

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **88109549.1**

Int. Cl. 4: **D21G 1/00**

Anmeldetag: **15.06.88**

Priorität: **16.06.87 DE 3720132**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.12.88 Patentblatt 88/51

Benannte Vertragsstaaten:
AT GB IT

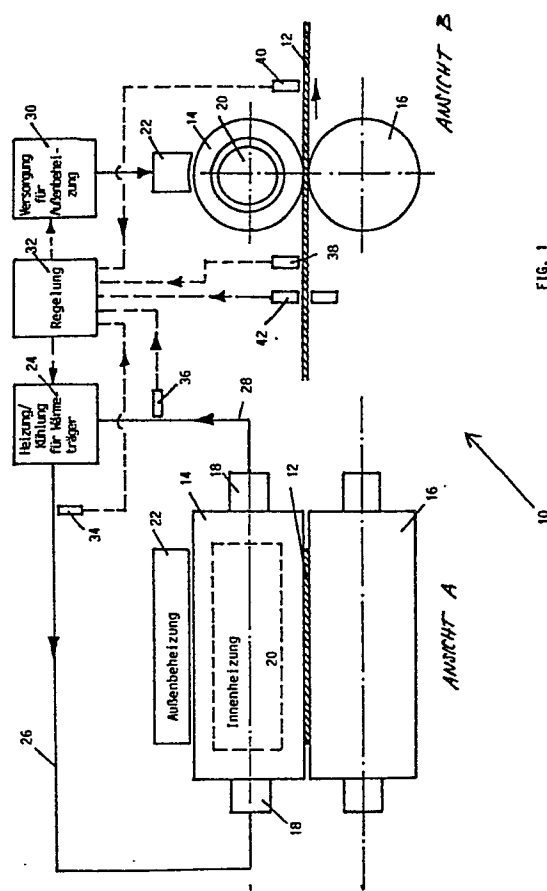
Anmelder: **Schwäbische Hüttenwerke Gesellschaft mit beschränkter Haftung**
Wilhelmstrasse 67 Postfach 3280
D-7080 Aalen-Wasseraalfingen(DE)

Erfinder: **Zaoralek, Heinz-Michael, Dr.**
Bussardweg 7
D-7923 Königsbronn(DE)

Vertreter: **Dipl.-Ing. Schwabe, Dr. Dr.**
Sandmair, Dr. Marx
Stuntzstrasse 16
D-8000 München 80(DE)

Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn.

Eine Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn weist eine Heizwalze mit mindestens einem, in Längsrichtung durch die Heizwalze verlaufenden Strömungskanal, Zu- und Abführleitungen für einen fluiden, durch die Heizwalze fließenden Wärmeträger, eine Heizeinrichtung für den Wärmeträger und mit einer an der Heizwalze anliegende Gegenwalze auf; eine zusätzliche Heizeinrichtung erwärmt die Heizwalze von außen her; eine an die beiden Heizeinrichtungen angeschlossene Steuereinrichtung erwärmt oder kühlt die Heizwalze in Abhängigkeit von vorgegebenen Betriebsbedingungen.



Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

Eine solche Vorrichtung wird insbesondere zur Herstellung und Verarbeitung von Papier eingesetzt, wobei in den letzten Jahren angestrebt wird, mit extrem hohen Temperaturen zu arbeiten, um bestimmte Effekte zu erreichen, siehe die US-PS 4 624 744, aber auch den Artikel "On-line Glättverfahren", veröffentlicht im Wochenblatt für Papierfabrikation 23/24, 1986, S. 984, und den Artikel "Kann der Gloss-Kalender den MG-Zylinder ersetzen?", veröffentlicht im Wochenblatt für Papierfabrikation 22, 1985, S. 871.

Für den Aufbau der Heizwalze stehen zwei Grundprinzipien zur Verfügung, nämlich die interne Beheizung mittels eines fluiden Wärmeträgers, insbesondere Thermoöl, aber auch die externe, insbesondere induktive Beheizung, wie es bspw. aus der EU-PS 59 421 hervorgeht. Als Alternative hierzu ist auch Beblasung mit warmer Luft oder aber Infrarot-Beheizung möglich.

