

(19)



(11)

EP 3 494 239 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2020 Patentblatt 2020/30

(51) Int Cl.:
C21D 8/02 ^(2006.01) **C21D 9/54** ^(2006.01)
F27D 19/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17745739.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/069362

(22) Anmeldetag: **31.07.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/024693 (08.02.2018 Gazette 2018/06)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES GLÜHOFENS ZUM GLÜHEN EINES METALLBANDES**
METHOD FOR OPERATING AN ANNEALING FURNACE FOR ANNEALING A METAL STRIP
PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN FOUR DE RECUIT POUR RECUIRE UNE BANDE MÉTALLIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **KÜMMEL, Lutz**
41363 Jüchen (DE)
- **KLEIN, Carsten Andreas**
40237 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **02.08.2016 DE 102016214267**

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.06.2019 Patentblatt 2019/24

(73) Patentinhaber: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 287 345 EP-A1- 2 557 183
WO-A1-2016/189144 WO-A1-2017/050311
US-A1- 2010 219 567

(72) Erfinder:
• **SOMMERS, Ulrich**
40627 Düsseldorf (DE)

EP 3 494 239 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Glühofens zum Glühen eines Metallbandes.

[0002] Derartige Verfahren sind im Stand der Technik grundsätzlich bekannt.

[0003] So offenbart die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2013 225 579 A1 ein Verfahren zur Steuerung bzw. Regelung eines Glühofens für Metallmaterial in einer Fertigungsstraße. Die Fertigungsstraße umfasst einen Glühofen und mindestens ein Messgerät, welches geeignet ist, mindestens eine Werkstoffeigenschaft des in der Fertigungsstraße zu behandelnden Bandmaterials zu erfassen. Der Glühofen und das Messgerät wirken in einem Regelkreis einer automatisierten Prozesssteuerung zusammen. Konkret lehrt die Offenlegungsschrift, dass das Messgerät in Materialbearbeitungsrichtung hinter dem Glühofen angeordnet ist und online einen Messwert erfasst, welcher eine mechanische Werkstoffeigenschaft des Bandmaterials repräsentiert. Dieser Messwert wird dann nachfolgend an die Regelungseinheit übermittelt.

[0004] Die europäische Patentanmeldung EP 2 557 183 A1 und die europäische Patentschrift EP 2 742 158 B1 offenbaren ein Verfahren zum Betrieb einer Konti-Glühe für die Verarbeitung eines Walzgutes, insbesondere eines metallischen Bandes. Das Verfahren sieht vor, dass mindestens eine Eigenschaft des Walzgutes bezogen auf mindestens einen Punkt oder mindestens einen Abschnitt des Walzgutes als Eingangsgröße einem computergestützten Modell zugeführt wird. Der besagte Punkt oder Abschnitt befindet sich dabei vor oder in der Konti-Glühe. Mit Hilfe des computergestützten Modells wird auf Basis der Eingangsgröße mindestens eine Materialeigenschaft des Walzgutes nach dem Konti-Glühe-Prozess simuliert. Die simulierte Materialeigenschaft wird mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen. Bei Abweichungen der simulierten Materialeigenschaft vom Sollwert wird mindestens eine Prozessgröße, beispielsweise die Temperatur geregelt, solange sich der mindestens eine Punkt oder Abschnitt des Walzgutes vor oder in der Konti-Glühe befindet.

[0005] Allgemein liegt einem Verfahren zum Betreiben eines Glühofens das Problem zugrunde, dass ein Metallband einer bestimmten Stahlgüte beim Durchlaufen von Vorprozessen typischerweise Schwankungen in seiner Materialeigenschaft über seiner Bandlänge erfährt. Diese Schwankungen wirken sich auch auf das geglühte Band aus.

[0006] Die europäische Patentanmeldung EP 2 287 345 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Glühofens zum Glühen eines Metallbandes, aufweisend folgende Schritte: Vorgeben einer Soll-Temperaturverteilung für das Metallband über seiner Bandlänge; und Regeln der Ist-Temperaturverteilung für das Metallband über seiner Bandlänge auf die vorgegebene Soll-Temperaturverteilung in dem Glühofen.

[0007] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt

der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Verfahren zum Vorgeben einer Soll-Temperaturverteilung für eine Temperatur-Regelung in einem Glühofen bereitzustellen, um die besagten Schwankungen in der Materialeigenschaft eines geglühten Metallbandes nach Möglichkeit weitgehend zu eliminieren.

[0008] Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Gegenstand des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine an sich bekannte Regelung für die Temperaturverteilung eines Metallbandes mit Hilfe eines Glühofens. Konkret sieht das beanspruchte Vorgeben der Soll-Temperaturverteilung erfindungsgemäß folgende Teilschritte vor:

Vorgeben von Banddaten in Form von mindestens der Stahlgüte und der Dicke des zu glühenden Metallbandes am Eingang des Glühofens. Anhand der Banddaten: Auswählen einer Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes über seiner Bandlänge vor seinem Eintritt in den Glühofen aus einer Mehrzahl von hinterlegten oder adaptierten Ist-Materialeigenschaften; und Auswählen der für die Regelung vorzugebenden Soll-Temperaturverteilung für das Metallband über seiner Bandlänge als die der ausgewählten Ist-Materialeigenschaft des Metallbandes zugeordneten Soll-Temperaturverteilung für das Metallband.

