



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 480 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1834/2002
(22) Anmeldetag: 09.12.2002
(42) Beginn der Patentdauer: 15.08.2004
(45) Ausgabetag: 25.03.2005

(51) Int. Cl.⁷: **C21D 10/00**
F16C 13/00

(30) Priorität:
28.12.2001 DE 10164344 beansprucht.

(73) Patentinhaber:
SCHWÄBISCHE HÜTTENWERKE GMBH
D-73433 AALEN-WASSERALFINGEN (DE).

(54) FORMSTABILISIERTER WALZENKÖRPER SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN

AT 412 480 B

(57) Walzenkörper für eine Walze zur Druckbehandlung und/oder Temperaturbehandlung eines bahnförmigen Mediums, beispielsweise Papier, wobei der Walzenkörper ein Gusskörper aus einer Eisenbasislegierung mit Graphitlamellen ist; bestimmte Bereiche des Walzenkörpers während oder nach der Fertigung unter Zugspannungen gesetzt werden, die größer sind als diejenigen, welche in diesen Bereichen bei einem Transport oder einem Walzenbetrieb auftreten, wobei die zusätzlich aufgebrachten Zugspannungen lokale plastische Verformungen in Randbereichen der Graphitlamellen auslösen, derart, dass nach einem Fortfall der Zugspannungen der Walzenkörper sich bis zu dem erreichten Spannungsniveau elastisch verhält und nicht mehr dauerhaft verformt.

Die Erfindung betrifft einen Walzenkörper für eine Walze zur Druckbehandlung und/oder Temperaturbehandlung eines bahnförmigen Mediums, beispielsweise einer Papierbahn oder dünnen Metallbahn, und ein Verfahren zur Herstellung des Walzenkörpers. Der Walzenkörper kann insbesondere ein Walzenkörper einer Kalandervalze einer Papiermaschine sein.

5 Es häufen sich die Meldungen, dass neue Kalandervalzen nach einiger Laufzeit im Kalanderr „krumm“ werden. Dabei handelt es sich um gemessene Mittenausschläge in der Größenordnung von 0,1 mm oder eine Verbiegung von ca. 0,05 mm. Die Tatsache, dass solche Meldungen praktisch nur von Walzen kommen, welche mit einer relativ dünnen Hartbeschichtung versehen sind, lässt den Schluss zu, dass es sich nicht um eine neue Erscheinung handelt, sondern, dass die
10 Verbiegungsvorgänge erst aufgrund der dünnen Beschichtung in das Bewusstsein der Kalanderbetreiber gelangt sind. Während nämlich bisher ein derartiges Krummwerden durch das routinemäßige Nachschleifen korrigiert werden konnte - die nachschleifbare harte Schale hatte eine Stärke von über 8 mm - bedeutet bei einer Schichtstärke von 0,1 bis 0,15 mm die Begradigung durch Schleifen praktisch immer den vollständigen Verlust der teuren Beschichtung.

15 Wenn ein Graugusskörper - und beim Kern von Schalenhartgusswalzen, wie die Erfindung sie vorzugsweise betrifft, handelt es sich um einen solchen - gefertigt wird, dann erfährt er während der gesamten Fertigung praktisch keine mechanischen Belastungen, welche über die Belastung durch das Gewicht des Körpers hinausgehen. Das heißt, dass schon eine geringe zusätzliche Belastung, z.B. durch Schwingungen des während des Transportes vom Hersteller zum Betreiber
20 an den Enden gelagerten Walzenkörpers, wiederholt zusätzliche Zugspannungen auslöst, die eine geringe bleibende Verformung des Walzenkörpers bewirken. Belastungen können z.B. auch dadurch entstehen, dass während des Betriebes der Schnell-Öffnungsmechanismus die Walzen voneinander trennt. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn die zu behandelnde Materialbahn abreißt und eine beheizte Walze in einem Kalanderr in direkten Kontakt zu einer Walze mit einem elastischen
25 Bezug kommt. Dann trennt ein besonderer Mechanismus die Walzen voneinander und die Walzen fallen nach unten, wo sie von einer Vorrichtung aufgefangen werden. Dabei werden Beschleunigungskräfte von bis zu 2 g auf die Walzen ausgeübt.

