(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 962 591 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.09.2004 Patentblatt 2004/36

(51) Int Cl.[7]: **D21G 1/02**

(21) Anmeldenummer: **99110246.8**

(22) Anmeldetag: **27.05.1999**

(54) **Walze, Kalander und Verfahren zum Betrieb einer Walze**

Roll, calender and method for operating a roll

Rouleau, calandre et procédé pour le fonctionnement d' un rouleau

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FI FR GB SE

(30) Priorität: **03.06.1998 DE 19824542**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.12.1999 Patentblatt 1999/49

(73) Patentinhaber: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:
- **Kayser, Franz**
  47608 Geldern (DE)
- **van Haag, Rolf Dr.-Ing.**
  47647 Kerken (DE)

(74) Vertreter: **Knoblauch, Andreas, Dr.-Ing. et al**
Schlosserstrasse 23
60322 Frankfurt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 796 946
WO-A-97/15721
DE-A- 3 014 891

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 962 591 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walze mit einem Kern, der einen elastischen Belag aufweist, der sich über eine Arbeitsbreite erstreckt, und mit Walzenzapfen an den stirnseitigen Enden des Kerns. Die Erfindung betrifft auch einen Kalander mit mehreren derartigen Walzen. Schließlich betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer Walze mit einem Kern, der einen elastischen Belag aufweist, der sich über eine Arbeitsbreite erstreckt, und mit Walzenzapfen an den axialen Enden der Walze.

[0002] Eine Walze der eingangs genannten Art wird in der Regel als Mittelwalze in einem Walzenstapel eines Kalanders eingesetzt. Sie wird auch als weiche oder elastische Kalanderwalze bezeichnet, weil der Belag eine Oberfläche der Walze schafft, die bis zu einem gewissen Grad nachgiebig ist. Eine derartige Kalanderwalze wirkt in der Regel mit einer "harten" Walze zusammen, um eine Papierbahn oder eine andere Materialbahn zu satinieren.

[0003] Die harte Walze ist hierbei in der Regel beheizt, so daß die Papierbahn in dem zwischen der weichen und der harten Walze gebildeten Nip oder Walzenspalt mit erhöhtem Druck und mit erhöhter Temperatur beaufschlagt werden kann. Der elastische Belag dient hierbei vor allem zur gleichmäßigen Verdichtung der Papierbahn.

[0004] Die Arbeitsbreite einer derartigen Kalanderwalze entspricht im wesentlichen der Breite der zu behandelnden Materialbahn. Außerhalb der Arbeitsbreite kann sich der Belag konisch verjüngen. Diese Verjüngung erstreckt sich größenordnungsmäßig über eine axiale Länge im Bereich von etwa 20 bis 100 mm. Damit soll verhindert werden, daß der nicht von einer Papierbahn abgedeckte Belag mit der Gegenwalze in Berührung kommt und beschädigt wird. Für die weitere Betrachtung wird nur der Arbeitsbereich des Belags als Arbeitsbreite bezeichnet.

[0005] Es hat sich nun herausgestellt, daß einige Walzen im Betrieb beschädigt werden, weil der Belag reißt oder bricht. Dieser Schaden tritt auch bei solchen Belägen auf, die eine Temperaturfestigkeit oder -beständigkeit haben, die die Temperaturen im Betrieb eigentlich aushalten müßte.

[0006] EP 0 796 946 A1 zeigt eine Walze der eingangs genannten Art, bei der die Zapfenbereiche entweder isoliert sind oder beheizt werden können, um eine Temperaturdifferenz zum Ballenbereich zwischen den Zapfenbereichen nicht zu groß werden zu lassen.

[0007] WO 97/15721 A1 zeigt eine Durchbiegungseinstellwalze, die an ihren Enden über hydraulisch versorgte Gleitlager auf einem Träger abgestützt ist. Die den Gleitlagern zugeführte hydraulische Flüssigkeit wird geregelt, insbesondere auf Temperatur und/oder Durchfluß, um eine übermäßige Erwärmung der Walzenenden zu vermeiden.

[0008] DE 30 14 891 A1 zeigt eine Vorrichtung mit einer mittels eines Wärmeträgers temperaturgeregelten Hohlwalze. Die Walze weist mehrere Verdrängerkörper auf, die mit dem Walzenmantel Spalte bilden, durch die ein Wärmeträgerfluid geleitet werden kann.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Beanspruchung des Belags zu verringern.

[0010] Diese Aufgabe wird bei einer Walze der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß eine Temperiereinrichtung vorgesehen ist, die die Zapfenbereiche und einen Ballenbereich zwischen den Zapfenbereichen beaufschlagt, wobei die Temperiereinrichtung die Zapfenbereiche thermisch anders beaufschlagt als den Ballenbereich.

[0011] Auf eine derartige Walze wirken im Betrieb verschiedene Einflußgrößen von außen. Eine Einflußgröße ist die von außen zugeführte Wärme. Diese entsteht zum einen durch die Rollreibung der Beläge im Walzenspalt oder Nip. Ein Großteil der Wärme wird auch durch die von der Gegenwalze beheizten Papierbahn an die elastische Walze übertragen. Schließlich ergibt sich noch eine Wärmezufuhr durch die Walkarbeit des Belages. Das gleiche gilt natürlich auch bei der Verwendung der Walze zum Bearbeiten anderer Materialbahnen, beispielsweise Folien aus Kunststoff oder Metall oder von Kartonbahnen. Axial außerhalb des Belages sieht die Wärmebilanz anders aus. Hier fehlt die Wärmezufuhr durch Reibung und Walkarbeit und die Wärmeübertragung durch die beheizte Papieroder Materialbahn. Dafür erfolgt hier in stärkerem Maße eine Wärmeabstrahlung durch die vom Belag nicht abgedeckten Bereiche des Kerns. Daraus ergibt sich, daß sich im Ballenbereich, also im Bereich der axialen Walzenmitte, eine höhere Temperatur einstellt. Dies bedingt ein unterschiedliches radiales Ausdehnungsverhalten der Walze über die Länge. Unter thermischen Gesichtspunkten stellt sich an den axialen Enden ein geringerer Durchmesser als in Richtung auf die axiale Mitte ein. Andererseits wirkt auf die Walze im Betrieb eine Streckenlast durch eine, in der Regel aber zwei Gegenwalzen. Diese Streckenlast bewirkt eine mechanische Schalenverformung, die einen großen Einfluß auf die Zylindrizität der elastischen Walze hat. Vereinfacht ausgedrückt ergibt sich im Ballenbereich aufgrund der Streckenlast ein kleinerer Durchmesser als in den Zapfenbereichen. Im Betrieb überlagern sich nun die beiden Effekte, nämlich einmal die Durchmesserveränderung aufgrund einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung und zum anderen die Durchmesserveränderung aufgrund der Strekkenlast. Hierbei ergibt sich in den seltensten Fällen das gewünschte Walzenprofil, bei dem der Außendurchmesser des Belages über die axiale Länge gleich bleibt. In den Randbereichen des Belages bzw. mit einem größeren oder kleineren Abstand zum axialen Rand des Belages ergibt sich in der Regel der größte Durchmesser und damit auch die größte Beanspruchung des Belages. Dieser Beanspruchung ist der Belag in manchen Fällen nicht mehr gewachsen. Er bricht dann. Mit der Temperiereinrichtung, die die Zapfenbereiche ther-

