

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 735 185 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.1996 Patentblatt 1996/40

(51) Int. Cl.⁶: D21G 1/00

(21) Anmeldenummer: 96104020.1

(22) Anmeldetag: 14.03.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FI FR GB

(72) Erfinder: van Haag, Rolf, Dr.
47647 Kerken (DE)

(30) Priorität: 27.03.1995 DE 19511145

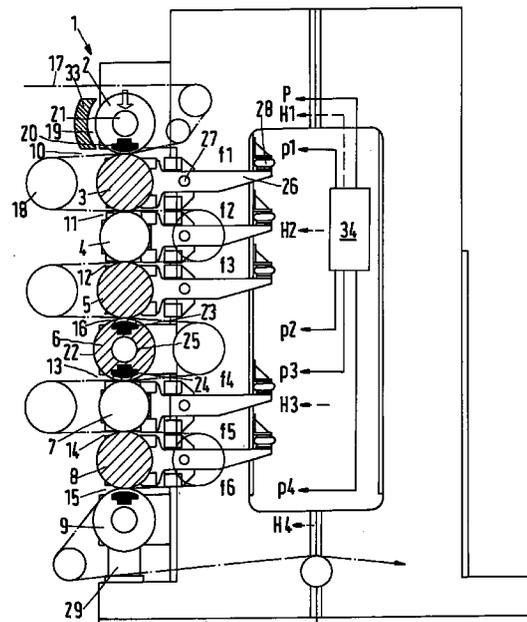
(74) Vertreter: Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing.,
Patentanwälte Dr. Knoblauch et al
Kühhornshofweg 10
60320 Frankfurt (DE)

(71) Anmelder: Voith Sulzer Finishing GmbH
47803 Krefeld (DE)

(54) Kalandr für die zweiseitige Papierbehandlung

(57) Ein Kalandr für die zweiseitige Papierbehandlung besitzt einen Walzenstapel (2). Zwischen jeweils einer harten und einer weichen Walze werden Arbeitspalte (10 bis 15) und zwischen zwei weichen Walzen ein Wechselspalt (16) gebildet. Der Stapel weist 8 Walzen (2 bis 9) auf, von denen die beiden mittleren Walzen (5, 6) den Wechselspalt (16) bilden. Eine der Zwischenwalzen (6) ist eine Biegeeinstellwalze mit Mantelhub, die eine obere druckbelastbare Stützvorrichtung (23) und eine untere druckbelastbare Stützvorrichtung (24) aufweist. Die von der oberen Stützvorrichtung (23) auf den Mantel (22) ausgeübte Stützkraft ist größer als die von der unteren Stützvorrichtung (24) ausgeübte Stützkraft. Auf diese Weise kann beiden Seiten der Papierbahn annähernd die gleiche Satinagebehandlung gegeben werden.

Fig.1



EP 0 735 185 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kalanders für die zweiseitige Papierbehandlung mit einem Walzenstapel, der eine harte Oberwalze, eine harte Unterwalze und dazwischen weitere harte und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte und einen zwischen zwei weichen Walzen gebildeten Wechselspalt aufweist und der durch an den Stapelenden angreifende Kräfte in Stapelrichtung belastbar ist.

Derartige Kalanders sind beispielsweise aus dem Prospekt "Die neuen Superkalanders-Konzepte" der Firma Sulzer Papertec Krefeld GmbH aus Mai 1994 bekannt. Sie dienen dazu, gestrichene und ungestrichene Papiere zu satinieren, beispielsweise Druckpapiere oder Silicon-Rohpapiere. Als "harte" Walzen bezeichnet man Metallwalzen mit einer glatten und harten Oberfläche, die im wesentlichen für die Glätte und den Glanz verantwortlich sind. Als "weiche" Walzen bezeichnet man Walzen mit einer elastischen oder weichen Oberfläche, die im wesentlichen für eine gleichmäßige Verdichtung sorgen. Der Wechselspalt ist erforderlich, damit beide Seiten der Papierbahn eine etwa gleichmäßige Behandlung erfahren. Üblich ist es, einen Kalanders mit 12 bis 16 Walzen zu verwenden, wobei sich der Wechselspalt in der unteren Hälfte des Stapels befindet. Hiermit wird der Tatsache Rechnung getragen, daß die den Stapel von oben nach unten durchlaufende Papierbahn oben in geringerem Maße geglättet wird als unten, weil die zumeist vom oberen Ende her wirkende Belastung durch die Gewichte der Walzen und eventuell damit verbundener Teile, wie überhängender Gewichte, nach unten hin zunimmt. Dies führt zu einer von oben nach unten zunehmenden Streckenlast bzw. Druckspannung und/oder Verweilzeit in den Arbeitsspalten. Diese Kalanders haben daher eine große Bauhöhe und sind aufgrund der großen Anzahl von Walzen sehr teuer.

