#) einen Schnitt durch einen Düsenfeuchter.

[0032] Eine Vorrichtung **1** zur Online-Herstellung von Papier mit hoher Glätte, insbesondere SC-A-Papier, weist zum einen eine Papiermaschine auf, von der in der Zeichnung lediglich der letzte Abschnitt der Trockenpartie **2** angedeutet ist. Die nähere Ausgestaltung der Papiermaschine spielt für die Erfindung keine Rolle.

[0033] In dem hier dargestellten Abschnitt der Trockenpartie **2** der Papiermaschine umläuft eine Papierbahn **3** zwei Saugwalzen **4**, **4'** und zwei Trocknungswalzen **5**, **5'**, wobei die Feuchtigkeit der Papierbahn **3** auf etwa 2 bis 4% abgesenkt wird und die Papierbahn die notwendige Stabilität erhält. Die Feuchtigkeit wird über einen Feuchtigkeitsmeßrahmen **6** erfaßt.

[0034] Anschließend an die Trockenpartie **2** durchläuft die Papierbahn **3** eine Befeuchtungseinrichtung **7**, die je einen Düsenfeuchter **8**, **9** für die Ober- und Unterseite **3a**, **3b** der Papierbahn **3** aufweist. Der Aufbau der Düsenfeuchter **8**, **9** wird später beschrieben. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß der der Oberseite **3a** der Papierbahn **3** zugeordnete Düsenfeuchter **9** derart angeordnet ist, daß das Aufsprühen der Feuchtigkeit auf die Papierbahn **3** im wesentlichen waagrecht erfolgt.

[0035] Im Anschluß an die Befeuchtungseinrichtung **7** wird der Feuchtegehalt der Papierbahn **3** wieder über einen Meßrahmen **10** erfaßt.

[0036] Anschließend wird die Papierbahn **3** online

einem Superkalander **11** zugeführt, der aus einer Vielzahl von Walzenspalten (Nips) **12₁-12₉** besteht, die nacheinander von der Papierbahn **3** durchlaufen werden. Mit Superkalander wird hier ein Multi-nip-Softkalander bezeichnet. Jeder Walzenspalt **12** wird durch eine Polymerwalze **13** und eine Stahlwalze **14** gebildet, die auf wenigstens 125°C, vorzugsweise bis auf 150°C aufgeheizt wird. Um die Papierbahn **3** durch die entsprechenden Walzenspalte **12** zu führen, sind Umlenkrollen **15** vorgesehen.

[0037] Unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt **12₁** des Superkalanders **11** ist eine Dampfabgabereinrichtung **16** vorgesehen, die insbesondere aus einem Dampfblaskasten bestehen kann, wie er in der DE 43 01 023 C2 beschrieben ist. Bei der dargestellten Ausführungsform sind Dampfabgabereinrichtungen **16**, **16'** auf der Ober- bzw. Unterseite **3a**, **b** der Papierbahn **3** vorgesehen. Der Dampfabgabereinrichtung **16**, **16'** ist eine Absaugung **17** zugeordnet, über die übersättigte Luft abgesaugt wird.

[0038] In dem Superkalander **11** sind vor weiteren Nips **12₂**, **12₇** weitere Dampfabgabereinrichtungen **18** vorgesehen, über die die Papierbahn **3** nachgefeuchtet wird, um den Feuchteverlust in den Walzenspalten **12** teilweise wieder auszugleichen.

[0039] Im Anschluß an den Superkalander **11** ist ein Meßrahmen **19** vorgesehen, der den Glanz und/oder die Glätte der Papierbahn **3** ermittelt.

[0040] In [Fig. 2](#) ist ein Düsenfeuchter **8**, **9**, mit dem die Befeuchtung der Papierbahn **3** in der Befeuchtungseinrichtung **7** erfolgt, näher dargestellt.