Man führe sich die Größenordnung vor Augen: Es werden Walzen beispielsweise mit einem Durchmesser von 812 mm und einer Walzenlänge von 9.000 mm mit einer Fertigungstoleranz in
30 Bezug auf die Rundlaufgenauigkeit von 0,005 mm gefertigt. Bei einer Hartbeschichtung oder Verchromung wird gewöhnlich eine Schichtstärke von 0,15 mm aufgebracht. Eine Verbiegung von 0,05 mm bedeutet einen Rundlauffehler von 0,1 mm, d.h. eine Verschlechterung der Toleranz um das 20-fache. Damit einher geht eine Unwucht und eine zusätzliche Auslenkung bei hohen Drehzahlen.

35 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Walzenkörper zu fertigen, der unter den ab Werk zu erwartenden Belastungen nicht mehr krumm wird.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Die Erfindung beruht auf folgender Erkenntnis: Eine Analyse der Ursachen für das Krummwerden von Walzenkörpern aus Grauguss führt zu einer Besonderheit von Grauguss mit einer lamellaren Ausbildung des ausgeschiedenen Graphits. Bei der Abkühlung des flüssigen Eisens kommt es
40 bei Temperaturen von 1150-1300 °C zu einer lamellenförmigen Ausscheidung des im Eisen gelösten Kohlenstoffes. Im Verlauf der weiteren Abkühlung schrumpft der Werkstoff, was an den Lamellenenden örtlich stark erhöhte Spannungen verursacht. Eine zusätzliche Überlagerung mit einer
45 Zugspannung führt auch bei einem sehr geringen Zugspannungsniveau in diesen lokalen Spannungszentren bereits zu einer plastischen Verformung, die eine geringfügige, unerwünschte Formänderung des gesamten Gusskörpers nach sich zieht.

Ein erfindungsgemäßer Walzenkörper wurde im Verlauf der Fertigung oder danach erfindungsgemäß einer Belastung unterzogen, die zu Spannungen im Walzenkörper führt, welche größer sind
50 als diejenigen, welche im späteren Betrieb oder bei Transportvorgängen erwartet werden müssen. Die Belastung führt zu plastischen Verformungen in den Randbereichen der Graphitlamellen, die normalerweise im weiteren Gebrauch nicht mehr überschritten werden. Es werden mit hoher Vorspannung ausgestattete Bereiche um die Lamellenenden mittels einer zusätzlichen Spannung über die elastische Grenze hinaus belastet, so dass sie sich plastisch deformieren. Wird der Walzenkörper von dieser zusätzlichen Spannung wieder entlastet, reduziert sich die Vorspannung auf
55

den Differenzbetrag aus der elastischen Grenzspannung und der zusätzlich aufgebracht Spannung im Wege der erfindungsgemäßen Behandlung. Die Eigenspannung des Walzenkörpers hat sich verringert. Um den Walzenkörper nochmals elastisch zu verformen, muss eine Zusatzspannung aufgebracht werden, die über der "Trainingsspannung", d.h. über der im Rahmen der erfindungsgemäßen Behandlung aufgebracht Zusatzspannung liegt. Ist die im Rahmen der erfindungsgemäßen Behandlung aufgebrachte Zusatzspannung hoch genug gewählt, so kann sich der Walzenkörper im späteren Betrieb nicht mehr plastisch verformen. Es werden im Ergebnis selektiv bestimmte Bereiche des Walzenkörpers unter eine zusätzliche Spannung gesetzt. Ein Walzenkörper, welcher diese Verformungen schon während der Fertigung hinter sich gebracht hat, verhält sich in der Zukunft bei normalen Belastungen fast vollkommen elastisch. Ein solcher Walzenkörper wird sich nicht mehr bleibend verformen, sondern bei Entlastung wieder elastisch zurückkommen. Er ist formstabilisiert.