[0009] Bei den Banddaten handelt es sich zumindest um die Stahlgüte und die Dicke des Metallbandes am Eingang des Glühofens, vorzugsweise zusätzlich um dessen chemische Zusammensetzung.

[0010] Durch die Auswahl der vorzugebenden Soll-Temperaturverteilung für die Temperaturregelung im Glühofen wird vorteilhafterweise erreicht, dass die besagten Schwankungen der mechanischen Eigenschaft des Metallbandes über seiner Länge vorteilhafterweise bereits deutlich reduziert werden können.

[0011] Gemäß einem Ausführungsbeispiel können - wenn das Metallband vor seinem Eintritt in den Glühofen einem Vorprozess unterzogen wurde - zusätzlich zu den Banddaten auch Vorprozessdaten zum Auswählen der Verteilung der Ist-Materialeigenschaft des Metallbandes über seine Länge herangezogen werden. Die so ausgewählte Verteilung der Ist-Materialeigenschaft bildet die Realität besser ab als die Auswahl der Ist-Materialeigenschaften ohne Berücksichtigung der Vorprozessdaten. Aufgrund der genaueren Verteilung der Ist-Materialeigenschaft kann auch die zugeordnete Soll-Temperaturverteilung für das Metallband realistischer ausgewählt werden. Damit wiederum ist eine noch bessere Auswahl und Gestaltung der Soll-Temperaturverteilung möglich zum Ausgleich der Schwankungen der Materialeigenschaften des Bandes.

[0012] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel lässt sich der Auswahlprozess für die Verteilung der Ist-Materialeigenschaften noch realistischer abbilden, wenn zusätzlich zu den Banddaten - sowie optional auch zusätzlich zu den Vorprozessdaten - auch Messdaten über die Materialeigenschaften des Bandes zum Auswählen der Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metall-

bandes herangezogen werden.

[0013] Bei den bisher diskutierten Ausführungsbeispielen wurde unterstellt, dass jeweils vordefinierte Verteilungen der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes z. B. in einer Datenbank hinterlegt sind. Die bisher erwähnten Ausführungsbeispiele zielten darauf ab, die beste bzw. realistischste Auswahl aus den hinterlegten Verteilungen der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes zu treffen. Sollten die hinterlegten Verteilungen der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes jedoch die Realität noch nicht genau genug abbilden, so besteht gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung auch die Möglichkeit, die hinterlegte Verteilung der Ist-Materialeigenschaften zur Nutzung für nachfolgende Bänder gezielt an die Eigenschaft des aktuell geglühten Metallbandes zu adaptieren. Dabei erfolgt die Adaption anhand der Banddaten und der Prozessdaten aus dem Ofen sowie unter zusätzlicher Berücksichtigung der Messdaten über die Materialeigenschaften des aktuell geglühten Bandes, die zwischen dem Ausgang des Glühofens und dem Eingang in das Walzgerüst (M2) und/oder die am Ausgang einer Streckeinrichtung (M3) gemessen werden. Die solcherart adaptierte Verteilung der Ist-Materialeigenschaften kann dann für nachfolgende Bänder, die nach einem geeigneten Kriterium als ähnlich gelten, verwendet werden.

[0014] Die Auswahl der für die Regelung vorzugebenden Soll-Temperaturverteilung erfolgt dann auf Basis des adaptierten Verlaufs der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes aufgrund einer entsprechenden/vorgegebenen Zuordnung.

[0015] Zusätzlich zu den besagten Daten kann die Adaption auch unter zusätzlicher Berücksichtigung von Vorprozessdaten, des Dressiergrades des Metallbandes beim Durchlaufen des dem Glühofen nachgeschalteten Walzgerüsts, des Streckgrades des Metallbandes beim Durchlaufen der Streckeinrichtung der gemessenen Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes am Eingang des Glühofens und/oder unter zusätzlicher Berücksichtigung der gemessenen Materialeigenschaften des Metallbandes nach seinem Eintritt in den Glühofen erfolgen.

[0016] Weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Der Beschreibung sind drei Figuren beigelegt, wobei

[0017]

Figur 1 einen klassischen Regelkreis für die Temperaturverteilung in einem Glühofen;

Figur 2 die erfindungsgemäße Ermittlung einer Soll-Temperaturverteilung für die Temperaturregelung nach Figur 1 gemäß einer ersten Variante; und

Figur 3 die Ermittlung einer Soll-Temperaturverteilung

für die Temperaturregelung nach Figur 1 gemäß einer zweiten Variante

zeigt.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren bezeichnet der Großbuchstabe T nicht nur einen singulären Temperaturwert, sondern vielmehr eine Temperaturverteilung für das Metallband 200, nachfolgend auch nur kurz Band genannt, über seiner Länge.