misch anders beaufschlagt als den Ballenbereich, kann man nun eine Durchmesserkorrektur über die axiale Länge der Walze vornehmen. Dies funktioniert aber nur dann, wenn man die Zapfenbereiche thermisch anders behandelt als den Ballenbereich. Man bewirkt also in den Zapfenbereichen auf thermischer Weise, also durch Wärmezu- bzw. -abfuhr eine andere Durchmesserveränderung als im Ballenbereich. Mit einer entsprechenden Temperatursteuerung läßt sich dann ein Durchmesserverlauf mit einer wesentlichen besseren Konstanz über die axiale Länge der Walze erzielen. Dieser wiederum hat eine Vergleichmäßigung der Belastung zur Folge, so daß der Belag geschont wird.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Temperiereinrichtung einen Strömungspfad für ein Wärmeträgermedium auf. Mit dem Wärmeträgermedium kann Wärme in die Walze hinein bzw. aus ihr heraus transportiert werden. Dies ist aber, wie unten erläutert wird, in manchen Fällen gar nicht notwendig, weil es alleine aufgrund eines durchströmenden Wärmeträgermediums möglich ist, die Zapfenbereiche der Walze thermisch anders zu beaufschlagen als den Ballenbereich. Das Arbeiten mit Wärmeträgermedien an sich ist bekannt, beispielsweise von Kühl- oder Heizwalzen. Diese haben aber in der Regel keinen elastischen Belag. Wenn elastische Walzen bislang temperiert worden sind, erfolgte diese durch eine Luftkühlung des Belages von außen. Im Gegensatz zu den bekannten Kühl- und Heizwalzen ist es bei der erfindungsgemäßen Lösung aber notwendig, die Temperatur des Wärmeträgermediums sehr genau nicht nur an die Temperatur, sondern an die Temperatur- und Belastungsverteilung der Walze und an die sonstigen Umgebungsbedingungen anzupassen.

[0013] Vorzugsweise ist in der Walze eine Verdrängerkörper angeordnet, der einen Ringraum zum Kern hin bildet. Auf diese Weise wird das Volumen, das mit dem Wärmteträgermedium gefüllt werden muß, verkleinert. Die Walze kommt mit einer geringeren Menge des Wärmeträgermediums aus, so daß sich das Trägheitsmoment nur in tolerierbaren Maßen ändert. Darüber hinaus ist es mit einem Verdrängerkörper möglich, nicht nur gewisse Strömungswege vorzugeben, sondern diesen Strömungswegen auch bestimmte Strömungscharakteristika zu verleihen, die sich über die axiale Länge der Walze durchaus verändern können.

[0014] Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Kern eine Vielzahl von in Umfangsrichtung gleichförmig verteilten, im wesentlichen achsparallel verlaufenden peripheren Bohrungen aufweisen. Auch durch diese Bohrungen kann das Wärmeträgermedium geleitet werden. Periphere Bohrungen haben gegenüber einem Verdrängerkörper den Vorteil, daß sie die Temperatur näher an der Oberfläche der Walze beeinflussen können und damit das Wärmeträgermedium schneller und direkter wirken kann. Ein Verdrängerköprer hat den Vorteil, daß er auch in bereits bestehenden elastischen Walzen, die als Zapfenwalzen, d.h. mit einem Rohrkörper, ausgebildet sind nachgerüstet werden kann.

[0015] Mit Vorteil ist eine Temperatursteuereinrichtung vorgesehen, die die Temperatur des Wärmeträgermediums in Abhängigkeit von der Streckenlast und der Walzentemperatur einstellt. Hierbei ist es nicht unbedingt notwendig, daß eine Regelung vorgesehen ist, die als Eingangsgrößen eine tatsächlich an der Walzenoberfläche gemessene Temperatur und eine an der Walze tatsächlich gemessene Streckenlast erhält. Man kann vielmehr die Temperatur und die Streckenlast mit ausreichender Genauigkeit errechnen (beispielsweise aus einer bekannten Vorlauftemperatur der beheizten Gegenwalze und der Druckgebung an der Ober- und Unterwalze und den Walzengewichten des Kalanders) und anhand der errechneten Größen die Temperatur des Wärmeträgermediums einstellen. Hierbei fließt dann auch diese Temperatur, gegebenenfalls iterativ, in die Berechnung mit ein. Wie oben ausgeführt, kann man auf diese Weise dafür sorgen, daß die thermisch bedingten Durchmesserveränderungen der Walze, die bis dahin noch nicht durch die Streckenlast kompensiert worden sind, thermisch kompensiert werden. Hierfür werden die Zapfenbereiche anders als der Ballenbereich beaufschlagt. Die Temperatursteuereinrichtung muß hierbei bis auf wenige Grad genau arbeiten.

[0016] Auch ist von Vorteil, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt des Wärmeträgermediums höchstens 3°C beträgt. Dies hat zwei Vorteile. Zum einen ist damit sichergestellt, daß die beiden axialen Enden der Walze weitgehend gleich behandelt werden. Zum anderen wird daraus ersichtlich, daß es nicht Aufgabe des Wärmeträgermediums ist, die Walze an sich zu beheizen oder zu kühlen. Natürlich ist es zulässig, wenn das Wärmeträgermedium etwas Wärme aus der Walze entfernt. Hauptaufgabe ist es aber, die thermisch bedingten und durch die Streckenlast nicht kompensierten Durchmesserunterschiede wieder zu egalisieren oder zu kompensieren, d.h. die Durchmesserverteilung über die axiale Länge der Walze, zumindest über die axiale Länge des Belages zu vergleichmäßigen.