Der Vorteil der externen Beheizung liegt darin, daß im kontinuierlichen Betrieb sehr hohe Heizleistungen und damit Oberflächentemperaturen erreicht werden können.

Bei den Walzen mit interner Beheizung unterscheidet man zwei Grundtypen, nämlich Walzen mit Verdrängerkörper, wie sie aus der DE-OS 3 014 891, aber auch aus der DE-OS 35 18 808 bekannt sind, sowie peripher gebohrte Walzen.

Walzen mit Verdrängerkörper, die sogenannten "Rohrwalzen", lassen sich sehr genau fertigen, so daß Unwuchten weitgehend ausgeschlossen werden können. Außerdem können solche Walzen auch in drei Ebenen ausgewuchtet werden, wie es aus der DE-OS 3 304 076 bekannt ist. In Umfangsrichtung der Walze läßt sich ein gleichmäßiges Temperaturprofil einstellen, wie es für viele Anwendungsfälle angestrebt wird.

Nachteilig bei solchen Rohrwalzen ist jedoch die relativ große Wandstärke des eigentlichen Walzenkörpers, die die Wärmeleistung bremst. Außerdem können bei großen Temperaturdifferenzen unerwünschte Effekte auftreten, bspw. der Oxbow-Effekt, der durch konstruktive Gegenmaßnahmen kompensiert werden muß, siehe DE-OS 35 18 808.

Der Vorteil der peripher gebohrten Walzen liegt insbesondere im Vergleich mit Walzen mit zentraler Bohrung darin, daß sich die Heizfläche näher bei der Oberfläche befindet, also größere Wärmeleistungen erbracht werden können. Zu den Nachteilen solcher Walzen gehören Ungenauigkeit bei der Ausbildung der peripheren Bohrungen und damit verbundene Unwuchten sowie wellenförmige

Temperaturprofile in Umfangsrichtung; hier stehen keine Kompensationsmaßnahmen zur Verfügung.

Durch die herkömmlichen, oben erörterten Ausführungsformen von Heizeinrichtungen für solche Walzen lassen sich die angestrebten, hohen Oberflächentemperaturen im Bereich von mehr als 200° C alleine nicht zuverlässig erzielen; beim Betrieb solcher Walzen bei hohen Temperaturen hat sich außerdem herausgestellt, daß die Festigkeit des Walzenkörpers nicht ausreicht und es relativ häufig zu mechanischen Defekten und damit zu Betriebsstörungen kommt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn der angegebenen Gattung zu schaffen, bei der die oben erwähnten Nachteile nicht auftreten.

Insbesondere soll eine Vorrichtung vorgeschlagen werden, die auch bei längerem Betrieb bei extrem hohen Temperaturen keine mechanischen Defekte zeigt.

Dies wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale erreicht.

Zweckmäßige Ausführungsformen werden durch die Merkmale der Unteransprüche definiert.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beruhen auf folgenden Überlegungen:

Beim Betrieb solcher Walzen bei hohen Temperaturen kann es zu großen radialen Temperaturdifferenzen zwischen der Oberfläche des Walzenkörpers und seinem Innern, bspw. seiner Mittellachse, kommen. Diese Temperaturdifferenzen können zu Zug- oder Druckspannungen im Walzenkörper führen, die wiederum die Festigkeit des Materials für den Walzenkörper stark beanspruchen und, insbesondere bei starken Schwankungen, Risse oder gar Brüche im Walzenkörper verursachen.

Solche starken Temperaturdifferenzen ergeben sich insbesondere im instationären Zustand, also beim Anfahren bzw. Abfahren einer solchen Walze, beim Ausfall der Heizung, beim Ausfall des zu behandelnden, bahnförmigen Materials oder bei der Unterbrechung der Strömung des Wärmeträgers.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß bspw. das Aufheizen eines Walzenkörpers mit einer Geschwindigkeit von 1° C pro Minute erfolgt, d. h. es werden ungefähr vier Stunden benötigt, um den Walzenkörper auf eine Temperatur von 200° C zu bringen. Höhere Aufheizgeschwindigkeiten führen zu einem zu schnellen Druckaufbau in der Oberfläche der Walze, der zur Druckeigenspannung des Walzenkörpers hinzukommt und damit innere Zugspannungen hervor-

ruft, die wiederum Ursache für Risse oder gar einen Bruch im Walzenkörper sein können.