[0019] Konkret umfasst der Regelkreis eine Messeinrichtung 110 zum Messen der Ist-Temperaturverteilung des Metallbandes über seiner Bandlänge vorzugsweise in dem Glühofen. Die aus der Messung resultierende Ist-Temperaturverteilung T_{Ist} wird in einer Vergleichereinrichtung 120 mit einer vorgegebenen Soll-Temperaturverteilung T_{Soll} des Metallbandes 200 über seiner Länge verglichen. Eine aus dem Vergleich bzw. der Differenzbildung eventuell resultierende Regelabweichung e wird als Eingangsgröße einem Regler 130 zugeführt. Der Regler 130 berechnet auf Basis der Regelabweichung e ein Stellsignal T_{Stell} für eine Heizeinrichtung in dem Glühofen, der regelungstechnisch gesprochen als Stellglied zur Einstellung der Temperaturverteilung bei dem Metallband dient. Auf diese Weise wird die Temperaturverteilung des Metallbandes auf die vorgegebene Soll-Temperaturverteilung T_{Soll} geregelt. Die Temperaturregelung 100 und insbesondere die Messeinrichtung 110 sind zwar in Figur 1 außerhalb des Glühofens gezeichnet; sie können jedoch selbstverständlich auch innerhalb des Glühofens angeordnet sein.

[0020] Figur 2 veranschaulicht das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung einer geeigneten Soll-Temperaturverteilung für das Metallband über seiner Länge als Eingangsgrößen für die Temperaturregelung des Glühofens gemäß Figur 1. Figur 2 veranschaulicht die Ermittlung der Soll-Temperaturverteilung gemäß einer ersten Variante; eine zweite Variante wird weiter unten unter Bezugnahme auf Figur 3 beschrieben. Zunächst wird jedoch die zweite Variante gemäß Figur 2 beschrieben.

[0021] Diese zweite Variante sieht in einer minimalen Konfiguration vor, dass zunächst Banddaten des zu glühenden Metallbandes 200 vorgegeben werden. Bei den Banddaten handelt es sich zumindest um dessen Stahlgüte und seine Dicke am Eingang des Glühofens sowie vorzugsweise zusätzlich um dessen chemische Zusammensetzung. In der besagten Minimalkonfiguration erfolgt nachfolgend die Auswahl von einer möglichst realitätsnahen Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Bandes 200 über seiner Bandlänge vor seinem Eintreten in den Glühofen aus einer Mehrzahl von hinterlegten Ist-Materialeigenschaften zunächst nur anhand der Banddaten. Nachfolgend wird diejenige Soll-Temperaturverteilung für das Metallband über seiner Bandlänge ausgewählt bzw. bestimmt, die der zuvor ausgewählten Ist-Materialeigenschaft des Metallbandes zugeordnet ist. Die so ausgewählte Soll-Temperaturverteilung T_{Soll} für

das Metallband dient als Eingangsgröße bzw. Sollwertvorgabe für die Temperaturregelung nach Figur 1.

[0022] Wenn die Auswahl der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes lediglich auf Basis der Banddaten erfolgt, so ist diese Auswahl zunächst noch recht ungenau, denn die Banddaten allein ermöglichen lediglich eine rudimentäre Aussage über die tatsächlichen Ist-Materialeigenschaften des zu glühenden Bandes.

[0023] Genauer bzw. realitätsnäher wird diese Auswahl, wenn zusätzlich zu den Banddaten auch Vorprozessdaten zum Auswählen der Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes herangezogen werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn das Metallband vor seinem Eintritt in den Glühofen zumindest einem der folgenden Vorprozesse unterzogen wurde. Bei den Vorprozessen kann es sich z. B. um das Warmwalzen des Metallbandes in einer Warmbandstraße und/oder das Beizen des Metallbandes nach dem Warmwalzen und/oder um das Kaltwalzen des Metallbandes nach dem Beizen handeln. Je nach durchlaufenem Vorprozess kann es sich dann bei den zusätzlich berücksichtigten Vorprozessdaten beispielsweise handeln um: den Temperaturverlauf des Metallbandes in der Warmbandstraße, den Geschwindigkeitsverlauf des Metallbandes in der Beize, den Verlauf der Kraft im Streckrichter, die Dicken des Metallbandes am Eingang und am Ausgang der Warmbandstraße und/oder um den Reduktionsgrad, beispielsweise den Kaltwalzgrad des Metallbandes beim Kaltwalzen.

[0024] Eine noch realistischere Aussage über die tatsächliche Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes wird erhalten, wenn zusätzlich zu den Banddaten - sowie optional auch zusätzlich zu den Vorprozessdaten - auch Messdaten über die Materialeigenschaft des Bandes zum Auswählen der Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes herangezogen werden. Bei den Messdaten handelt es sich um Messdaten, die an dem Metallband 200 gemessen werden. Sie können gemessen werden vor dem Eintritt des Metallbandes in den Glühofen, in Figur 2 symbolisiert durch die Messstelle M0, nach dem Eintritt des Metallbandes in den Glühofen, in Figur 2 symbolisiert durch die Messstelle M1, nach dem Verlassen des Glühofens und dann vorzugsweise vor seinem Eintritt in ein dem Glühofen nachgeordnetes Walzgerüst, insbesondere Dressiergerüst (Messstelle M2) und/oder nach dem Verlassen einer dem Walzgerüst nachgeordneten Streckeinrichtung (Messstelle M3 in Figur 2).