Die erfindungsgemäße Stabilisierung wird nach dem Gießen und Erstarren des Gusskörpers durchgeführt. Sie kann vor oder nach einer Oberflächenbehandlung, beispielsweise einem Beschichten oder Schleifen, des Walzenkörpers durchgeführt werden. Sie kann auch zur Korrektur einer bereits eingetretenen plastischen Verformung eingesetzt werden, d.h. zum Richten.

Die inneren Spannungen können in verschiedener Weise erzeugt werden. Vorzugsweise werden die Spannungen mechanisch oder thermisch oder in Kombination mechanisch und thermisch eingeprägt.

Bei einer bevorzugten mechanischen Behandlung wird der Walzenkörper oder die Walze an den Enden festgehalten, z.B. in einer Drehmaschine eingespannt. Durch Ausüben eines vorzugsweise radial auf die spätere Drehachse des Walzenkörpers gerichteten Druckes in der axialen Mitte auf den Walzenkörper wird der Walzenkörper verbogen, und es werden damit Spannungen im Walzenkörper erzeugt. Zweckmäßigerweise erfolgt dieser Druck von oben, weil sich die so erzeugten Spannungen zu denjenigen addieren, welche schon aus dem Eigengewicht des Walzenkörpers herrühren. Erfolgt der Druck von der Seite, so ergibt sich die tatsächliche Belastung des Walzenkörpers aus dem Kräftediagramm. Bei einer Belastung von unten muss diese erst das doppelte Eigengewicht des Walzenkörpers ausgleichen, bevor es zu einer zusätzlichen Belastung kommt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine annähernde Punktbelastung in der Mitte eine etwa um das 1,6-fache größere Spannung erzeugt als eine gleichgroße, aber über den Walzenballen gleichmäßig verteilte Linienbelastung.

Wird die Belastung durch einen oder mehrere Anpresskörper aufgebracht, z.B. durch eine hydraulisch angedrückte Rolle, so kann der dadurch ausgelenkte Walzenkörper unter Last gedreht werden. Die plastischen Verformungen an den Enden der Graphitlamellen gehen asymptotisch zurück, so dass das Materialgefüge bzw. der Walzenkörper schon nach wenigen Umdrehungen stabilisiert ist. Zu achten ist dabei auf die Herzsche Pressung, welche durch die Rolle in dem Walzenwerkstoff erzeugt wird, damit es nicht zu Schäden im Walzenkörper selbst kommt.

An Stelle einer kontinuierlichen Drehung ist es auch möglich, die Belastung auf einen stillstehenden Walzenkörper aufzubringen. Vorzugsweise wird bei dieser Behandlung der Walzenkörper nach jeder Belastung etwas weitergedreht. Beispielsweise kann dies jedes Mal um etwa 30° erfolgen. Eine solche wiederholte, stehende Belastung hat den Vorteil, dass man den Druck mit einem dem Walzenballen angepassten Formstück aufbringen kann. Dies verringert die spezifische Oberflächenbelastung. Vorteilhaft ist diese Art der Behandlung auch bei Walzenkörpern, die bereits eine geschliffene Oberfläche haben und/oder bereits beschichtet sind, um sie nachträglich zu stabilisieren.

Wenn ein Walzenkörper bereits krumm ist, kann man die Durchbiegung vor oder nach einer Stabilisierungsbehandlung korrigieren, indem man die Walze in einer Stellung durch die Aufbringung einer entsprechenden Kraft zurückbiegt.

Vorteilhafterweise kann durch die Erfindung ein Walzenkörper, der im Gebrauch, d.h. im Betrieb der Walze, krumm geworden ist, mechanisch gerichtet werden, indem der Walzenkörper in einer Stellung durch die Aufbringung einer zurückbiegenden Kraft in die gerade Form zurückgebracht wird. Die zurückbiegende Kraft kann wie vorstehend im Zusammenhang mit dem Stabilisieren beschrieben aufgebracht werden. Das Richten erfolgt vorzugsweise in mehreren Schritten, die sich durch die Größe der zurückbiegenden Kraft unterscheiden. In einem ersten Schritt wird mit einer Vorkraft, zurückgebogen. Die Vorkraft beträgt zwischen 30 und 70%, beispielsweise 50%, der