Durch die Verwendung einer "Doppel-Heizung" läßt sich nun der stationäre Betrieb, insbesondere jedoch der instationäre Betrieb beim Anfahren und Abfahren, aber auch bei Betriebsstörungen, so regeln, daß die Temperaturdifferenz zwischen der zentralen Achse des Walzenkörpers und seiner Oberfläche immer möglichst gering bleibt und damit keine Risse oder Brüche verursachenden Spannungen auftreten können.

Dabei muß besonders berücksichtigt werden, daß bei normalen Betriebszustand ein sehr empfindliches Gleichgewicht zwischen der zugeführten Wärmemenge und der durch Abstrahlung, aber auch durch Erwärmung des zu behandelnden Materials abgeführten Wärmemenge besteht, also eine geringe Störung dieses Gleichgewichtes bereits zu einer starken Temperaturänderung führen kann.

Aus diesem Grunde ist es wichtig, auf etwaige Abweichungen vom Normal-Zustand sofort zu reagieren und eine entsprechende Gegenmaßnahme zu ergreifen, bspw. den Wärmeträger zu kühlen und dadurch dafür zu sorgen, daß eine Abkühlung der Oberfläche des Walzenkörpers, bspw. wegen Ausbleiben des zu behandelnden, bahnförmigen Materials, soweit kompensiert wird, daß im Idealfall die Temperaturdifferenz bei $\Delta T = 0$ ist.

Ein wichtiger, den Temperaturverlauf beeinflussender Parameter stellt also das Vorhandensein der zu behandelnden Bahn dar, so daß nach einer bevorzugten Ausführungsform eine Lichtschranke vorgesehen ist, die auf das Fehlen der Bahn anspricht und über eine Steuereinrichtung entsprechende Gegenmaßnahmen einleitet.

Außerdem sollten am Vor- und Rücklauf des fluiden Wärmeträgers Temperaturfühler vorgesehen werden, da man aus den so ermittelten Temperaturen sowohl die Heizleistung als auch die Innentemperatur des Walzenkörpers errechnen kann.

Die kontinuierliche Erfassung der Temperatur der Oberfläche des Walzenkörpers ist problematisch, da man hier, wenn irgendmöglich, kontaktlos arbeiten muß. Falls man keine der zur Verfügung stehenden direkten Meßmethoden einsetzen will, besteht die Möglichkeit, die Temperatur der zu behandelnden Materialbahn kontinuierlich zu erfassen und daraus die aufgebrachte Wärmeleistung sowie die Temperatur an der Oberfläche des Walzenkörpers zu errechnen, also eine indirekte Messung durchzuführen.

Der Temperaturverlauf über den Walzenkörper, und zwar sowohl in radialer als auch in Längsrichtung, sowie der Spannungsverlauf in dem Walzenkörper kann durch ein Simulationsprogramm ermittelt und bei der Regelung der Heizleistungen der

beiden Heizeinrichtungen berücksichtigt werden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Rohrwalze verwendet, also ein Walzenkörper mit Verdrängerkörper, da sich hierbei ein gut regelbares Temperaturprofil sowie ein gleichmäßiges Temperaturprofil in Umfangsrichtung der Walze ergeben.

Walzenkörper mit einer zentralen Bohrung für die Durchführung des Wärmeträgers sind insofern problematisch, als der Wärmeübergang von der zentralen Bohrung zur Oberfläche des Walzenkörpers relativ schlecht ist und es damit rasch zu großen Temperaturdifferenzen kommen kann.

Arbeitet man also nicht mit einer Rohrwalze, so sollte eine peripher gebohrte Walze verwendet werden, bei der sich die Bohrungen relativ nahe an der Oberfläche des Walzenkörpers befinden, um auf diese Weise einerseits hohe Wärmeleistungen und andererseits gute Wärmeübergänge zu erzielen.