Aus EP 0 230 563 A1 ist eine Vorrichtung zum Positionieren von Walzenflächen bekannt, bei der ein Walzenstapel mit sieben Walzen vorgesehen ist, von denen die Oberwalze, die Unterwalze und die Mittelwalze als Biegeeinstellwalze ausgebildet sind. Die übrigen Walzen sind an Hebeln gelagert. Hydraulische Stellmotoren, die an den Hebeln bzw. an den Enden der Biegeeinstellwalzen angreifen, dienen dazu, die Walzenfläche zu heben, abzusenken, in gewünschter Lage zu halten und von den Einwirkungen der überhängenden Gewichte zu entlasten. Weiche Walzen und mit ihrer Hilfe gebildete Arbeits- und Wechselspalte zur Beseitigung der Unterschiede auf beiden Seiten der Papierbahn sind nicht erwähnt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kalanders der eingangs beschriebenen Art anzugeben, der weitgehend die gleichen Satinageergebnisse für eine bestimmte Papiersorte sicherstellt, aber eine kleinere Bauhöhe hat und dessen Herstellungs- und Betriebskosten geringer sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Stapel 8 Walzen aufweist, von denen die beiden mittleren Walzen den Wechselspalt bilden, daß eine der Zwischenwalzen eine Biegeeinstellwalze mit Mantelhub ist, deren Mantel durch eine obere druckbelastbare Stützvorrichtung und eine untere druckbelastbare Stützvorrichtung auf einem den Mantel durchsetzenden Träger abgestützt ist, und daß die von der oberen Stützvorrichtung auf den Mantel ausgeübte Stützkraft größer ist als die von der unteren Stützvorrichtung ausgeübten Stützkraft.

Bei dieser Konstruktion ist die Anzahl der Arbeitsspalte oberhalb des Wechselspalts gleich der Anzahl der Arbeitsspalte unterhalb des Wechselspalts und damit geringer als beim bekannten Superkalanders. Trotzdem wird das gleiche Satinageergebnis wie bei einem 12-Walzen-Kalanders erzielt, weil in allen Arbeitsspalten mit verhältnismäßig großer Streckenlast gearbeitet werden kann. Insbesondere bewirkt die mittlere Biegeeinstellwalze, daß die oberhalb des Wechselspalts an den harten Walzen anliegende Papierseite eine ähnliche Behandlung erfährt, wie die unterhalb des Wechselspalts an den harten Walzen anliegende Papierseite. Sowohl im untersten Arbeitsspalt der unteren Hälfte des Stapels auch im untersten Arbeitsspalt der oberen Hälfte des Stapels kann mit der maximal zulässigen Druckspannung gearbeitet werden. Entsprechend groß können auch die Druckspannungen in den darüber befindlichen Spalten sein. Die drei Walzenpalte oberhalb des Wechselspalts beim 8-Walzen-Kalanders erzielen das gleiche Resultat wie beim 12-Walzen-Kalanders die ersten sieben Arbeitsspalte. Da eine Biegeeinstellwalze mit Mantelhub verwendet wird, kann sie in einem Stapel verwendet werden, dessen Walzen in üblicher Weise, beispielsweise durch Absenken der Unterwalze, voneinander getrennt werden können.

Da der Kalanders eine geringere Bauhöhe hat, benötigt man auch niedrigere Gebäude, was die Aufstellungskosten erheblich senkt. Des weiteren ist der Kalanders wegen der geringeren Walzenzahl sowohl in der Herstellung als auch im Betrieb kostengünstig.