[0017] Vorzugsweise steht in den Zapfenbereichen eine größere Wärmetauscherfläche für das Wärmeträgermedium zur Verfügung als im Ballenbereich. Damit kann das Wärmeträgermedium in den Zapfenbereichen eine größere Wärmemenge an die Zapfen abgeben bzw. von dort aufnehmen als im Ballenbereich. Gerade in den Zapfenbereichen ist aber die Notwendigkeit einer thermischen Korrektur am größten.

[0018] Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums im Ballenbereich größer als in den Zapfenbereichen sein. Damit hat das Wärmeträgermedium im Ballenbereich weniger Zeit um Wärme aufzunehmen oder Wärme abzugeben. Die thermische Beeinflussung der Walze im Ballenbereich bleibt damit kleiner.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Temperiereinrichtung die Zapfenbereiche, die frei von Belag sind, von innen kühlt. Diese Aus-

gestaltung wird bevorzugt dann verwendet, wenn die Durchmesserveränderungen aufgrund der durch die Streckenlast bewirkten Schalenverformungen größer sind als die thermisch bedingten Verformungen. Normalerweise würde man zwar vermuten, daß die Kühlung der nicht mehr vom Belag abgedeckten Bereiche des Zapfens nichts bringt, weil es unerheblich ist, ob sich hier Durchmesserveränderungen einstellen oder nicht. Tatsächlich strahlen aber sowohl die thermisch bedingten Durchmesserveränderungen als auch die durch die Durchmesserverkleinerungen bedingten mechanischen Spannungen so weit in den Bereich unterhalb des Belages aus, daß hier die gewünschte Durchmesserverringerung und damit die Spannungsverminderung einhergeht.

[0020] In einer anderen Ausgestaltung, die bevorzugterweise dann verwendet wird, wenn die thermisch bedingten Verformungen größer sind als die durch die Streckenlast bewirkten Veränderungen, ist vorgesehen, daß die Temperatur des Wärmeträgermediums zwischen der Temperatur der Zapfenbereiche und der Temperatur des Ballenbereichs liegt. Wenn man eine Summenbilanz betrachtet, dann ist diese Maßnahme sinnlos. Der Walze wird Wärme weder zugeführt noch abgeführt. Im Grunde genommen ist die Temperatur des Wärmeträgermediums etwa genauso hoch wie die Temperatur der Walze. Mit dieser Maßnahme läßt sich aber erreichen, daß die Zapfen beheizt und der Ballen gekühlt werden. Damit erreicht man eine Durchmesservergrößerung in den Zapfenbereichen und eine Durchmesserverringerung im Ballenbereich, so daß sich insgesamt eine Vergleichmäßigung der Durchmesserverteilung ergibt. Natürlich ist es hierbei nicht ausgeschlossen, daß geringe Wärmemengen der Walze zu- oder von ihr abgeführt werden. Diese Kühlung oder Beheizung ließe sich aber auf andere Weise sicherlich mit geringerem Aufwand bewerkstelligen. Maßgeblich für die Funktionsweise dieser Ausgestaltung ist tatsächlich, daß ein Wärmetransport nur zu den Zapfen hin und nur vom Ballenbereich weg erfolgt.

[0021] Bei einem Kalander wird die eingangs gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß jede Walze eine eigene Temperiereinrichtung aufweist. Ein Kalander weist hierbei mehrere übereinander angeordnete weiche oder elastische Walze auf, zwischen denen gegebenenfalls harte, beheizte Walzen angeordnet sein können. Hierbei kann sich sowohl die Temperaturverteilung der Walzen als auch die Druckbelastung oder Streckenlastverteilung von oben nach unten ändern. Da, wie oben ausgeführt, auch die Streckenlast in jedem Nip einen entscheidenden Einfluß auf die Verformung und damit auf die Notwendigkeit einer thermischen Korrektur hat, sieht man vorteilhafterweise für jede Walze eine eigene Temperiereinrichtung vor. Jede Walze wird also individuell korrigiert.

[0022] Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß man einen Temperaturverlauf in Axialrichtung einstellt, der von der Temperatur in der Umgebung der Walze und einer auf sie wirkenden Streckenlast abhängt.

[0023] Die Walze wird also nicht mehr insgesamt einfach nur gekühlt oder beheizt, man stellt einen Temperaturverlauf gezielt ein. Dieser Temperaturverlauf hängt nicht nur von der Temperatur in der Umgebung der Walze ab, sondern auch von der auf die Walze wirkenden Streckenlast. Die Temperatur in der Umgebung der Walze, die in der Regel zu einem Aufheizen der Walze führt, hat eine thermisch bedingte Durchmesservergrößerung zur Folge. Die Streckenlast wiederum verkleinert den Durchmesser. Beide Effekte wirken zwar, wie oben ausgeführt, gegenläufig aufeinander. Eine Feinkorrektur mit Hilfe einer gezielten Temperatureinstellung bewirkt jedoch eine weitgehende Herabsetzung der Druckbelastung des elastischen Belages.

[0024] Hierbei kann man den Walzenzapfen beheizen und den Ballenbereich kühlen. Im Grunde genommen ist es hierzu nicht notwendig, daß man der Walze insgesamt Wärme zuführt oder Wärme von ihr abführt. Global betrachtet ist dies eine nutzlose Maßnahme. Eine Beheizung der Zapfenbereiche führt jedoch dort zu einer Durchmesservergrößerung, die bei einer entsprechenden Verringerung des Durchmessers im Ballenbereich insgesamt zu einer Vergleichmäßigung des Durchmessers führt.

[0025] Vorzugsweise beschickt man die Walze mit einem Wärmeträgermedium, dessen Eingangstemperatur zwischen der Temperatur an den Walzenenden und der Temperatur in der axialen Walzenmitte liegt. Dies ist eine besonders einfache Ausgestaltung, um mit Hilfe eines einzigen Wärmeträgermediums das Walzenende zu beheizen und die Walzenmitte zu kühlen.

[0026] Alternativ dazu kann man die Walzenzapfen stärker als die Walzenmitte kühlen. In diesem Fall wird zwar eine Wärme aus der Walze entfernt. Es handelt sich aber nicht um eine Kühlwalze. Die Prozesstemperatur soll im wesentlichen erhalten bleiben. Das Kühlen dient der Durchmessergleichmäßigung der Walze.