Die Temperaturregelung erfolgt immer so, daß im normalen Betriebszustand durch die externe Heizeinrichtung, bspw. eine induktive Heizeinrichtung, soviel Energie zugeführt wird, wie durch die zu behandelnde Materialbahn einerseits und den Wärmeträger andererseits abgeführt wird, so daß sich in radialer Richtung des Walzenkörpers eine extrem geringe Temperaturdifferenz ergibt, die im Idealfall den Wert $\Delta T = 0$ erreicht. Dadurch werden bei praktisch beliebiger Heizleistung und damit extrem hohen Temperaturen Thermo-Spannungen im Walzenkörper vermieden.

Bei diskontinuierlichen Betrieb, also insbesondere bei den oben erwähnten Störungen, kann die Temperatur im Walzenkörper der Außentemperatur an der Oberfläche des Walzenkörpers nachgefahren und dadurch die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche des Walzenkörpers und seinem Kern reduziert werden, indem der Wärmeträger erwärmt oder gekühlt wird, wodurch sich ebenfalls geringe Temperaturdifferenzen ergeben und damit jede Riss- oder gar Bruchgefahr des Walzenkörpers ausgeschlossen wird.

Ein weiterer Vorteil dieser sehr exakten Temperatureinstellung des Walzenkörpers liegt darin, daß nun Walzenkörper aus speziellen Hartguß-Legierungen mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit verwendet werden können, wie sie insbesondere für Papiermaschinenkalandern benötigt werden. Eine solche Legierung hat eine Feinstruktur mit harten Carbid-Einlagerungen in einer perlitischen Matrix, wodurch sich eine gute Dämpfung in Verbindung mit guter Formbeständigkeit ergibt. Außerdem poliert die Oberfläche eines solchen Walzenkörpers nicht auf, was zu einer zu hohen Glätte führen könnte. Auch Markierungen auf der Oberfläche des Walzenkörpers werden ausgeschlossen.

Dieses Material hat jedoch einen gravierenden Nachteil, der bei starken Temperaturdifferenzen zu

Problemen führen kann, nämlich eine relativ geringe Festigkeit. Durch die hier beschriebene Temperaturregelung werden jedoch starke radiale Temperaturdifferenzen weitgehend ausgeschlossen, so daß die Festigkeits-Beanspruchung des Walzenkörpers gering bleibt und damit die Festigkeitsgrenze des verwendeten Hartguß-Materials nicht erreicht wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Schemadarstellung mit zwei verschiedenen Ansichten einer Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn, und

Fig. 2 Kurvendarstellungen des Druck- bzw. Zug-Verlaufes in der Heizwalze in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche des Walzenkörpers und ihrem Kern für verschiedene Betriebszustände einer Walze.

Die aus Figur 1 ersichtliche, allgemein durch das Bezugszeichen 10 angedeutete Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn 12 weist eine Heizwalze 14 auf, an der eine Gegenwalze 16 anliegt. Die Gegenwalze 16 kann auch beheizt sein.

Die Heizwalze 14, die in üblicher Weise mittels Flanschzapfen 18 um ihre Längsachse drehbar gelagert ist, ist mit einer schematisch angedeuteten Innenheizung 20 versehen, nämlich entweder peripheren Bohrungen in der Nähe der Oberfläche des Walzenkörpers der Heizwalze 14 oder mit einem Verdrängerkörper; ein fluider Wärmeträger, im allgemeinen Thermoöl, strömt entweder durch die periphere Bohrungen oder durch den Ringspalt zwischen dem Verdrängerkörper und dem Walzenmantel.

In der Nähe der Oberfläche der Heizwalze 14 ist eine Außenbeheizung 22 vorgesehen, bspw. eine Induktions-Heizung, die elektromagnetische Energie in das Material des Walzenkörpers der Heizwalze 14 koppelt und damit eine Temperaturerhöhung insbesondere der Walzenoberfläche bewirkt.