Kraft, die erforderlich ist, um den krummen Walzenkörper letztlich in seine gerade Form zurückzubiegen. Die Vorkraft wird anschließend stufenweise oder gegebenenfalls kontinuierlich bis zu der Kraft gesteigert, die erforderlich ist, um den Walzenkörper in die gerade Form zurückzubiegen. Falls der Walzenkörper bei dem Richten in eine Richtung quer zu der rückbiegenden Kraft gebo-

5 gen wird, kann die Richtung der zurückbiegenden Kraft in Bezug auf den Walzenkörper entsprechend verändert werden. Das Ausmaß von solchen, unerwünschten Biegungen ist jedoch gegenüber der Biegung des Walzenkörpers vor dem Richten vernachlässigbar klein.

Durch Erzeugung eines Temperaturunterschiedes können im Walzenkörper ebenfalls die erfindungsgemäßen Spannungen erzeugt werden. Erreicht die Zugspannung im Zuge einer solchen thermischen Behandlung überall ein Niveau, das über dem liegt, welches im weiteren Walzenleben

10 erwartet werden kann, dann ist auch mit einer Wärmebehandlung eine Stabilisierung im erfindungsgemäßen Sinne möglich. Vorzugsweise wird bei einer thermischen Behandlung in dem Walzenkörper ein Temperaturgradient in radialer Richtung erzeugt.

Der Temperaturunterschied dt zur Erzeugung einer örtlichen Zugspannung X wird an dem Ort

15 dieser Zugspannung so eingestellt, dass er den Betrag

$$dt = X / (a \times E)$$

gegenüber dem übrigen Walzendurchschnitt aufweist. Dabei ist a der thermische Ausdehnungskoeffizient und E der Elastizitätsmodul des Werkstoffes des Walzenkörpers.

20 Die Spannungen werden so erzeugt, dass sie in der Summe des Walzenquerschnittes ausgeglichen sind. Es halten sich automatisch Zug- und Druckspannungen die Waage. Vorzugsweise werden durch mehrere aufeinanderfolgende thermische Behandlungen alle Bereiche des Walzenkörperquerschnittes unter Zugspannungen gesetzt.

25 In einer bevorzugten thermischen Behandlung wird ein hohlzylindrischer Walzenkörper durch schnelles Aufheizen in einem Ofen für thermische Glühbehandlungen mit einer starken inneren Luftbewegung von außen und innen so aufgeheizt, dass in der radialen, Mitte der Walzenkörperwand Zugspannungen entstehen, weil dieser Bereich nur mit einer Verzögerung die Temperatur annimmt. Durch ein anschließendes Abkühlen des durchwärmten Walzenkörpers mittels inneren

30 und äußeren Temperatursturzes dreht sich das Spannungsprofil um. Bereiche, welche bei der Erhitzung unter Druckspannungen gestanden haben, sind bei der Abkühlung Zugspannungen ausgesetzt. Gegebenenfalls wird diese Behandlung einmal oder mehrere Male wiederholt.

Solche Temperaturunterschiede können auch durch ein beschleunigtes Aufheizen und anschließend forciertes Abkühlen im betriebsbereiten Zustand mittels einer Heiz- und Kühlanlage und

35 ein den Walzenkörper durchströmendes Wärmeträgerfluid erzeugt werden.

Allerdings besteht dabei die Gefahr einer Zerstörung des Walzenkörpers insbesondere in der Abkühlphase. Durch das Einbringen von peripheren Bohrungen in den Walzenkörper werden nämlich Kerben in der Nähe der Walzenkörpermitte erzeugt, weil sich die aufeinander zu laufenden Bohrungen niemals genau treffen. Diese im Heizbetrieb unschädlichen Kerben - der Bereich steht

40 in der Regel unter Druckspannungen - stellen für den Kühlbetrieb eine Stelle hoher Empfindlichkeit dar.