[0027] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer elastischen Walze,

Fig. 2 eine schematische Darstellung verschiedener Kurven und

Fig. 3 einen Kalander mit mehreren elastischen Walzen.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Walze 1 mit einem Kern 2, der als Rohr ausgebildet ist und einen Hohlraum 3 umschließt. Auf der Umfangsfläche des Kerns 2 ist ein elastischer Belag 4 angeordnet, der in Fig. 1 übertrieben dick dargestellt ist. Der Belag 4 erstreckt sich nicht über die gesamte axiale Länge der Walze 1, sondern über

eine Arbeitsbreite, die der Breite einer zu behandelnden Papierbahn entspricht.

[0029] Die Walze 1 wirkt mit einer schematisch dargestellten Gegenwalze 5 zusammen, die als Heizwalze ausgebildet ist. Die Papierbahn wird durch einen Nip 6 oder Walzenspalt zwischen den beiden Walzen 1, 5 geleitet und in diesem Nip 6 mit erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur beaufschlagt.

[0030] Der Belag 4 läßt an den beiden axialen Enden der Walze 1 Zapfenbereiche 7, 8 frei, d.h. nicht abgedeckt. Ein Bereich zwischen den Zapfenbereichen 7, 8 wird als Ballenbereich 9 bezeichnet.

[0031] Im Hohlraum 3 befindet sich ein Verdrängerkörper 10, der mit dem Kern 2 einen Ringspalt 11 bildet. An den Stirnseiten des Verdrängerkörpers sind Verteilerräume 12, 13 angeordnet. Im Verteilerraum 12 sind Wärmeleitbleche 14 dargestellt. Entsprechende Wärmeleitflächen können auch im Verteilerraum 13 angeordnet sein, wenn dies erforderlich ist.

[0032] Anstelle des Ringraumes 11 können auch periphere Bohrungen im Kern 2 vorgesehen sein (nicht dargestellt).

[0033] Der Hohlraum 3 ist an beiden Enden durch Walzenzapfen 15, 16 verschlossen. Durch die Walzenzapfen 15, 16 führt jeweils ein Kanal 17, 18 für ein Wärmeträgermedium, beispielsweise Wasser. Die Kanäle 17, 18 sind durch eine Ringleitung 19 miteinander verbunden, in der eine Pumpe 20 und ein Wärmetauscher 21 angeordnet sind. Sowohl die Pumpe 20 als auch der Wärmetauscher 21 sind mit einer Steuereinheit 22 verbunden und werden von dieser gesteuert. Da der Volumenstrom des Wärmeträgermediums durch die Walze 1 auch konstant gehalten werden kann, ist die Verbindung der Steuereinheit zur Pumpe 20 nur gestrichelt dargestellt. In diesem Fall fördert die Pumpe 20 mit konstantem Volumen.

[0034] Die Steuereinheit 22 kann in einer Ausgestaltung mit Temperatursensoren 23-25 verbunden sein. Die Temperatursensoren 23, 24 ermitteln die Temperatur der Walze 1 in den Zapfenbereichen 7, 8. Der Temperatursensor 25 ermittelt die Temperatur der Walze 1 im Ballenbereich. Die Kraftverläufe im Nip 6 sind durch die im Kalander herrschenden Kräfte, die durch die Drücke an Ober- und Unterwalze und die Walzengewichte erzeugt werden, bestimmbar. Es sei an dieser Stelle aber betont, daß diese Sensoren in vielen Fällen entfallen können, wenn die Temperatur der Umgebung der Walze, insbesondere die Temperatur der Gegenwalze bzw., wenn mehrere Gegenwalzen vorhanden sind, die Temperatur der Gegenwalzen und/oder Papierwalzen, und die eingestellten Walzenlasten bekannt sind. Aus diesen Informationen lassen sich die Temperaturverteilung und auch die Streckenlastverteilung und die daraus resultierenden Verformungen der Walze 1 errechnen. Da auch die durch das Wärmeträgermedium bewirkte lokalen Temperaturänderungen in den Temperaturverlauf einfließen, kann die Berechnung iterativ erfolgen.

[0035] Unabhängig davon, wie die Eingangsinformationen für die Steuereinheit 22 entstanden sind, stellt die Steuereinheit den Wärmetauscher 21 so ein, daß das durch die Walze 1 strömende Wärmeträgermedium, beispielsweise Wasser, eine klar definierte Temperatur aufweist. Das Wärmeträgermedium dient hierbei weder zum Beheizen noch zum Kühlen der Walze 1, d.h. die Prozesstemperatur an der Oberfläche des Belags 4 soll praktisch nicht verändert werden. Es ist allenfalls zulässig, eine kleinere Wärmemenge aus der Walze 1 abzuführen. Die Temperaturdifferenz zwischen Einlauf und Auslauf sollte beispielsweise 3°C nicht übersteigen.

[0036] Fig. 2 zeigt nun verschiedene Kurven, mit denen man die Temperatur des Wärmeträgermediums ermitteln kann, die am Ausgang des Wärmetauschers 21 zur Verfügung stehen soll. Hierbei ist nach rechts die Länge 1 der Walze 1 in mm aufgetragen. Nach oben und unten ist die Abweichung des Durchmessers von einem Solldurchmesser 0 in µm aufgetragen. Ein Pfeil 28 verdeutlicht, auf welchem Bereich die Papierbahn liegt, d.h. welche Erstreckung der Belag 4 in Axialrichtung aufweist.

[0037] Eine Kurve A zeigt, welche Durchmesserabweichungen durch thermische Einflüsse erzeugt werden, d.h. durch die im Betrieb herrschenden Temperaturen. Eine derartige Kurve kann man mit bekannten Rechenverfahren, etwa nach der Methode der finiten Elemente, ermitteln.

[0038] Eine Kurve B zeigt Durchmesserveränderungen der Walze 1 über die axiale Länge l, die durch Streckenlasten bedingt sind. Im Gegensatz zu den thermischen Wirkungen, die den Durchmesser zum axialen Ende hin verkleinert, bewirken die Streckenlasten eine Verkleinerung des Durchmessesers zur axialen Mitte hin, umgekehrt ausgedrückt, eine Vergrößerung des Durchmessers zum axialen Ende hin.

[0039] Eine Kurve C zeigt die entsprechenden Abweichungen für die Gegenwalze 5, die im vorliegenden Fall als Heizwalze ausgebildet ist.