[0041] Der Düsenfeuchter **8**, **9** weist ein Gehäuse **20** auf, an dessen der Papierbahn zugewandten Seite eine Mehrzahl nebeneinander angeordneter Sprühdüsen **21**, wie sie beispielsweise aus der DE 38 19 762 C2 bekannt sind, angeordnet ist. Die Sprühdüsen **21** sind einzeln oder in Gruppen derart ansteuerbar, daß die Sprühstärke variiert werden kann. An dem Gehäuse **20** ist außerdem eine Tropfwanne **22** vorgesehen, in der sich kondensierende Flüssigkeit sammeln kann. Die Tropfwanne **22** ist zu Montage- und Wartungszwecken um ein Gelenk **23** verschwenkbar, so daß das Innere des Gehäuses **20** und die Sprühdüsen **21** zugänglich sind. An dem Gehäuse **20** ist im Bereich der Tropfwanne **22** außerdem eine Absaugung **24** vorgesehen, über die der Nebel in dem Aggregat gehalten und die Papierbahn auf einen gleichmäßigen Abstand zu den Sprühdüsen **21** gebracht werden kann. Um den Bereich, in dem Wasser auf die Papierbahn aufgesprüht wird, zu schützen und eine Störung der Befeuchtung zu vermeiden, sind an der Trieb- und Führerseite Randabdeckungen **25** vorgesehen, die einstellbare Dichtleisten **26** aufweisen können. Über Lochbleche **27** wird ein Druckausgleich im Sprühbereich erreicht und die

Rückführung von eventuell kondensierender Feuchtigkeit in die Tropfwanne **22** ermöglicht.

[0042] An Stelle des in [Fig. 1](#) gezeigten Superkalenders **11** kann auch ein sog. Double-Stack-Superkalender verwendet werden, bei dem zwei Gruppen von Walzenspalten hintereinander angeordnet sind, die nacheinander von der Papierbahn durchlaufen werden. Hierdurch wird die Bauhöhe des Kalenders vermindert. Im übrigen bleibt die Vorrichtung **1** unverändert. Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich bei einem Double-Stack-Superkalender in gleicher Weise durchführen wie bei dem in [Fig. 1](#) dargestellten Kalender.

[0043] Nachfolgend wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** beschrieben: Die in üblicher Weise aus der Trockenpartie **2** der Papiermaschine austretende Papierbahn **3** weist eine Feuchtigkeit von etwa 2 bis 4% (Gewichtsprozent) auf, die über den Meßrahmen **6** überprüft wird. In der Befeuchtungseinrichtung **7** wird über die Düsenfeuchter **8, 9** Sprühnebel auf die Ober- und Unterseite **3a, b** der Papierbahn **3** aufgesprüht. Da die Aufnahmedauer der Feuchtigkeit in die Papierbahn **3** wesentlich von der Tropfengröße abhängt, sollte die durchschnittliche Tröpfchengröße $< 50 \mu\text{m}$, vorzugsweise $\leq 20 \mu\text{m}$ sein. Insbesondere ist darauf zu achten, einen feinen gleichmäßigen Feuchtnebel zu erzeugen, der durch entsprechende Steuerung der Sprühköpfe **21** dosierbar ist. Um das Eindringen der Feuchtigkeit in die Papierbahn **3** zu erleichtern, ist die Oberflächenspannung des für den Sprühnebel verwendeten Wassers durch Erwärmen und/oder den Zusatz von Tensiden oder dergleichen verringert. Im Anschluß an die Befeuchtung in der Befeuchtungseinrichtung **7** wird die Feuchtigkeit der Bahn im Meßrahmen **10** erneut überprüft, wobei die Papierbahn **3** hier eine Feuchte von etwa 7 bis 11% aufweist. Mit der Befeuchtungseinrichtung wird somit eine Feuchteerhöhung um 5 bis 7% erreicht. Um zu gewährleisten, daß sich die tropfenförmig auf die Papierbahn **3** aufgebraute Feuchtigkeit gleichmäßig in der Papierbahn verteilen kann, ist die Befeuchtungseinrichtung **7** etwa 0,6 bis 1,2, vorzugsweise 0,8 bis 1 s vor dem ersten Walzenspalt **12₁**, des Superkalenders **11** angeordnet. Gegebenenfalls reicht es auch aus, wenn die Befeuchtungseinrichtung **7** nur 0,4 bis 0,6 s vor dem ersten Walzenspalt **12₁**, angeordnet ist. Die örtliche Lokalisierung der Befeuchtungseinrichtung **7** hängt somit von der Papiermaschinengeschwindigkeit ab. Bei einer Papiermaschinengeschwindigkeit von etwa 1.400 m/min und einem gewünschten Zeitintervall von 0,7 s zwischen Befeuchtung und erstem Walzenspalt ergibt sich somit ein Abstand von etwa 16,3 m. Bei einer Veränderung der Papiermaschinengeschwindigkeit muß die Befeuchtungseinrichtung **7** entsprechend verschoben werden.