Günstig ist es, daß eine der beiden mittleren Walzen als Biegeeinstellwalze ausgebildet ist. Die Entkopplung des oberen und des unteren Belastungssystems ist besonders groß, weil der Mantel der mit einem Bezug versehenen Biegeeinstellwalze leichter verformbar ist. Außerdem wirken die unterschiedlichen Belastungen je auf einer Hälfte des Stapels.

Dies gilt insbesondere, wenn die fünfte Walze von oben als Biegeeinstellwalze ausgebildet ist. Der Einfluß des Walzengewichts auf den untersten Arbeitsspalt ist dann am geringsten.

Des weiteren empfiehlt es sich, daß die Zwischenwalzen mit Ausnahme der Biegeeinstellwalze an Hebeln gelagert sind, die durch Kompensatoren zum Ausgleich überhängender Gewichte belastet sind. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß nur das Walzengewicht, nicht aber überhängende Gewichte u.dgl. in die in

jedem Arbeitsspalt herrschende Streckenlast einget. Dies ergibt eine steile Belastungskennlinie, gemäß der in allen Arbeitsspalten mit verhältnismäßig hoher Streckenlast gearbeitet werden kann.

Günstig ist es, daß die Summe der Streckenlasten in den Arbeitsspalten oberhalb des Wechselpalts 80% bis 120% der Summe der Streckenlasten der Arbeitsspalte unterhalb des Wechselpalts beträgt. Die Summe der Streckenlasten ist ein guter Anhaltspunkt für die mechanische Einwirkung auf das Papier. Auch wenn die Summe der Streckenlasten oberhalb des Wechselpalts nicht identisch mit der Summe der Streckenlasten unterhalb des Wechselpalts ist, erhält man dennoch den Forderungen der Praxis voll entsprechende, hervorragende Satinageergebnisse.

Die Kalandrierleistung läßt sich noch besser dadurch berücksichtigen, daß die Summe der Produkte aus Verweilzeit und mittlerer Druckspannung in den Arbeitsspalten oberhalb des Wechselpaltes 80% bis 120% der Summe der genannten Produkte in den Arbeitsspalten unterhalb des Wechselpalts beträgt. Denn Verweilzeit und Druckspannung sind zwei maßgebende Faktoren für die Papierverformung.

Als vorteilhafte Maßnahme wird angesehen, daß die Walzen selbst ein geringes Gewicht haben. Dies geschieht bei den harten Walzen dadurch, daß sie den kleinstmöglichen Durchmesser und eine möglichst dünne Wandstärke aufweisen. Bei den weichen Walzen sollte man anstelle der kompakten und schweren Walzen mit Papierbezug leichter bauende Konstruktionen verwenden.

Dies kann vorzugsweise dadurch geschehen, daß die weichen Walzen Hohlräume enthalten. Insbesondere kommen hierfür mit einem Bezug versehene Hohlrohre in Betracht.

Vorteile bietet es auch, wenn die weiche Walze einen Kunststoffmantel aufweist. Solche Bezüge sind wesentlich dünner als Papierbezüge und dementsprechend leichter.

Hierbei empfiehlt es sich ferner, daß die weiche Walze einen Mantel aus faserverstärktem Kunststoff, wie Epoxidharz aufweist. Durch die Faserverstärkung, insbesondere mit Kohlefasern, läßt sich Stabilität und geringes Gewicht miteinander vereinen.

In weiterer Ausgestaltung ist dafür gesorgt, daß zumindest eine harte Walze beheizbar ist. Dies ermöglicht es, thermische Verformungsenergie zuzuführen, so daß insgesamt mit einer geringeren Streckenlast gearbeitet werden kann. Hinzu kommt aber, daß man durch unterschiedliche Beheizung in den verschiedenen Arbeitsspalten noch ein höheres Maß der Anpassung des Satinageergebnisses auf beiden Papierbahnseiten erzielen kann.

Mit Vorteil sind die Ober- und/oder Unterwalze beheizbar. Schon im ersten und auch im letzten Spalt ist daher Wärme zuführbar, was auf beiden Seiten der Papierbahn Korrekturmöglichkeiten bietet.

Vorzüge bietet es auch, daß die Ober- und/oder Unterwalze eine Biegeeinstellwalze ist. Die Durch-

biegungssteuerung erlaubt es, die Streckenlast über die Breite der Papierbahn konstant zu halten, um so ein sehr gleichmäßiges Satinageergebnis zu erzielen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kalenders und

Fig. 2 einen Schnitt durch eine weiche Walze.