[0025] Wie in Figur 2 zu erkennen ist, umfasst das beanspruchte Verfahren einen Berechnungsschritt, um aus den Banddaten sowie optional unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vorprozessdaten und/oder der Messdaten das am besten geeignete Profil der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes über seiner Länge auszuwählen. Die erfindungsgemäße Berechnungsvorschrift kann einerseits ausgebildet sein, auf Basis der genannten Daten eine Entscheidung für eine bestimmte hinterlegte Ist-Materialeigenschaft-Verteilung des Me-

tallbandes über einer Bandlänge zu treffen. Alternativ kann der erfindungsgemäße Berechnungsalgorithmus auch ausgebildet sein, eine entsprechende Ist-Materialeigenschaftsverteilung des Metallbandes über seiner Bandlänge aus den genannten Eingangsdaten, d. h. den Banddaten sowie optional unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vorprozessdaten sowie optional unter zusätzlicher Berücksichtigung der Messdaten eine sehr realistische Abbildung der Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes über seiner Bandlänge jeweils aktuell zu berechnen.

[0026] Figur 3 zeigt eine zweite Variante zur Ermittlung von möglichst realistischen Verteilungen der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes. Konkret sieht diese zweite Variante vor, dass die hinterlegten Verteilungen der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes vor ihrer Auswahl für die Zuordnung der Soll-Temperaturverteilung zu adaptierten Verläufen für die Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes adaptiert werden. Die Adaption erfolgt anhand der Banddaten und der Prozessdaten aus dem Ofen sowie unter zusätzlicher Berücksichtigung der Messdaten über die Materialeigenschaften des Metallbandes, die zwischen dem Ausgang des Glühofens und dem Eingang in das Walzgerüst an der Messstelle M2 gemessen wurden. Alternativ oder zusätzlich zu den an der Messstelle M2 gewonnenen Messdaten können auch die an der Messstelle M3, d. h. die am Ausgang der Streckeinrichtung gemessenen Daten über die Materialeigenschaften des Metallbandes für die Adaption der hinterlegten Verteilungen der Ist-Materialeigenschaft für nachfolgende Metallbänder verwendet werden. Das Auswählen der für die Regelung vorzugebenden Soll-Temperaturverteilung erfolgt dann auf Basis des adaptierten Verlaufes der Ist-Materialeigenschaften.

[0027] Ein noch realistischeres Abbild der Realität ergibt sich, wenn die Adaption unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vorprozessdaten, des Dressiergrades des Metallbandes beim Durchlaufen des dem Glühofen nachgeschalteten Walzgerüsts, des Streckgrades des Metallbandes beim Durchlaufen der Streckeinrichtung, der gemessenen Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes am Eingang des Glühofens und/oder der gemessenen Materialeigenschaften des Metallbandes nach dem Eintritt in den Glühofen erfolgt. Für nachfolgende Metallbänder erfolgt die Auswahl der für die Temperaturregelung nach Figur 1 vorzugebenden Soll-Temperaturverteilung T_{Soll} auf Basis des noch verbesserten adaptierten Verlaufes der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes.

Bezugszeichenliste

[0028]

- | | | |
|----|-----|---|
| 55 | 100 | Regelkreis für die Temperaturverteilung in dem Glühofen |
| | 110 | Messeinrichtung zur Erfassung der Ist-Temperaturverteilung des Metallbandes über seiner Band- |

	länge	
120	Vergleichereinrichtung, insbesondere Differenz-	
130	Regler	
200	Metallband	5
e	Regelabweichung	
M0	Messstelle zur Erfassung der Ist-Materialeigen-	
	schaften des Metallbandes über seiner Länge	
	vor seinem Eintritt in den Glühofen	10
M1	Messstelle zur Erfassung der Ist-Materialeigen-	
	schaften des Metallbandes über seiner Länge	
	nach seinem Eintritt in den Glühofen	
M2	Messstelle zur Erfassung der Ist-Materialeigen-	
	schaften des Metallbandes über seiner Länge	
	nach dem Verlassen des Glühofens vor seinem	
	Eintritt in ein dem Glühofen nachgeordnetes	
	Walzgerüst	15
M3	Messstelle zur Erfassung der Ist-Materialeigen-	
	schaften des Metallbandes über seiner Band-	
	länge nach dem Verlassen einer dem Walzge-	
	rüst nachgeordneten Streckeinrichtung	20
T _{Ist}	Verteilung der Ist-Temperatur des Metallbandes	
	über seiner Länge	
T _{Soll}	Soll-Temperaturverteilung des Metallbandes	25
	über seiner Bandlänge	
T _{Stell}	Temperaturverteilung als Stellsignal für den	
	Glühofen	

30

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Glühofens zum Glü-
- hen eines Metallbandes (200), aufweisend folgende
- Schritte:

35

Auswählen einer für eine Regelung vorzuge-

benden Soll-Temperaturverteilung (T_{Soll}) für

das Metallband über seiner Bandlänge als eine

einer ausgewählten Ist-Materialeigenschaft des

Metallbandes (200) zugeordnete Soll-Tempera-

turverteilung für das Metallband;

Vorgeben der Soll-Temperaturverteilung (T_{Soll})

für das Metallband über seiner Bandlänge; und

Regeln der Ist-Temperaturverteilung (T_{Ist}) für

das Metallband über seiner Bandlänge auf die

vorgegebene Soll-Temperaturverteilung in dem

Glühofen; **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Vorgeben der Soll-Temperaturverteilung wei-

terhin folgende Teilschritte aufweist:

40

45

50

Vorgeben von Banddaten in Form von zu-

mindest der Stahlgüte und der Dicke des zu

glühenden Metallbandes (200) am Eingang

des Glühofens;

Anhand der Banddaten: Auswählen einer

Verteilung der Ist-Materialeigenschaften

des Metallbandes über seiner Bandlänge

55

vor seinem Eintritt in den Glühofen aus einer

Mehrzahl von adaptierten Ist-Materialei-

genschaften; und

wobei zusätzlich zu den Banddaten auch

Messdaten über die Materialeigenschaften

des Metallbandes (200) zum Auswählen

der Verteilung der Ist-Materialeigen-

schaften des Metallbandes herangezogen wer-

den, wobei die Messdaten an dem Metall-

band (200) gemessen werden vor seinem

Eintritt in den Glühofen (Messstelle M0),

nach seinem Eintritt in den Glühofen (M1),

nach Verlassen des Glühofens (M2) und vor

Eintritt in ein dem Glühofen nachgeordne-

tes Walzgerüst, insbesondere Dressierge-

rüst und/oder nach Verlassen einer dem

Walzgerüst nachgeordneten Streckricht-

einrichtung (M3), und

wobei die hinterlegten Verteilungen der Ist-

Materialeigenschaften des Metallbandes

(200) vor ihrer Auswahl für die Zuordnung

der Soll-Temperaturverteilung zu adaptier-

ten Verläufen für die Ist-Materialeigen-

schaften adaptiert werden,

wobei die Adaption anhand der Banddaten

und der Prozessdaten aus dem Ofen sowie

unter zusätzlicher Berücksichtigung der

Messdaten über die Materialeigenschaften

des Metallbandes (200), die zwischen dem

Ausgang des Glühofens und dem Eingang

in das Walzgerüst (Messstelle M2)

und/oder die zusätzlich am Ausgang der

Streckeinrichtung (Messstelle M3) gemes-

sen wurden, erfolgt; und

wobei das Auswählen der für die Regelung

vorzugebenden Soll-Temperaturverteilung

(T_{Soll}) auf Basis des adaptierten Verlaufs

der Ist-Materialeigenschaften erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Schritt des Regelns der Temperaturverteilung
- folgende Schritte aufweist:

Messen der Ist-Temperaturverteilung (T_{Ist}) für

das Metallband (200) über seiner Bandlänge;

Bestimmen einer Regelabweichung (e) als Dif-

ferenz zwischen der Soll- und der Ist-Tempera-

turverteilung; und

Ermitteln einer Stell-Temperaturverteilung

(T_{Stell}) als Stellsignal für eine Temperatursteu-

ereinrichtung des Glühofens, so dass die ge-

wünschte Soll-Temperaturverteilung (T_{Soll}) für

das Metallband über seiner Bandlänge erreicht

wird.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen An-
- sprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

es sich bei den Banddaten zusätzlich um dessen chemische Zusammensetzung handelt.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche; 5
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Zuordnung der Soll-Temperaturverteilung zu der ausgewählten Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes (200) entweder auf Basis von Erfahrungswerten vorgegeben oder jeweils aktuell aus der Materialeigenschaft des Metallbandes berechnet wird. 10

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche; 15
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Metallband (200) vor seinem Eintritt in den Glühofen zumindest einem der folgenden Vorprozesses unterzogen wurde, wie Warmwalzen in einer Warmbandstraße und/oder Beizen nach dem Warmwalzen und/oder Kaltwalzen nach dem Beizen; und zusätzlich zu den Banddaten auch Vorprozessdaten zum Auswählen der Verteilung der Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes (200) herangezogen werden, wobei es sich bei den Vorprozessdaten beispielsweise handelt um: 20
 den Temperaturverlauf des Metallbandes (200) in der Warmbandstraße, den Geschwindigkeitsverlauf des Metallbandes (200) in der Beize, den Verlauf der Kraft im Streckrichter, die Dicken des Metallbandes (200) am Eingang und am Ausgang der Warmbandstraße und/oder um den Reduktionsgrad, beispielsweise den Kaltwalzgrad des Metallbandes beim Kaltwalzen. 25
30
35

6. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Adaption erfolgt unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vorprozessdaten, des Dressiergrades des Metallbandes (200) beim Durchlaufen des dem Glühofen nachgeschalteten Walzgerüsts, des Streckgrades des Metallbandes beim Durchlaufen der Streckeinrichtung, der gemessenen Ist-Materialeigenschaften des Metallbandes (200) am Eingang des Glühofens und/oder der gemessenen Materialeigenschaften des Metallbandes nach Eintritt in den Glühofen. 40
45