[0044] Mit der Dampfabgabereinrichtung **16, 16'** wird

nun unmittelbar vor dem ersten Nip **12₁**, des Superkalenders **11** heißer, tröpfchenfreier Dampf auf die Papierbahnoberfläche aufgebracht, wobei die Dampftemperatur in der Dampfblaskammer der Dampfabgabereinrichtung **16, 16'** etwa im Bereich von 102°C bis 110°C liegt, um ein Kondensieren des Dampfes auszuschließen. Die Dampfabgabereinrichtung **16, 16'** wird möglichst dicht an den Walzenspalt **12₁**, herangebracht, wobei die Entfernung wiederum in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, mit der die Papierbahn **3** den Walzenspalt **12** durchläuft, eingestellt werden kann. Der aus der Dampfabgabereinrichtung **16, 16'** austretende Dampf breitet sich mit einem relativ gleichmäßigen Druck und einer gleichmäßigen hohen Geschwindigkeit von beispielsweise 25 m/s oder mehr aus. Sobald der Dampf mit der relativ kalten Papierbahn **3** in Berührung kommt, kondensiert er, wobei er die Temperatur an der Oberfläche der Papierbahn **3** drastisch erhöht. Bei einer etwa 30°C kalten Papierbahn **3** wird die Oberfläche nach der Kondensation des Dampfes etwa 90°C heiß sein. Gleichzeitig bildet sich durch den kondensierten Dampf ein Feuchtigkeitsfilm, dessen Stärke beispielsweise im Bereich eines Tausendstelmillimeters liegt. Bei der Kondensation ergibt sich eine fast schlagartige Temperaturerhöhung der Oberfläche der Papierbahn **3**, die sich aber innerhalb sehr kurzer Zeit über die Dicke der Papierbahn **3** ausgleicht, so daß die Papierbahn **3** innerhalb von Sekundenbruchteilen eine gleichmäßige Temperaturverteilung hat. Die Vergleichmäßigung der Feuchteverteilung dauert etwas länger, da die Feuchtigkeit langsamer als die Temperatur in die Papierbahn **3** eindringt. (Bei der Bedampfung erfolgt die Vergleichmäßigung jedoch erheblich schneller als bei der Sprühnebelbefeuchtung.) Deswegen hat die oberste Schicht (bei einem SC-A-Papier eines Stoffgewichts von ca. 50 g/m² etwa ein Drittel der Papierbahn) eine wesentlich höhere relative Feuchtigkeit als der mittlere Bereich der Papierbahn **3**. Je weiter die Feuchtigkeit in das Innere der Papierbahn **3** vordringt, desto stärker nimmt die relative Feuchtigkeit ab. Bevor die Feuchte der Oberfläche (oberes bzw. bei Bedampfung von unten unteres Drittel) der Papierbahn **3** aber unter einen vorbestimmten Wert im Bereich von 12% bis 25%, insbesondere von 16 bis 25% abgesunken ist, durchläuft die Papierbahn **3** den ersten Nip **12₁**, des Superkalenders **11**. Auch die Temperatur der Papierbahn **3** ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgeglichen, vielmehr sollte die durch die Dampfbeaufschlagung bedingte Temperaturerhöhung im mittleren Drittel der Papierbahn das l/e-fache der Temperaturerhöhung der Oberfläche der Papierbahn noch nicht erreicht haben.