Der veranschaulichte Kalender 1 weist einen Walzenstapel auf, der aus acht Walzen besteht, nämlich einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Oberwalze 2, einer weichen Walze 3, einer beheizbaren harten Walze 4, einer weichen Walze 5, einer durchbiegungssteuerbaren weichen Walze 6, einer beheizbaren harten Walze 7, einer weichen Walze 8 und einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Unterwalze 9. Auf diese Weise ergeben sich sechs Arbeitsspalte 10 bis 15, die je durch eine harte Walze und eine weiche Walze begrenzt sind, und in deren Mitte ein Wechselpalt 16, der durch zwei weiche Walzen 5 und 6 begrenzt ist.

Eine Papierbahn 17 wird aus einer Papiermaschine zugeführt, durchläuft unter der Führung von Leitrollen 18 die Arbeitsspalte 10 bis 12, den Wechselpalt 16 und die Arbeitsspalte 13 bis 15, worauf sie in einer Wickelvorrichtung aufgewickelt wird. In den drei oberen Arbeitsspalten 10 bis 12 liegt die Papierbahn mit der einen Seite, in den drei unteren Arbeitsspalten 13 bis 15 mit der anderen Seite an den harten Walzen an, so daß beidseitig die gewünschte Oberflächenstruktur, beispielsweise Glanz oder Glätte erreicht wird.

Oberwalze 2 und Unterwalze 9 sind als Biegeeinstellwalzen ausgebildet, bei denen der Walzenmantel 19 durch eine Reihe von Stützelementen 20 auf einem drehfesten Träger 21 abgestützt sind. Auch die weiche Walze 6 ist als Biegeeinstellwalze ausgebildet, wobei der Mantel 22 über eine obere Stützvorrichtung 23, gebildet durch eine Reihe von Stützelementen, und eine untere Stützvorrichtung 24, gebildet durch eine Reihe von Stützelementen, auf einem drehfesten und ortsfesten Träger 25 abgestützt ist. Diese Walze 6 ist mit Mantelhub ausgebildet, d.h. der Mantel 22 ist als Ganzes relativ zu Träger 25 vertikal verstellbar. Derartige Biegeeinstellwalzen sind bekannt, beispielsweise in der Form von NIPCO- oder HYDREIN-Walzen. Die Stützelemente können auch durch andere bekannte Stützvorrichtungen ersetzt werden.

Die übrigen Walzen 3, 4, 5, 7 und 8 sind mit ihren Lagerzapfen an Hebeln 26 gelagert, die um gestellfeste Drehpunkte 27 schwenkbar sind. Am freien Ende ist jeder Hebel durch einen Kompensator 28 belastbar, der die Wirkung der überhängenden Gewichte, beispielsweise der Leitwalze 18, kompensiert und dadurch das wirksame Gewicht der zugehörigen Walze klein hält. Die Kompensatoren 28 können in beliebiger Weise

belastet sein, beispielsweise durch einen Flüssigkeitsdruck oder eine Feder.

Zum Trennen der Walzen des Stapels 1 kann der Träger der Unterwalze 9 mittels eines Hubzylinders 29 abgesenkt werden. Hierdurch senken sich die an Hebeln 26 gelagerten Walzen 3, 4, 5, 6, 8 ab, bis die Hebel an einem nicht veranschaulichten Anschlag, der in den Kompensator einbezogen sein kann, anliegt, während die weiche Walze 6 absinkt, bis der Mantelhub durch einen internen Anschlag beendet ist. Wenn sich zwischen allen Walzen ein Spalt von beispielsweise 4 mm ergeben soll, muß die Walze 3 um 4 mm, die Walze 4 um 8 mm, die Walze 5 um 12 mm und der Mantel 22 der Walze 6 um 16 mm nach unten bewegt werden können.

Die weichen Walzen, zum Beispiel 3, weisen ein Tragrohr 30 mit einem Hohlraum 31 auf. Auf dem Tragrohr ist ein Kunststoffmantel 32 angeordnet, der beispielsweise aus faserverstärktem Epoxidharz bestehen kann. Eine solche weiche Walze ist wesentlich leichter als eine übliche Walze mit einem Bezug aus Fasermaterial.