Eine Einrichtung 24 führt der Heizwalze 14 über eine Leitung 26 den fluiden Wärmeträger in Richtung des Pfeils zu, und zwar in üblicher Weise über den gemäß der Darstellung in Figur 1 linken Flanschzapfen 18. Nach dem Durchströmen der Heizwalze 14 verläßt der Wärmeträger die Heizwalze 14 über den rechten Flanschzapfen 18 und strömt dann über eine Leitung 28 in Richtung des Pfeils zur Einrichtung 24 zurück, so daß sich ein geschlossener Umlauf des Wärmeträgers ergibt. Die Einrichtung 24 kann den Wärmeträger erwärmen oder abkühlen, dient also als Heiz/Kühl-Einrichtung.

Die Energieversorgung für die Außenbeheizung 22 ist bei 30 angedeutet.

Eine Regeleinrichtung 32 steuert sowohl die Heiz/Kühl-Einrichtung 24 als auch die Energieversorgung 30 an und empfängt Signale von verschiedenen Sensoren, nämlich einem ersten Sensor 34 für die Erfassung der Temperatur des erwärmten Wärmeträgers in der Leitung 26, einem zweiten Sensor 36 für die Erfassung der Temperatur des zurückfließenden Wärmeträgers in der Leitung 28, einem dritten Sensor 38 für die Erfassung der Temperatur der zu behandelnden Materialbahn 12 vor dem Durchlaufen des Spaltes zwischen den beiden Walzen 14 und 16, einem vierten Sensor 40 für die Erfassung der Temperatur der Materialbahn 12 nach dem Durchlaufen des Spaltes zwischen den beiden Walzen 14 und 16 und schließlich einer in Bewegungsrichtung der Materialbahn 12 (siehe den Pfeil in Fig. 1) vor den beiden Walzen 14, 16 angeordneten Lichtschranke 40, die das Vorhandensein der Materialbahn 12 feststellt.

Die von den verschiedenen Fühlern 34, 36, 38, 40 ermittelten Signale, also die Ist-Werte für die jeweiligen Temperaturen, werden in der Regeleinrichtung 32 mit vorgegebenen Sollwerten verglichen, so daß in Abhängigkeit von dem Ergebnis dieses Vergleiches die beiden Heizeinrichtungen 24, 30 angesteuert werden und bewirken, daß die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche der Heizwalze 14 und ihrem Kern möglichst gering ist, indem insbesondere der Wärmeträger erwärmt oder gekühlt wird.

Außerdem werden bei Fehlen der Materialbahn 12, das mittels der Lichtschranke 42 festgestellt wird, sofort Gegenmaßnahmen eingeleitet, um den damit verbunden Temperaturabfall an der Oberfläche der Heizwalze 14 zu kompensieren.

Der Walzenkörper der Heizwalze 14 besteht aus einer Hartgußlegierung mit hoher Wärmeleitfähigkeit, so daß die oben erläuterten Vorteile erreicht werden.

Aus den Ausgangssignalen der beiden Fühler 34 und 36 im Vor- bzw. Rücklauf des Wärmeträgers kann sowohl die Leistung der Innenheizung als auch die Innentemperatur der Heizwalze 14 errechnet und damit bei der Regelung berücksichtigt werden.

Aus der Temperaturdifferenz der Materialbahn vor bzw. nach dem Durchlaufen des Spaltes zwischen den beiden Walzen 14, 16, die mittels der Fühler 38, 40 ermittelt wird, kann ebenfalls die Heizleistung und die Temperatur an der Oberfläche des Walzenkörpers der Heizwalze 14 ermittelt werden. Der Temperaturverlauf über die Heizwalze und damit ihr Spannungsverlauf läßt sich über ein Simulationsprogramm ermitteln.

Figur 2 zeigt den Spannungsverlauf in der Wand einer Rohrwalze bei verschiedenen Betriebszuständen; dabei ist in Figur 2a der Eigenspannungsverlauf von innen nach außen bei Umgebung-

temperatur dargestellt, also für den Fall, daß die Temperatur T_i im Innern der Walze gleich der Temperatur T_a an der Oberfläche der Walze ist. Selbst in diesem günstigsten Fall liegt im Innern der Walze eine Zugspannung σ_i vor, die größer als 0, jedoch kleiner als die Zugfestigkeit der üblicherweise verwendeten Hartgußlegierungen ist, während an der Oberfläche der Walze eine Druckspannung σ_a vorliegt.