Claims

1. Method of operating an annealing furnace for annealing a metal strip (200), comprising the following steps: 50
55
 selecting a target temperature distribution (T_{Soll}), which is predetermined for a regulation,

for the metal strip over its strip length as a target temperature distribution, which is associated with a selected actual material characteristic of the metal strip (200), for the metal strip; predetermining the target temperature distribution (T_{Soll}) for the metal strip over its strip length; and
 regulating the actual temperature distribution (T_{Ist}) for the metal strip over its strip length to the predetermined target temperature distribution in the annealing furnace;
characterised in that the predetermination of the target temperature distribution further comprises the following sub-steps;
 predetermining strip data in the form of at least the steel quality and the thickness of the metal strip (200), which is to be annealed, at the inlet of the annealing furnace;
 on the basis of the strip data: selecting a distribution of the actual material characteristics of the metal strip over its strip length, prior to its entry into the annealing furnace, from a plurality of adapted actual material characteristics; and wherein in addition to the strip data also measurement data about the material characteristics of the metal strip (200) for selection of the distribution of the actual material characteristics of the metal strip are utilised, wherein the measurement data are measured at the metal strip (200) before its entry into the annealing furnace (measuring point M0), after its entry into the annealing furnace (M1), after leaving the annealing furnace (M2) and prior to entry into a roll stand, particularly sizing stand, downstream of the annealing furnace, and/or after leaving a stretching/straightening device (M3) downstream of the roll stand, and
 wherein the filed distributions of the actual material characteristics of the metal strip (200) prior to their selection for association with the target temperature distribution are adapted to adapted plots for the actual material characteristics, wherein the adaptation is carried out on the basis of the strip data and the process data from the furnace as well as with additional consideration of the measurement data by way of the material characteristics of the metal strip (200), which were measured between the outlet of the annealing furnace and the inlet into the roll stand (measuring point M2) and/or which were measured additionally at the outlet of the stretching device (measuring point M3); and wherein the selection of the target temperature distribution (T_{Soll}) predetermined for the regulation is carried out on the basis of the adapted plot of the actual material characteristics.

2. Method according to claim 1,

characterised in that

the step of regulating the temperature distribution comprises the following steps:

measuring the actual temperature distribution (T_{Ist}) for the metal strip (200) over its strip length; determining a regulating deviation (e) as the difference between the target temperature distribution and the actual temperature distribution; and determining a setting temperature distribution (T_{Stell}) as a setting signal for a temperature control device of the annealing furnace so that the desired target temperature distribution (T_{Soll}) for the metal strip is achieved over its strip length.

3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the strip data are additionally the chemical composition thereof.

4. Method according to any one of the preceding claims **characterised in that** the association of the target temperature distribution with the selected distribution of the actual material characteristics of the metal strip (200) is predetermined either on the basis of empirical values or in each instance actually calculated from the material characteristic of the metal strip.

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the metal strip (200) prior to its entry into the annealing furnace is subjected to at least one of the following preliminary processes, such as hot rolling in a hot-rolling train and/or pickling after the hot rolling and/or cold rolling after the pickling; and in addition to the strip data, preliminary process data for selection of the distribution of the actual material characteristics of the metal strip (200) are also utilised, wherein the preliminary process data is, for example, the temperature plot of the metal strip (200) in the hot strip train, the speed plot of the metal strip (200) in the pickling means, the plot of the force in the stretching/straightening means, the thickness of the metal strip (200) at the inlet and outlet of the hot strip train and/or the degree of reduction, for example, the degree of cold rolling of the metal strip during cold rolling.

6. Method according to claim 1, **characterised in that** the adaptation is carried out with additional consideration of the preliminary process data, the degree of sizing of the metal strip (200) when running through the roll stand downstream of the annealing furnace, the degree of stretching of the metal strip

when running through the stretching device, the measured actual material characteristics of the metal strip (200) at the inlet of the annealing furnace and/or the measured material characteristics of the metal strip after entry into the annealing furnace.

Revendications

1. Procédé destiné à l'exploitation d'un four de recuit pour le recuit d'une bande métallique (200) présentant les étapes suivantes dans lesquelles :

on sélectionne une distribution de températures de consigne (T_{Soll}) qui doit être spécifiée en vue d'un réglage pour la bande métallique sur la longueur de bande de cette dernière à titre d'une distribution de températures de consigne pour la bande métallique, attribuée à une propriété matérielle réelle de la bande métallique (200), qui a été sélectionnée ;

on spécifie la distribution de températures de consigne (T_{Soll}) pour la bande métallique sur la longueur de bande de cette dernière ; et

on règle la distribution de températures réelles (T_{Ist}) pour la bande métallique sur la longueur de bande de cette dernière à la distribution de températures de consigne qui a été spécifiée, dans le four de recuit ;

caractérisé en ce que la spécification de la distribution de températures de consigne présente en outre les étapes partielles suivantes dans lesquelles :

on spécifie des données de la bande sous la forme d'au moins la qualité de l'acier et l'épaisseur de la bande métallique (200) qui doit faire l'objet d'un recuit, à l'entrée du four de recuit ;

sur la base des données de la bande : on sélectionne une distribution des propriétés matérielles réelles de la bande métallique sur la longueur de bande de cette dernière avant son entrée de cette dernière dans le four de recuit à partir d'une multitude de propriétés matérielles réelles qui ont été adaptées ; et

dans lequel, en plus des données de la bande, on fait également appel à des données de mesure concernant les propriétés matérielles de la bande métallique (200) pour la sélection de la distribution des propriétés matérielles réelles de la bande métallique ; dans lequel on récolte les données de mesure concernant la bande métallique (200) avant l'entrée de cette dernière dans le four de recuit (endroit de mesure M0), après l'entrée de cette dernière dans le four de recuit