Eine thermische Behandlung kann mit Vorteil auch zur Korrektur einer bereits vorhandenen Durchbiegung eingesetzt werden. Der Walzenkörper wird hierfür vorzugsweise nur einseitig erwärmt oder abgekühlt oder auch in Kombination erwärmt und abgekühlt. Damit können gezielt

45 Spannungen in einer gewünschten Richtung erzeugt werden. Schließlich sei auch darauf hingewiesen, dass wie bereits in Bezug auf das Stabilisieren auch zum Zwecke des Richtens eine thermische Behandlung in Kombination mit einer mechanischen Behandlung zum Einsatz gelangen kann.

Ein erfindungsgemäßes Richten, ob rein mechanisch, rein thermisch oder thermomechanisch, wird vorzugsweise ebenfalls so durchgeführt, dass plastischen Verformungen des Walzenkörpers im nachfolgend wieder aufzunehmenden Betrieb im gleichen Sinne entgegengewirkt wird, wie dies im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Stabilisieren beschrieben wurde.

Die mechanische Methode weist Vorteile gegenüber der thermischen Behandlung auf. Der gewünschte Effekt stellt sich schneller und bei einem geringeren Kostenaufwand ein. Zudem entspricht die Belastungsart genau derjenigen, welche auch im weiteren Lebenslauf des Walzenkör-

55

pers zu den beschriebenen Formstörungen führt. Thermische Belastungen treten im weiteren Betrieb der Walze fast ausschließlich symmetrisch auf, weil sich die Walze dann in Drehung befindet.

5

PATENTANSPRÜCHE:

1. Walzenkörper für eine Walze zur Druckbehandlung und/oder Temperaturbehandlung eines
bahnförmigen Mediums, beispielsweise Papier, wobei der Walzenkörper ein Gusskörper
aus einer Eisenbasislegierung mit Graphitlamellen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Bereiche um die Lamellenenden plastisch verformt sind, so dass der Walzenkörper eine im
Bereich der Lamellenenden verminderte Vorspannung und damit verminderte Eigenspan-
nung besitzt.
2. Walzenkörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die verminderte Vor-
spannung des Walzenkörpers so weit unterhalb der Spannung für eine plastische Verfor-
mung des Basismaterials liegt, dass die Summe der Vorspannung im Walzenkörper und
der im Betrieb oder Transport eingetragenen Spannung gemeinsam ebenfalls unterhalb
der Spannung für eine plastische Verformung des Basismaterials liegt.
3. Walzenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass ein durch die plastische Verformung definierter innerer Spannungszustand des Wal-
zenkörpers einem Spannungszustand entspricht, wie er sich einstellt, wenn auf den ge-
gossenen Walzenkörper eine Biegebelastung aufgebracht wird, die wenigstens das
1,5-fache einer durch das Eigengewicht des Walzenkörpers unter Erdbeschleunigung ver-
ursachten Biegebelastung ist und vorzugsweise sukzessive symmetrisch um die Drehach-
se des Walzenkörpers aufgebracht wird.
4. Walzenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die inneren Spannungen des Walzenkörpers kleiner sind als innere Spannungen, die
sich aus der Streckgrenze ($\sigma_{0,2}$ -Grenze) ergeben.
5. Verfahren zur Herstellung eines Walzenkörpers für eine Walze zur Druckbehandlung
und/oder Temperaturbehandlung eines bahnförmigen Mediums, bei dem
der Walzenkörper aus einer Kohlenstoff enthaltenden Eisenbasislegierung gegossen wird
und nach einem Erstarren ein Materialgefüge mit Graphitlamellen aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
bestimmte Bereiche des Walzenkörpers während oder nach der Fertigung unter Zugspan-
nungen gesetzt werden, die größer sind als diejenigen, welche in diesen Bereichen bei
einem Transport oder einem Walzenbetrieb auftreten, und bewirken, dass der Walzenkör-
per sich nach einem Fortfall der zusätzlichen Zugspannungen bis zu dem mit den zusätzli-
chen Zugspannungen erreichten Spannungsniveau elastisch verhält und nicht mehr dau-
erhaft verformt.
6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der
Walzenkörper zum Aufbringen der zusätzlichen Zugspannungen einer Biegebelastung un-
terzogen wird, die wenigstens das 1,5-fache einer durch das Eigengewicht des Walzen-
körpers unter Erdbeschleunigung verursachten Biegebelastung ist.
7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bie-
gebelastung wenigstens das 2-fache, vorzugsweise wenigstens das 3-fache, der durch
das Eigengewicht des Walzenkörpers unter Erdbeschleunigung verursachten Biegebelas-
tung ist.
8. Verfahren nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Biegebelastung gleichmäßig, vorzugsweise symmetrisch, um eine Drehachse des
Walzenkörpers verteilt aufgebracht wird.
9. Verfahren nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Biegebelastung in Längsrichtung des Walzenkörpers gesehen symmetrisch in
Bezug auf eine Mittenquerachse des Walzenkörpers aufgebracht wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Walzenkörper an Walzenkörperenden in einer Lagervorrichtung gelagert und zum