Wird die Walze zu schnell von außen her aufgeheizt, so wird die Temperatur T_a an der Oberfläche der Walze sehr rasch sehr viel größer als die Temperatur T_i im Innern der Walze, d.h. sowohl die Zugspannung σ_i als auch die Druckspannung σ_a nehmen stark zu, so daß rasch der zulässige Grenzwert für die Zugfestigkeit des Materials überschritten wird und die Walze innen reißt, wie man aus Figur 2b ableiten kann.

Figur 2c zeigt eine Walze mit Innenheizung oder eine Walze kurz nach Ausfall der Außenheizung; hier wird die Temperatur T_a an der Oberfläche der Walze rasch sehr viel geringer als die Temperatur T_i im Innern der Walze, d.h. an der Oberfläche der Walze entsteht eine Zugspannung σ_a , die über dem Grenzwert für die Zugfestigkeit liegt, während im Innern der Walze eine Druckspannung σ_i aufgebaut wird. Unter diesen Bedingungen reißt also die Walze außen.

Figur 2d zeigt schließlich den Spannungsverlauf für eine Walze mit geregelter Aufheizung innen und außen, wie es oben beschrieben worden ist; man kann erkennen, daß selbst im Vergleich mit dem stationären Zustand bei Umgebungstemperatur, wie er aus Figur 2a ersichtlich ist, die Differenz zwischen der Druckspannung σ_i im Innern der Walze und der Druckspannung σ_a an der Oberfläche der Walze sehr viel geringer ist und einen ausreichenden Sicherheitsabstand zur Zugfestigkeit des Materials beibehält. Es besteht also keine Riss- oder gar Bruchgefahr für die Walze.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Behandlung einer Materialbahn

- a) mit einer Heizwalze,
- b) mit mindestens einem, in Längsrichtung durch die Heizwalze verlaufenden Strömungskanal,
- c) mit Zu- und Abführleitungen für einen fluiden, durch den Strömungskanal fließenden Wärmeträger,
- d) mit einer Heizeinrichtung für den Wärmeträger, und
- e) mit einer an der Heizwalze anliegenden Gegenwalze,

dadurch gekennzeichnet, daß

f) eine zusätzliche Heizeinrichtung (22, 30) die Heizwalze (14) von außen her erwärmt, und daß
g) eine an die beiden Heizeinrichtungen (20, 24; 22, 30) angeschlossene Steuereinrichtung (32) die Temperatur der Heizwalze (14) in Abhängigkeit von vorgegebenen Betriebsbedingungen erhöht oder verringert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zusätzliche induktive Heizeinrichtung (22, 30) vorgesehen ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizwalze (14) als Rohrwalze ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizwalze (14) periphere Bohrungen in der Nähe ihrer Oberfläche aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung als Regeleinrichtung (32) ausgebildet ist, die von verschiedenen Fühlern (34, 36, 38, 40, 42) Ist-Werte für die Betriebsbedingungen empfängt und die beiden Heizeinrichtungen (20; 22, 30) entsprechend steuert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen ersten Fühler (34) für die Temperatur des der Heizwalze (14) zugeführten Wärmeträgers und durch einen zweiten Fühler (36) für die Temperatur des aus der Heizwalze (14) austretenden Wärmeträgers, wobei aus den beiden Temperaturwerten die Innentemperatur der Heizwalze (14) ermittelt wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, gekennzeichnet durch einen dritten Fühler (38) für die Temperatur der Materialbahn (12) vor dem Durchlaufen des Spaltes zwischen den beiden Walzen (14, 16) und durch einen vierten Fühler (40) für die Temperatur der Materialbahn (12) nach dem Durchlaufen des Spaltes zwischen den beiden Walzen (14, 16), wobei aus den beiden Temperaturwerten die Oberflächentemperatur der Heizwalze (14) ermittelt wird.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet durch einen das Vorhandensein der Materialbahn (12) feststellenden Fühler (42).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Fühler als Lichtschranke (42) ausgebildet ist.