[0040] Eine Kurve D zeigt die Summe der Durchmesserabweichungen, d.h. die Summe der Durchmesservergrößerungen der Walzen 1 und 5, die durch Streckenlasten bewirkt werden, abzüglich der Durchmesserverringerung der Walze 1, die thermisch bedingt ist. Man kann daraus erkennen, daß im Randbereich des Belages ein "Durchmesserfehler" von knapp 30 µm auftritt, der sich erst relativ weit innen, d.h. relativ weit in Richtung auf die axiale Walzenmitte, zu Null ausgleicht.

[0041] Dort, wo der Durchmesser bzw. die Summe der Durchmesser, zu gering ist, liegen die Walzen nicht mit dem gleichen Druck aneinander, wie in der axialen Mitte. Die Streckenlast konzentriert sich dann am Rand der Bereiche, in denen die beiden Walzen 1, 5 "ordnungsgemäß" aneinander liegen. Dort kann man vielfach Beschädigungen beobachten.

[0042] Man kann nun aus der "Summenkurve" D erkennen, daß der Durchmesser der Walze 1 in den Randbereichen oder Zapfenbereichen 7, 8 zu klein ist. Wenn

man nun diesen Zapfenbereichen 7, 8 eine entsprechende Wärmemenge zuführt, dann vergrößert sich der Durchmesser der Walze 1 in diesen Zapfenbereichen 7, 8, weil die Temperatur dort steigt. Hierbei muß man allerdings berücksichtigen, daß die Temperatur im Ballenbereich nicht in gleichem Maße steigen darf. In diesem Fall hätte man nur eine Verschiebung der Summenkurve D nach oben oder nach unten, ohne daß man die Durchmesserverteilung über die axiale Länge 1 der Walze 1 vergleichmäßigt. Es ist sogar besser, den Ballenbereich 9 etwas zu kühlen.

[0043] Eine Maßnahme, um den Zapfen eine größere Wärmemenge zuzuführen als dem Ballenbereich 9 wird durch die Wärmeleitbleche 14 gebildet. Damit steht eine größere Wärmetauscherfläche in der Walze 1 nur dort zur Verfügung, wo tatsächlich eine höhere Wärmemenge an die Walze 1 abgegeben werden soll.

[0044] Eine andere Maßnahme wird dadurch gebildet, daß der Ringspalt 11 im Ballenbereich einen geringeren Strömungsquerschnitt hat als beispielsweise die Verteilerräume 12, 13. In diesem Fall durchströmt das Wärmeträgermedium den Ballenbereich 9, 10 schneller und kann dementsprechend nicht so gut zu einem Wärmeaustausch beitragen. Diese Maßnahmen sind jedoch nur beispielhaft. Selbstverständlich kann man sich auch andere Maßnahmen überlegen, um die Zapfenbereiche 7, 8 anders zu temperieren als den Ballenbereich 9, und trotzdem das gleiche Wärmeträgermedium zu verwenden.

[0045] Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß man bei dieser Konstellation eine Beheizung der Zapfenbereiche 7, 8 und eine Kühlung des Ballenbereichs 9 vornehmen kann. Die Temperatur des Wärmeträgermediums liegt damit zwischen der Temperatur in den Zapfenbereichen 7, 8 und der Temperatur im Ballenbereich 9. Die gesamte Wärmebilanz der Walze 1 wird dadurch praktisch nicht verwendet. Im Mittel gesehen wird der Walze 1 ein Wärmeträgermedium mit einem Temperatur zugeführt, die der Temperatur der Walze 1 entspricht.

[0046] Wenn hingegen der Einfluß der Streckenlast (Kurven B und C) überwiegt, kann es sein, daß man die Zapfenbereiche 7, 8 stärker kühlen muß als den Ballenbereich 9. Dies ist aber von Walze zu Walze unterschiedlich und kann im voraus berechnet werden.

[0047] Dementsprechend kann man, wenn man mehrere Walze 1 in einem in Fig. 3 dargestellten Kalander 26 verwendet, für jede Walze 1 eine eigene Temperiereinrichtung vorsehen, d.h. einen eigenen Kreislauf 19 mit Wärmetauscher 21. Jeder Wärmetauscher 21 kann dann individuell angesteuert werden. Der Rücklauf der Kreisläufe 19 kann zusammengefaßt werden.

[0048] Zwischen den weichen oder elastischen Walzen 1 im Kalander 26 sind jeweils harte, beheizte Walzen 27 angeordnet, die mit der Walze 5 aus Fig. 1 übereinstimmen können. Ferner ist ersichtlich, daß eine Oberwalze 28 und eine Unterwalze 29 mit Druckgebern 30, 31 versehen sind, die für die Erzeugung der Strekkenlasten verantwortlich sind. An der Oberwalze 28 und der Unterwalze 29 kann man die eingeleiteten Kräften mit Druckaufnehmern 32 messen und daraus dann die Streckenlastverteilung in den einzelnen Nips errechnen.

[0049] Den Heizwalzen 27 wird über Leitungen 33 ein Heizmedium zugeführt, beispielsweise Wasser oder Dampf. Die Temperatur dieses Heizmediums kann mit Hilfe von Temperatursensoren 34 ermittelt werden. Da die Temperatur der Heizwalzen 27 im Betrieb von der Vorlauftemperatur des Heizmediums abhängt, reicht die Ermittlung der Vorlauftemperatur mit Hilfe der Temperatursensoren 34 aus, um die notwendigen Informationen für die Errechnung der Temperaturverteilung in den Walzen 1 zu gewinnen. Hierbei reicht es auch aus, daß man für die Berechnung des Temperaturverlaufs in einer Walze 1 die Temperaturen der jeweils benachbarten Heizwalzen 27 berücksichtigt.

Patentansprüche

1. Walze, insbesondere für einen Papierkalander, mit einem Kern (2), der einen elastischen Belag (4) aufweist, der sich über eine Arbeitsbreite erstreckt, und mit Walzenzapfen (15, 16) an den stirnseitigen Enden des Kerns (2), **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Temperiereinrichtung (19-22) vorgesehen ist, die die Zapfenbereiche (7, 8) und einen Ballenbereich (9) zwischen den Zapfenbereichen (7, 8) beaufschlagt, wobei die Temperiereinrichtung (19-22) die Zapfenbereiche (7, 8) thermisch anders beaufschlagt als den Ballenbereich (9).

2. Walze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperiereinrichtung einen Strömungspfad (17-19) für ein Wärmeträgermedium aufweist.