Aufbringen einer Biegebelastung ein Anpresskörper gegen den Walzenkörper gedrückt wird.

- 5 11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anpresskörper drehgelagert ist und auf dem Walzenkörper teilweise oder vollständig um eine Drehachse des Walzenkörpers abrollt.
12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anpresskörper bei dem Abrollen ständig und vorzugsweise mit konstanter Kraft gegen den Walzenkörper gedrückt wird, wobei eine Abrollgeschwindigkeit vorzugsweise konstant ist.
- 10 13. Verfahren nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Walzenkörper in der Lagervorrichtung drehgelagert und vorzugsweise drehangetrieben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Walzenkörper und der Anpresskörper relativ zueinander ruhen, wenn der Anpresskörper gegen den Walzenkörper gedrückt wird.
- 15 15. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anpresskörper an mehreren Druckstellen, die gleichmäßig, vorzugsweise symmetrisch, um eine Drehachse des Walzenkörpers verteilt angeordnet sind, gegen den Walzenkörper gedrückt und zwischen zwei benachbarten Druckstellen aus einem Eingriff zum Walzenkörper gebracht wird.
- 20 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die formstabilisierenden inneren Spannungen für ein Richten eines plastisch verbogenen Walzenkörpers durch einseitige Aufbringung einer Biegekraft auf den Walzenkörper eingeprägt werden.
- 25 17. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegekraft während des Richtens stufenweise oder kontinuierlich gesteigert wird.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Walzenkörper zum Einprägen der inneren Spannungen einer thermischen Behandlung unterzogen wird, durch die örtlich unterschiedlich große, vorzugsweise wechselnde Zugspannungen im Walzenkörperquerschnitt erzeugt werden, die in ihrer Wirkung vorzugsweise den inneren Spannungen aufgrund der in den Ansprüchen 6 bis 14 genannten Biegebelastung gleichkommen.
- 30 19. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermische Behandlung in einem Glühofen erfolgt.
20. Verfahren nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Walzenkörper ein radialer Temperaturgradient erzeugt wird.
- 35 21. Verfahren nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermische Behandlung durch externe Beheizung, vorzugsweise mittels Heizstrahlern, von außen erfolgt, wobei der Walzenkörper stillsteht oder drehangetrieben wird.
- 40 22. Verfahren nach einem der vier vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermische Behandlung durch Abkühlung einer axialen Zentralbohrung des Walzenkörpers mit einem Kühlmedium, vorzugsweise Kohlensäureschnee, erfolgt, wobei der Walzenkörper vorzugsweise drehangetrieben wird.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch eine Nachbehandlung nach dem Gießen eingeprägten inneren Spannungen deutlich unter den inneren Spannungen liegen, die sich bei Erreichen der Streckgrenze ($\sigma_{0,2}$ -Grenze) des Walzenkörpermaterials einstellen würden.
- 45 24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die formstabilisierenden inneren Spannungen für ein Richten eines plastisch verbogenen Walzenkörpers durch einseitige Erwärmung und/oder Abkühlung des Walzenkörpers eingeprägt werden.
- 50

KEINE ZEICHNUNG