Eine oder mehrere der harten Walzen 2, 4, 7, 9 sind beheizbar, wie dies durch die Pfeile H1 bis H4 angedeutet ist. Die Oberwalze 2 besitzt zu diesem Zweck einen Induktionsheizvorrichtung 33. Die Heizenergie kann aber auch auf andere Art zugeführt werden, beispielsweise durch elektrische Widerstandsheizung, durch Strahlungsheizung, mit Hilfe eines Wärmeträgers u.dgl.

Ein Steuergerät 34 koordiniert die einzelnen Parameter der Papierbahnbehandlung. So wird außer der Heizenergie H1 bis H4 die Kraft P festgelegt, mit der die Oberwalze 2 nach unten gedrückt wird, wobei die Unterwalze 9 zweckmäßigerweise ortsfest gehalten ist. Die Belastung kann auch in umgekehrter Richtung erfolgen, wobei die Kraft P auf die Unterwalze 9 wirkt und die Oberwalze 2 ortsfest gelagert ist. Den Stützelementen in den Walzen 2, 6 und 9 werden einzeln oder zonenweise Drücke p1, p2, p3 und p4 zugeführt, die bei allen drei Biegeeinzelwalzen dafür sorgen, daß über die Länge der Walzen eine gleichmäßige Druckspannung herrscht. Darüber hinaus werden die Stützvorrichtungen 23 und 24 der Walze 6 so angesteuert, daß die nach oben wirkende Kraft etwas größer ist als die nach unten wirkende Kraft. Auf diese Weise werden die Arbeitsspalte 10 bis 12 im oberen Teil des Stapels 1 und die Arbeitsspalte 13 bis 15 im unteren Teil des Stapels voneinander entkoppelt. Man kann daher in den drei oberen Walzenspalten eine Behandlung der einen Papierseite vornehmen, die derjenigen der anderen Seite des Papiers in den drei unteren Arbeitsspalten ähnlich ist.

Bei einer Belastung des Stapels durch eine Kraft P ergibt sich im ersten Arbeitsspalt 10 eine Streckenlast f1, die von der Kraft P und dem wirksamen Gewicht der Oberwalze 2 abhängt, im zweiten Arbeitsspalt 11 eine Streckenlast f2, die von der Kraft P und den wirksamen Gewichten der beiden oberen Walzen 2 und 3 abhängt, und im dritten Arbeitsspalt 12 eine Streckenlast f3, die

von der Kraft P und den wirksamen Gewichten der Walzen 2 bis 4 abhängt. Die zugehörige Stützkraft wird durch die obere Stützvorrichtung 23 aufgebracht. Völlig unabhängig hiervon sind die Streckenlasten f4, f5 und f6 in den darunterliegenden Arbeitsspalten 13 bis 15. Die Streckenlast f4 im Arbeitsspalt 13 hängt allein von der Kraft ab, welche durch die untere Stützvorrichtung 24 erzeugt wird. Die Streckenlast f5 ist um das wirksame Gewicht der Walze 7 und die Streckenlast f6 im Arbeitsspalt 15 um das wirksame Gewicht der Walzen 7 und 8 größer. Angestrebt wird es, daß die Summe der Streckenlasten f1 + f2 + f3 der obersten Arbeitsspalte 10, 11 und 12 bei 80% bis 120%, vorzugsweise etwa 100%, der Summe der Streckenlasten f4 + f5 + f6 der drei untersten Arbeitsspalte 13, 14 und 15 liegt.

Zu ähnlichen Ergebnissen führt es, wenn man nicht die Streckenlast in den einzelnen Spalten, sondern die Verweilzeit und die Druckspannung in jedem Arbeitsspalt berücksichtigt, indem die Summe der Produkte für die drei obersten Arbeitsspalte mit der Summe dieser Produkte für die drei unteren Arbeitsspalte verglichen wird. Auch hier sollte die obere Summe 80% bis 120% der unteren Summe betragen.

Bei dieser Auslegung ist die Behandlung in den drei ersten Arbeitsspalten 10, 11 und 12 der Behandlung in den drei letzten Arbeitsspalten 13, 14 und 15 so stark angenähert, daß auch der Satinageeffekt auf beiden Seiten der Papierbahn weitgehend gleich ist. Eventuell noch notwendige Korrekturen können mit Hilfe unterschiedlicher Beheizung der beheizbaren Walzen 2, 4, 7 und 9 vorgenommen werden.