[0045] In dem ersten Nip **12₁**, des Superkalenders **11** wird die Papierbahn **3** behandelt, indem die Oberfläche der Papierbahn **3**, die noch die erhöhte Temperatur und Feuchtigkeit aufweist, geglättet bzw. mit erhöhtem Glanz versehen wird. Die weiter innen liegen-

den Bereiche der Papierbahn **3** werden durch den Walzenspalt **12₁** nicht nennenswert verändert. Anschließend durchläuft die Papierbahn **3** die weiteren Walzenspalte **12₂** bis **12₉** des Superkalenders **11**, wobei die Papierbahn **3** vor einzelnen Nips noch durch die Dampfabgabeeinrichtungen **18** nachgefeuchtet wird, um die Glanz- und Glätteerhöhung zu verbessern.

[0046] Auf der Basis der ermittelten Meßwerte der Meßrahmen **6** und **10** und vorgegebener Sollwerte wird die Befeuchtung durch die Befeuchtungseinrichtung **7** und die Dampfabgabe durch die Dampfabgabeeinrichtungen **16**, **16'** gesteuert. In ähnlicher Weise dienen die von dem Meßrahmen **19** ermittelten Glanz- und/oder Glättewerte zusammen mit entsprechend vorgegebenen Sollwerten zur Steuerung der Dampfbeaufschlagung in der Dampfabgabeeinrichtung **16**, **16'** sowie ggf. der Heizung der Kalanderrollen **14**.

[0047] Mit der Erfindung wird dem Superkalender **11** eine Papierbahn **3** mit hoher Anfangsfeuchte zugeführt, was in Verbindung mit der schonenden Behandlung der Papierbahn mit hoher Feuchtigkeit und Temperatur in den Oberflächenbereichen die Online-Herstellung von Papier mit hervorragenden Glättewerten ermöglicht.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	Trockenpartie
3	Papierbahn
3a	Oberseite
3b	Unterseite
4, 4'	Saugwalze
5, 5'	Trocknungswalze
6	Meßrahmen (Feuchte)
7	Befeuchtungseinrichtung
8	Düsenfeuchter
9	Düsenfeuchter
10	Meßrahmen (Feuchte)
11	Superkalender
12₁-12₉	Walzenspalt (Nip)
13	Polymerwalze
14	Stahlwalze
15	Umlenkrolle
16, 16'	Dampfabgabeeinrichtung
17	Absaugeinrichtung
18	Dampfabgabeeinrichtung
19	Meßrahmen (Glanz)
20	Gehäuse
21	Sprühkopf
22	Tropfwanne
23	Gelenk
24	Absaugung
25	Randabdeckung
26	Dichtleiste
27	Lochblech

Patentansprüche

1. Verfahren zur Online-Kalandrierung von Papier mit hoher Glätte, wobei die aus der Papiermaschine kommende Papierbahn (**3**) online einem Superkalender (Multinip-Softkalender) (**11**) zugeführt wird, in dem sie zur Erzielung der gewünschten Glätteigenschaften eine Vielzahl von Walzenspalten (**12₁-12₉**) durchläuft, wobei die Papierbahn (**3**) vor dem Durchlaufen des ersten Walzenspaltes (**12₁**) befeuchtet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Befeuchtung mit Sprühnebel erfolgt, dass der Sprühnebel nach der Trockenpartie (**2**) der Papiermaschine und etwa 0,6 bis 1,2 s bevor die Papierbahn (**3**) den ersten Walzenspalt (**12₁**) durchläuft auf die Papierbahn (**3**) aufgebracht wird und dass die Papierbahn (**3**) unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt (**12**) des Superkalenders (**11**) mit Dampf befeuchtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprühnebel etwa 0,8 bis 1 s bevor die Papierbahn (**3**) den ersten Walzenspalt (**12₁**) durchläuft auf die Papierbahn (**3**) aufgebracht wird