- (M1), une fois qu'elle a quitté le four de recuit (M2) et avant son entrée dans une cage de laminoir qui est montée à la suite du four de recuit, en particulier, une cage de dressage, et/ou une fois qu'elle a quitté un mécanisme de dressage par étirage (M3) qui est monté à la suite de la cage de laminoir ; et dans lequel les distributions des propriétés matérielles réelles de la bande métallique (200) qui ont déposées sont adaptées pour les propriétés matérielles réelles avant leur sélection pour l'attribution de la distribution de températures de consigne à des processus qui ont été adaptés ; dans lequel l'adaptation a lieu en se référant aux données de la bande et aux données de processus à partir du four et en prenant également en compte les données de mesure concernant les propriétés matérielles de la bande métallique (200) qui ont été mesurées entre la sortie du four de recuit et l'entrée dans la cage de laminoir (endroit de mesure M2) et/ou qui ont été en outre mesurées à la sortie du mécanisme de dressage par étirage (endroit de mesure M3) ; et dans lequel la sélection de la distribution de températures de consigne (T_{Soll}) qui doit être spécifiée pour le réglage a lieu sur la base de l'allure des propriétés matérielles réelles, qui a été adaptée.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape du réglage de la distribution de températures présente les étapes suivantes dans lesquelles :
- on mesure la distribution de températures réelles (T_{Ist}) pour la bande métallique (200) sur la longueur de bande de cette dernière ;
on détermine un décalage de réglage (e) à titre de différence entre la distribution de températures de consigne et la distribution de températures réelles ; et
on identifie une distribution de températures de réglage (T_{Stell}) à titre de signal de réglage pour un mécanisme de commande de la température du four de recuit d'une manière telle que l'on obtient la distribution de températures de consigne désirée (T_{Soll}) pour la bande métallique sur la longueur de bande de cette dernière.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en ce qui concerne les données de la bande, il s'agit en outre de la composition chimique de cette dernière.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'attribution de la distribution de températures de consigne à la distribution des propriétés matérielles réelles de la bande métallique (200) qui a été sélectionnée est, soit spécifiée sur la base de valeurs d'expérimentation, soit calculée de manière respectivement actualisée à partir de la propriété matérielle de la bande métallique.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bande métallique (200), avant son entrée dans le four de recuit, a été soumise à au moins un des processus antérieurs suivants, à savoir : un laminage à chaud dans un train à bande travaillant à chaud et/ou un décapage après le laminage à chaud et/ou un laminage à froid après le décapage ; et en plus des données de la bande, on fait également appel à des données de processus antérieurs pour la sélection de la distribution des propriétés matérielles réelles de la bande métallique (200) ; dans lequel, en ce qui concerne les données de processus antérieurs, il s'agit par exemple : de l'allure de la température de la bande métallique (200) dans le train à bande travaillant à chaud ; de l'allure de la vitesse de la bande métallique (200) dans le dispositif de décapage ; de l'allure de la force qui s'exerce dans le dispositif de dressage par étirage ; de l'épaisseur de la bande métallique (200) à l'entrée et à la sortie du train à bande travaillant à chaud ; et/ou du degré de réduction, par exemple du degré de laminage à froid de la bande métallique au cours du laminage à froid.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'adaptation a lieu en prenant en outre en compte les données concernant des processus antérieurs, le degré de dressage de la bande métallique (200) lors du passage de cette dernière à travers la cage de laminoir montée à la suite du four de recuit, le degré d'étirage de la bande métallique lors de du passage de cette dernière dans le mécanisme d'étirage, les propriétés matérielles réelles de la bande métallique (200) qui ont été mesurées à l'entrée du four de recuit et/ou les propriétés matérielles de la bande métallique, qui ont été mesurées, après l'entrée de cette dernière dans le four de recuit.