Als zweckmäßig erwiesen sich Werte der Druckspannung im Arbeitsspalt, insbesondere in den untersten Arbeitsspalten 12 und 15 jeder Stapelhälfte, zwischen 42 und 60 N/mm². Mit Hilfe der Beheizung H1 bis H4 erhielten die beheizbaren Walzen 2, 4, 7 und 9 eine Oberflächentemperatur zwischen 100 und 150° C. Die Durchmesser der weichen Walzen und die Elastizität ihres Belages 34 waren so gewählt, daß sich eine Spaltbreite von etwa 2 bis 15 mm, vorzugsweise etwa 8 mm, ergab. Dies führt in Abhängigkeit von der Bahngeschwindigkeit zu Verweilzeiten in jedem Arbeitsspalt von 0,1 bis 0,9, vorzugsweise 0,2 bis 0,5 ms. Bevorzugt wird es, wenn die Temperatur nur wenig über der unteren Grenze liegt, also beispielsweise bei 110° C, und wenn die Druckspannung nur wenig über der unteren Grenze liegt, beispielsweise bei 50 N/mm². Gegenüber einem 12-Walzen-Kalender genügen daher geringfügige Erhöhungen der thermischen und mechanischen Energie, um dieselben Satinierergebnisse mit einem 8-Walzen-Kalender zu erzielen.

Patentansprüche

1. Kalender für die zweiseitige Papierbehandlung mit einem Walzenstapel, der eine harte Oberwalze, eine harte Unterwalze und dazwischen weitere harte und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete

- Arbeitsspalte und einen zwischen zwei weichen Walzen gebildeten Wechselpalt aufweist und der durch an den Stapelenden angreifende Kräfte in Stapelrichtung belastbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Stapel (1) 8 Walzen (2 bis 9) aufweist, von denen die beiden mittleren Walzen (5, 6) den Wechselpalt (16) bilden, daß eine der Zwischenwalzen (6) eine Biegeeinstellwalze mit Mantelhub ist, deren Mantel (22) durch eine obere druckbelastbare Stützvorrichtung (23) und eine untere druckbelastbare Stützvorrichtung (24) auf einem den Mantel durchsetzenden Träger (25) abgestützt ist, und daß die von der oberen Stützvorrichtung (23) auf den Mantel (22) ausgeübte Stützkraft größer ist als die von der unteren Stützvorrichtung (24) ausgeübten Stützkraft.
2. Kalandar nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden mittleren Walzen (5, 6) als Biegeeinstellwalze ausgebildet ist.
3. Kalandar nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die fünfte Walze (6) von oben als Biegeeinstellwalze ausgebildet ist.
4. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenwalzen (2, 3, 4, 5, 7, 8) mit Ausnahme der Biegeeinstellwalze (6) an Hebeln gelagert sind, die durch Kompensatoren (28) zum Ausgleich überhängender Gewichte belastet sind.
5. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Streckenlasten ($f_1 + f_2 + f_3$) in den Arbeitsspalten (10 bis 12) oberhalb des Wechselpalts (16) 80% bis 120% der Summe der Streckenlasten ($f_4 + f_5 + f_6$) der Arbeitsspalte (13 bis 15) unterhalb des Wechselpalts beträgt.
6. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Produkte aus Verweilzeit und mittlerer Druckspannung in den Arbeitsspalten (10, 11, 12) oberhalb des Wechselpalts (16) 80 % bis 120% der Summe der genannten Produkte in den Arbeitsspalten (13, 14, 15) unterhalb des Wechselpalts (16) beträgt.
7. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die weichen Walzen (3) Hohlräume (31) enthalten.
8. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die weiche Walze (3) einen Kunststoffmantel (32) aufweist.
9. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die weiche Walze (3) einen Mantel (32) aus faserverstärktem Kunststoff aufweist.
10. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine harte Walze (2, 4, 7, 9) beheizbar ist.
11. Kalandar nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ober- und/oder Unterwalze (2, 9) beheizbar ist.
12. Kalandar nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ober- und/oder Unterwalze (2, 9) ebenfalls eine Biegeeinstellwalze ist.