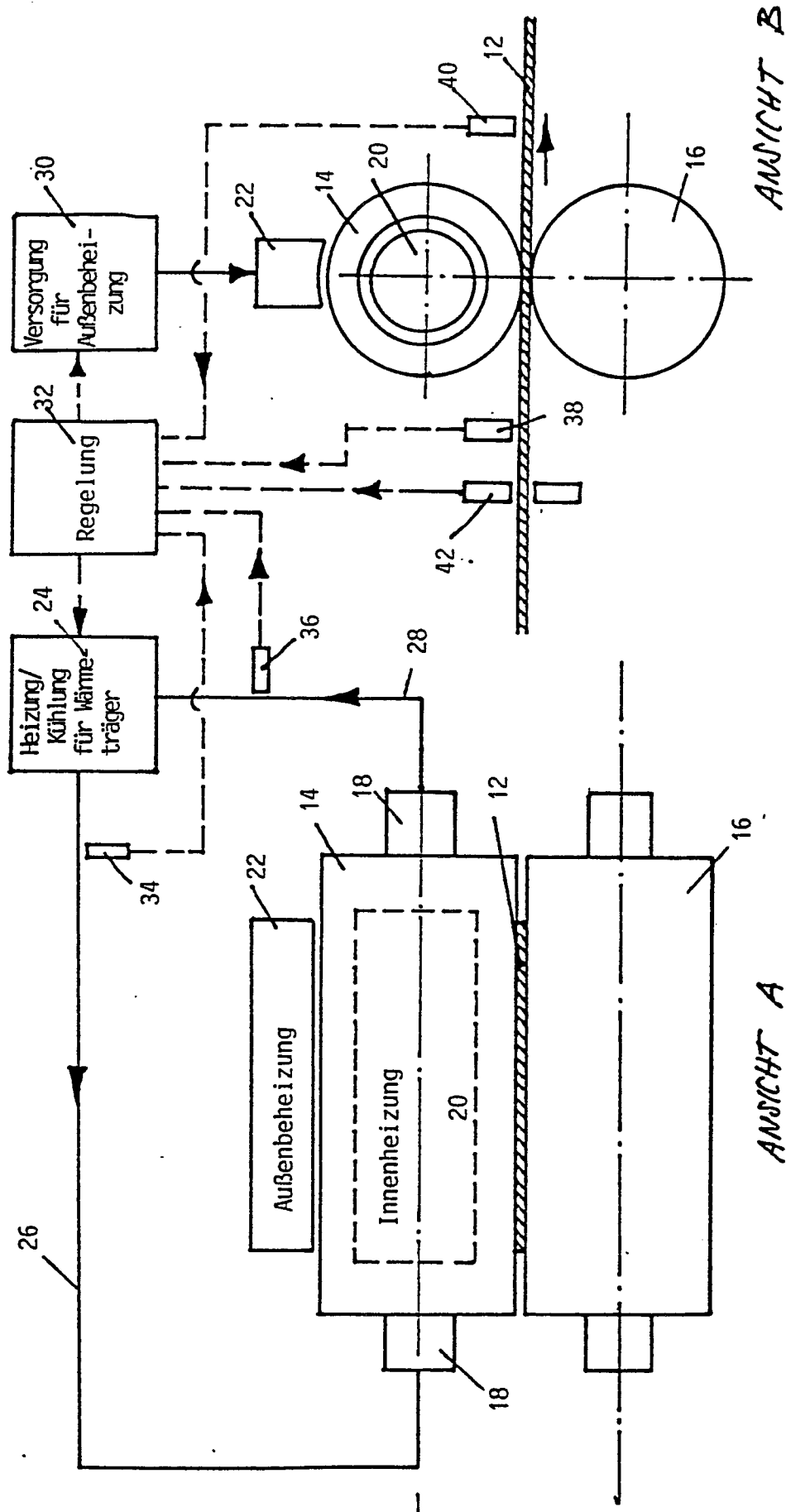


FIG. 1