3. Walze nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Walze (1) eine Verdrängerkörper (10) angeordnet ist, der einen Ringraum (11) zum Kern (2) hin bildet.

4. Walze nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kern (2) eine Vielzahl von in Umfangsrichtung gleichförmig verteilten, im wesentlichen achsparallel verlaufenden peripheren Bohrungen aufweist.

5. Walze nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Temperatursteuereinrichtung (22) vorgesehen ist, die die Temperatur des Wärmeträgermediums in Abhängigkeit von der Streckenlast und der Walzentemperatur einstellt.

6. Walze nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt des Wärmeträgermedi-

ums höchstens 3°C beträgt.

7. Walze nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** in den Zapfenbereichen (7, 8) eine größere Wärmetauscherfläche (14) für das Wärmeträgermedium steht zur Verfügung als im Ballenbereich (9).

8. Walze nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgermediums im Ballenbereich (9) größer als in den Zapfenbereichen (7, 8) ist.

9. Walze nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperiereinrichtung (19-22) die Zapfenbereiche (7, 8), die frei von Belag (4) sind, von innen kühlt.

10. Walze nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperatur des Wärmeträgermediums zwischen der Temperatur der Zapfenbereiche (7, 8)und der Temperatur des Ballenbereichs (9) liegt.

11. Kalander mit mehreren Walzen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Walze eine eigene Temperiereinrichtung (19-22) aufweist.

12. Verfahren zum Betrieb einer Walze mit einem Kern, der einen elastischen Belag aufweist, der sich über eine Arbeitsbreite erstreckt, und mit Walzenzapfen an den axialen Enden der Walze, **dadurch gekennzeichnet, daß** man einen Temperaturverlauf in Axialrichtung einstellt, der von der Temperatur in der Umgebung der Walze und einer auf sie wirkenden Streckenlast abhängt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Walzenzapfen beheizt und den Ballen beheizt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Walze mit einem Wärmeträgermedium beschickt, dessen Eingangstemperatur zwischen der Temperatur an den Walzenenden und der Temperatur in der axialen Walzenmitte liegt.

15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** man die Walzenzapfen stärker als die Walzenmitte kühlen kann.

Claims

1. Roll, in particular for a paper calender, having a core (2) which has a resilient covering (4) which extends over a working width, and having roll journals (15, 16) at the ends of the core (2), **characterized in that** temperature control equipment (19-22) is provided, which acts on the journal regions (7, 8) and a barrel region (9) between the journal regions (7, 8), the temperature control equipment (19-22) acting on the journal regions (7, 8) thermally other than on the barrel region (9).

2. Roll according to Claim 1, **characterized in that** the temperature control equipment has a flow path (17-19) for a heat exchange medium.

3. Roll according to Claim 2, **characterized in that** in the roll (1) there is arranged a displacement element (10) which forms an annular space (11) with respect to the core (2).

4. Roll according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the core (2) has a large number of peripheral bores distributed uniformly in the circumferential direction and running substantially parallel to the axis.

5. Roll according to one of Claims 2 to 4, **characterized in that** a temperature control device (22) is provided, which sets the temperature of the heat exchange medium as a function of the line load and the roll temperature.

6. Roll according to one of Claims 2 to 5, **characterized in that** the temperature difference between the inlet and outlet of the heat exchange medium is at most 3°C.

7. Roll according to one of Claims 2 to 6, **characterized in that** in the journal regions (7, 8) there is a greater heat exchange area (14) available for the heat exchange medium than in the barrel region (9).

8. Roll according to one of Claims 2 to 7, **characterized in that** the flow velocity of the heat exchange medium in the barrel region (9) is greater than in the journal regions (7, 8).

9. Roll according to one of Claims 2 to 7, **characterized in that** the temperature control equipment (19-22) cools the journal regions (7, 8) which are free of covering (4) from the inside.

10. Roll according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the temperature of the heat exchange medium lies between the temperature of the journal regions (7, 8) and the temperature of the barrel region (9).

11. Calender having a plurality of rolls according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** each roll has its own temperature control equipment (19-22).

12. Method for operating a roll having a core which has

a resilient covering which extends over a working width, and having roll journals at the axial ends of the roll, **characterized in that** a temperature profile is set in the axial direction which depends on the temperature in the surroundings of the roll and a line load acting on the latter.

13. Method according to Claim 12, **characterized in that** the roll journals are heated and the barrel is heated.

14. Method according to Claim 13, **characterized in that** the roll is charged with a heat exchange medium whose input temperature lies between the temperature at the ends of the roll and the temperature at the axial centre of the roll.

15. Method according to Claim 12, **characterized in that** it is possible to cool the roll journals more intensively than the centre of the roll.

Revendications

1. Rouleau, en particulier pour une calandre à papier, comprenant un noyau (2) qui présente un revêtement élastique (4) qui s'étend sur une largeur de travail, et comprenant des tourillons de rouleau (15, 16) au niveau des extrémités de bout du noyau (2), **caractérisé en ce que** l'on prévoit un dispositif d'équilibrage de température (19-22) qui sollicite les régions des tourillons (7, 8) et une région du corps (9) entre les régions des tourillons (7, 8), le dispositif d'équilibrage de température (19-22) sollicitant thermiquement les régions des tourillons (7, 8) différemment de la région du corps (9).

2. Rouleau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif d'équilibrage de température présente un chemin d'écoulement (17-19) pour un milieu caloporteur.

3. Rouleau selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on dispose dans le rouleau (1) un corps de déplacement (10) qui forme un espace annulaire (11) vers le noyau (2).

4. Rouleau selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le noyau (2) présente une pluralité d'alésages périphériques répartis uniformément dans la direction périphérique, s'étendant essentiellement avec leurs axes parallèles.

5. Rouleau selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** l'on prévoit un dispositif de commande de température (22) qui ajuste la température du milieu caloporteur en fonction de la charge linéaire et de la température du rouleau.

6. Rouleau selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la différence de température entre l'entrée et la sortie du milieu caloporteur est au maximum de 3°C.

7. Rouleau selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** l'on dispose dans les régions des tourillons (7, 8) d'une plus grande surface d'échange de chaleur (14) pour le milieu caloporteur que dans la région du corps (9).

8. Rouleau selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** la vitesse d'écoulement du milieu caloporteur dans la région du corps (9) est supérieure à celle dans les régions des tourillons (7, 8).