Fig.1

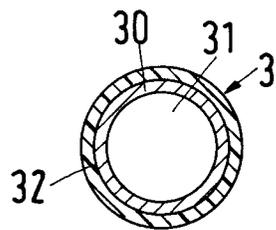
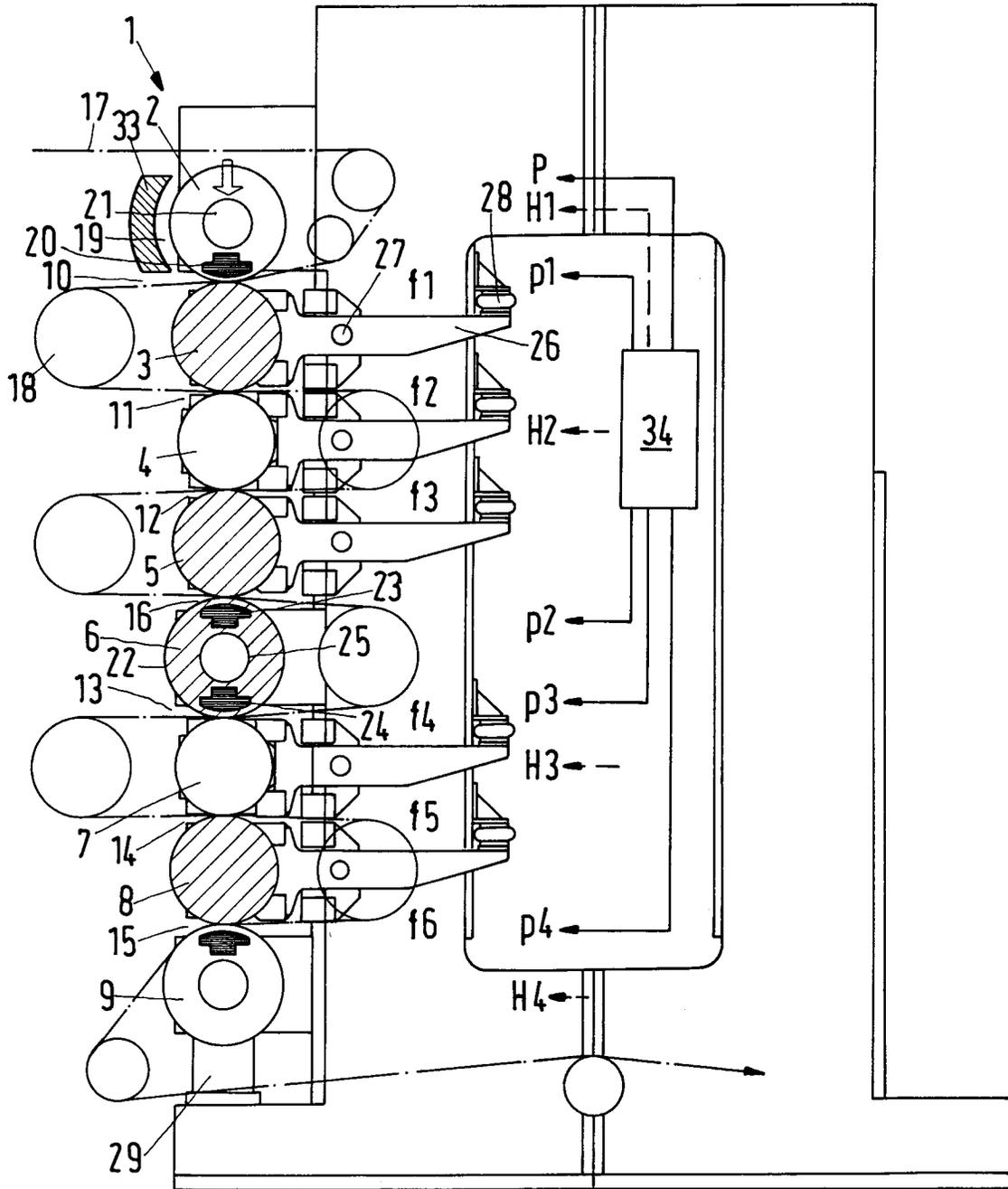


Fig.2