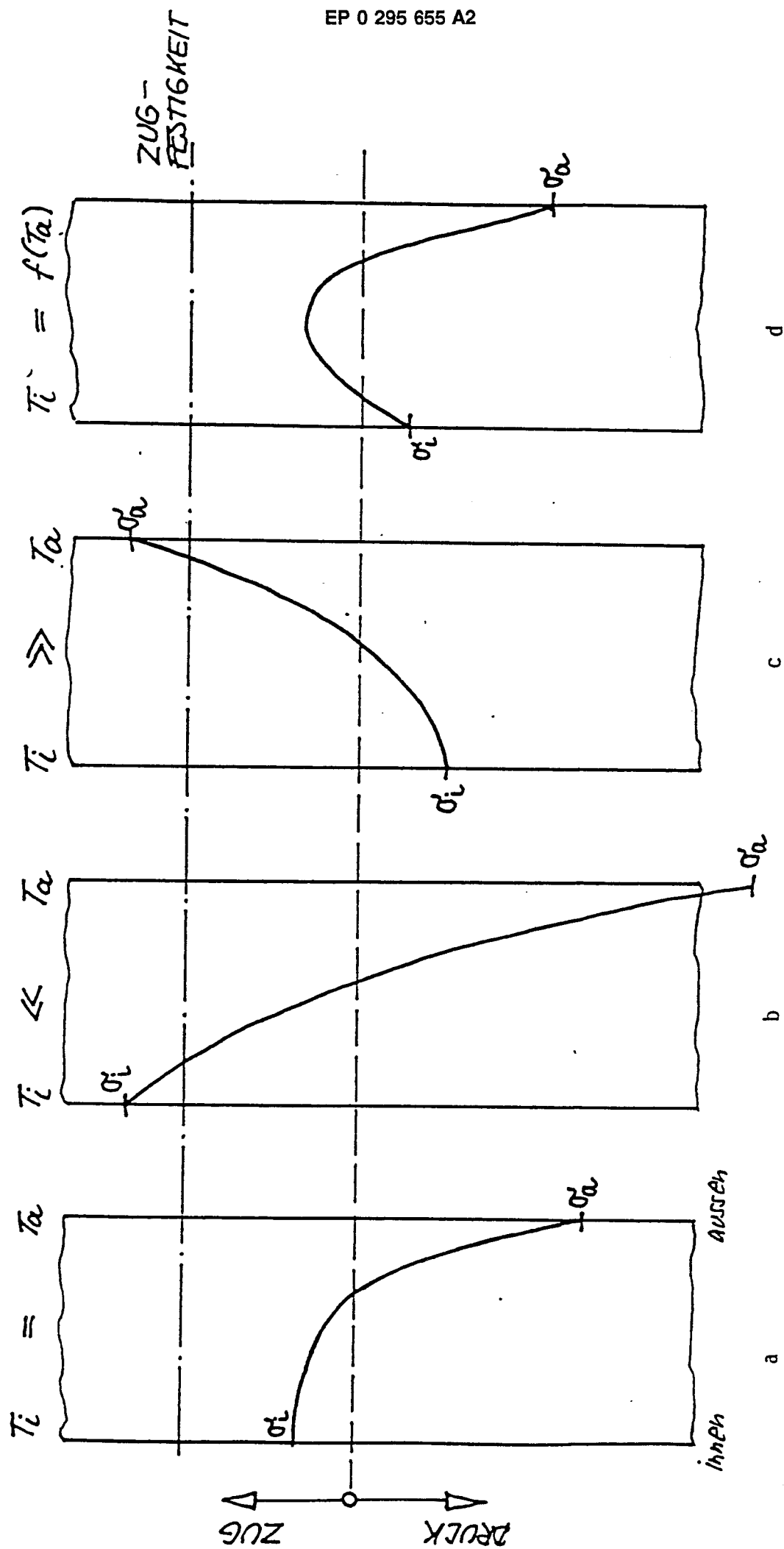


FIG. 2