9. Rouleau selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif d'équilibrage de température (19-22) refroidit de l'intérieur les régions des tourillons (7, 8) qui sont exemptes de revêtement (4).

10. Rouleau selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la température du milieu caloporteur est située entre la température des régions des tourillons (7, 8) et la température de la région du corps (9).

11. Calandre comprenant plusieurs rouleaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** chaque rouleau présente un dispositif d'équilibrage de température (19-22) propre.

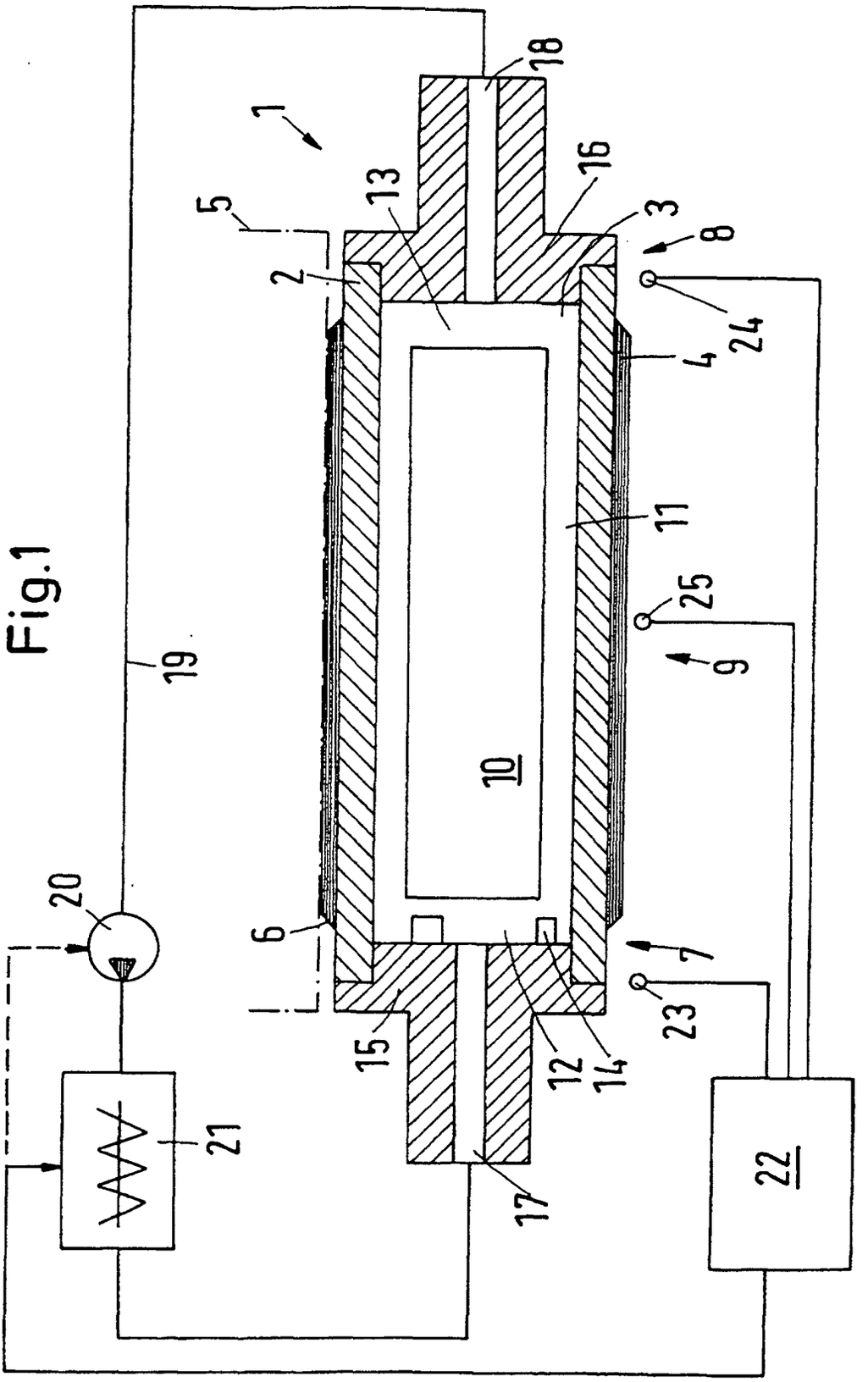
12. Procédé pour le fonctionnement d'un rouleau avec un noyau qui présente un revêtement élastique qui s'étend sur une largeur de travail, et comprenant des tourillons de rouleau au niveau des extrémités axiales du rouleau, **caractérisé en ce que** l'on ajuste une allure de température dans la direction axiale, qui dépend de la température dans l'environnement du rouleau et d'une charge linéaire agissant sur celui-ci.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'on chauffe les tourillons de rouleau et le corps.

14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'on enduit le rouleau d'un milieu caloporteur dont la température d'entrée est située entre la température au niveau des extrémités du rouleau et la température dans le milieu axial du rouleau.

15. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'on peut refroidir les tourillons de rouleau plus fortement que le milieu du rouleau.