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprühnebel als feiner gleichmäßiger Nebel mit einer durchschnittlichen Tropfengröße < 50 µm, vorzugsweise <= 20 µm, aufgebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Feuchtigkeitsgehalt der Papierbahn (**3**) durch die Sprühnebelbefeuchtung um ca. 5 bis 7 Gewichtsprozent erhöht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Feuchtegehalt der Papierbahn (**3**) nach der Sprühnebelbefeuchtung etwa 7 bis 11 Gewichtsprozent beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprühnebel mit Wasser mit verringerter Oberflächenspannung erzeugt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprühnebel mit warmem Wasser erzeugt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sprühnebelwasser Tenside oder dergleichen zugesetzt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprühnebel mit Luft versprüht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Feuchte der Papierbahn (3) vor und/oder hinter der Sprühnebelbefeuchtung ermittelt wird und dass die Sprühnebelbefeuchtung in Abhängigkeit von den ermittelten Feuchte-Istwerten und vorgegebenen Sollwerten geregelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eventuelle Glanz- und/oder Glätteunterschiede über die Breite der Papierbahn (3) ermittelt werden und dass die Nebelaufbringung in Querrichtung der Papierbahn (3) hierauf abgestimmt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ober- und Unterseite (3a, b) der Papierbahn (3) mit Sprühnebel befeuchtet wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Papierbahn durch den ersten Walzenspalt (12₁) geführt wird, bevor die durch die Dampfbeaufschlagung entstandene erhöhte Feuchte der Oberfläche unter einen vorbestimmten Wert im Bereich von 12% bis 25% abgesunken ist.

14. Vorrichtung zur Online-Kalandrierung von Papier mit einer Papiermaschine mit einer Trockenpartie (2) und einem hinter der Trockenpartie (2) online angeordneten Superkalender (Multinip-Softkalender) (11) mit einer Vielzahl von Walzenspalten (12₁-12₉), die von der Papierbahn (3) durchlaufen werden, wobei im Anschluss an die Trockenpartie (2) der Papiermaschine eine Befeuchtungseinrichtung (7) mit wenigstens einem Düsenfeuchter (8, 9) zur Aufbringung eines Sprühnebels auf die Papierbahn (3) vorgesehen ist, wobei die Befeuchtungseinrichtung (7) derart von dem Superkalender (11) beabstandet ist, dass die Papierbahn (3) den ersten Walzenspalt (12₁) etwa 0,6 bis 1,2 s nach der Befeuchtung durchläuft, und wobei an dem Düsenfeuchter (8, 9) eine Absaugung (24) vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Befeuchtungseinrichtung (7) je wenigstens einen der Ober- und der Unterseite (3a, b) der Papierbahn (3) zugeordneten Düsenfeuchter (8, 9) aufweist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Düsenfeuchter (8, 9) eine Vielzahl von Sprühhöpfen (21) nebeneinander angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühhöpfe (21) einzeln oder in Gruppen ansteuerbar sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, da-

durch gekennzeichnet, dass insbesondere die Sprühhöpfe (21) zur Befeuchtung der Oberseite (3a) der Papierbahn (3) horizontal angeordnet sind.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar vor dem ersten Walzenspalt (12₁) des Superkalenders (11) eine Dampfabgabereinrichtung (16, 16') vorgesehen ist, so dass die durch die Dampfbeaufschlagung bewirkte Temperatur- und Feuchteerhöhung der Papierbahn (3) nicht ausgeglichen ist, wenn die Papierbahn (3) den Walzenspalt (12₁) durchläuft.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass je eine Dampfabgabereinrichtung (16, 16') auf beiden Seiten der Papierbahn (3) vor dem ersten Walzenspalt (12₁) des Superkalenders (11) angeordnet ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass vor und/oder hinter der Befeuchtungseinrichtung (7) ein Messrahmen (6, 10) vorgesehen ist, mit dem die Feuchtigkeit der Papierbahn (3) erfassbar ist, wobei die ermittelten Messwerte zur Steuerung der Befeuchtungseinrichtung (7) und/oder der Dampfabgabereinrichtung (16, 16') herangezogen werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