Fig.1



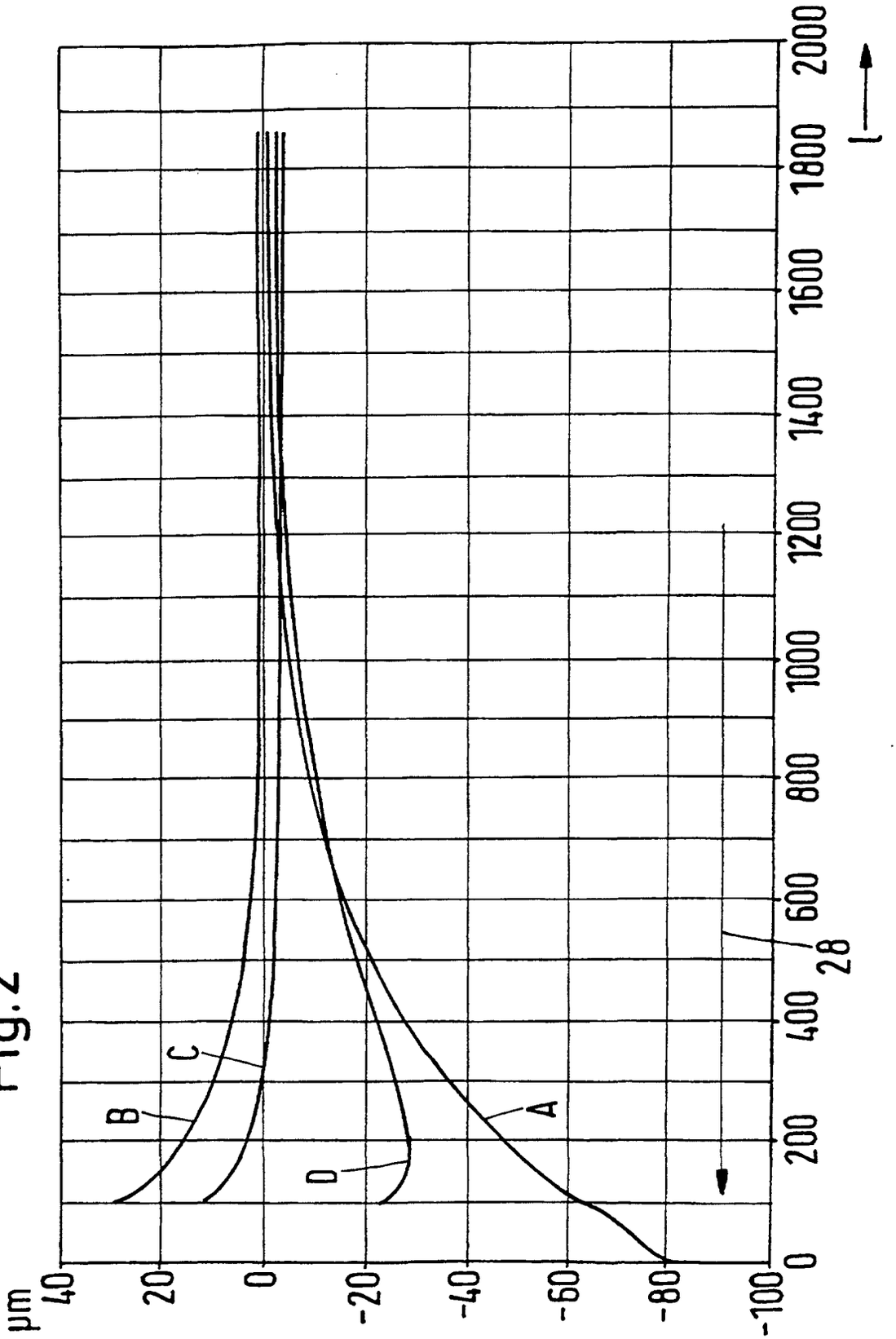

µm
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
l
28
A
B
C
D

Fig.2

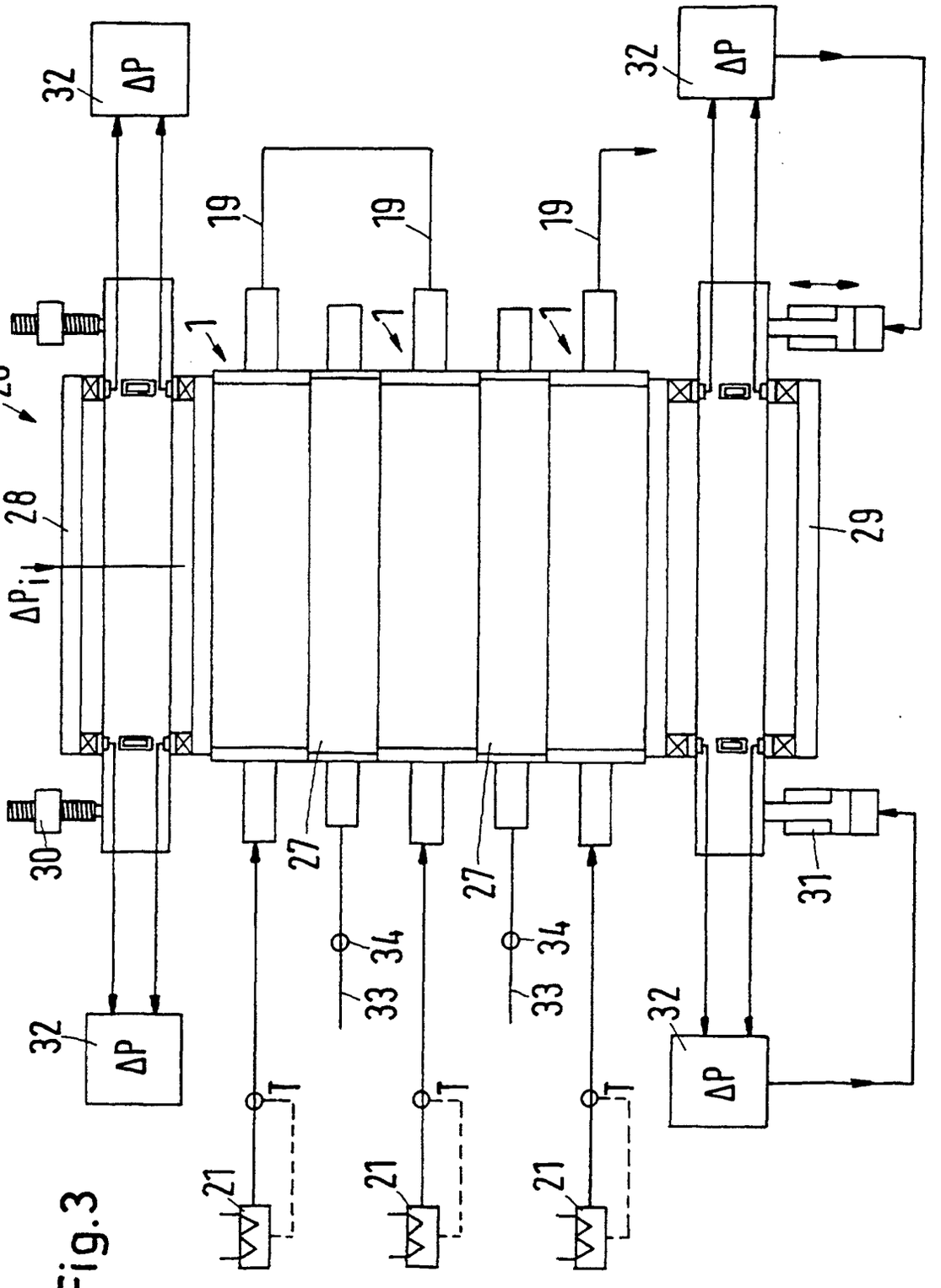


Fig.3