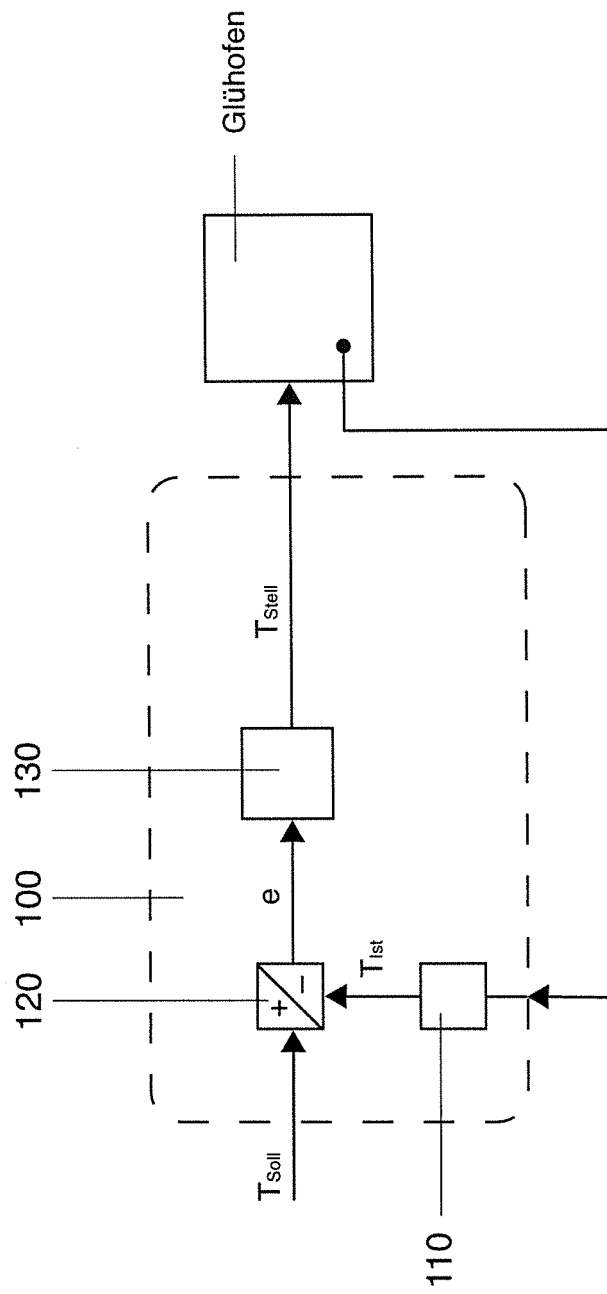


Fig. 1

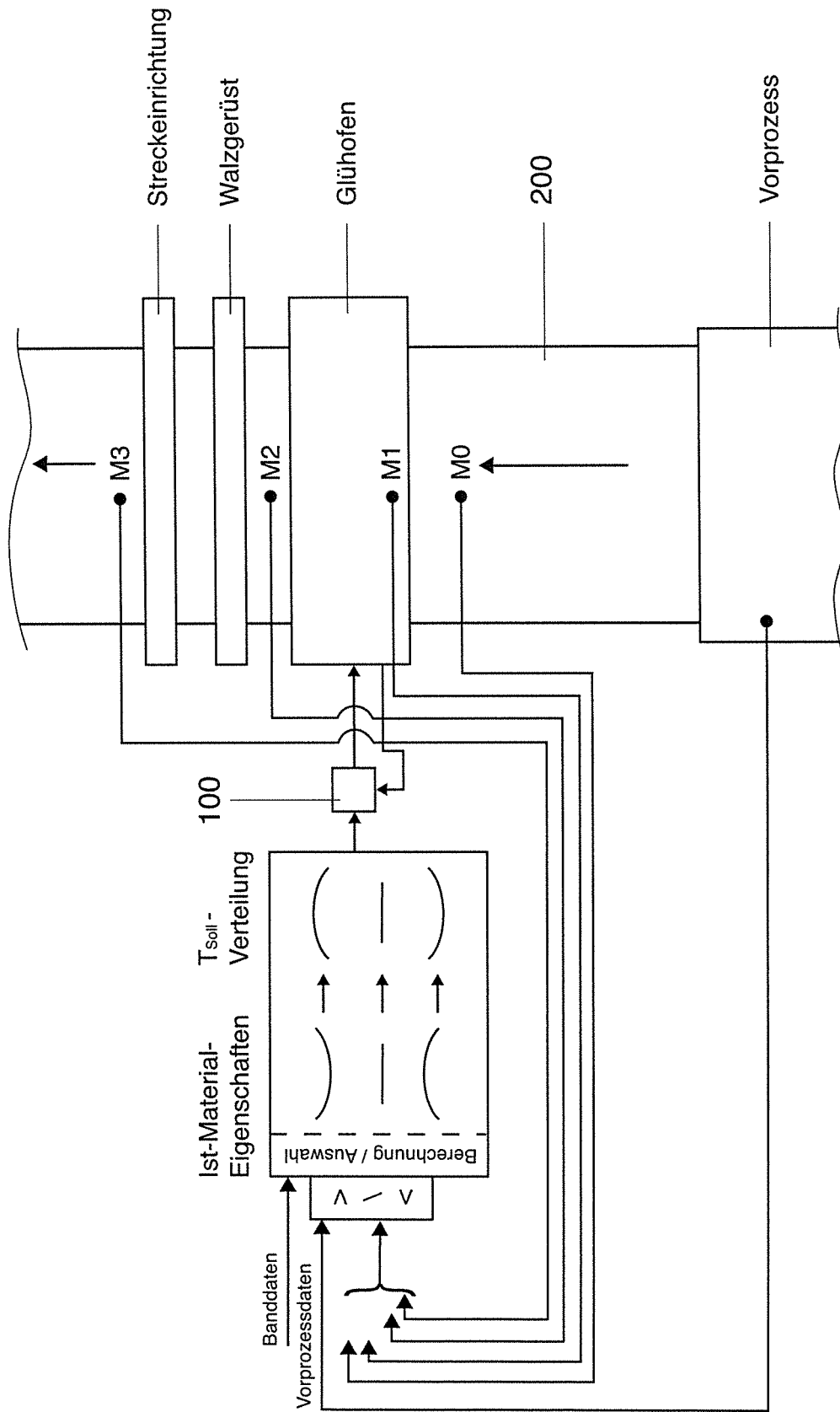


Fig. 2

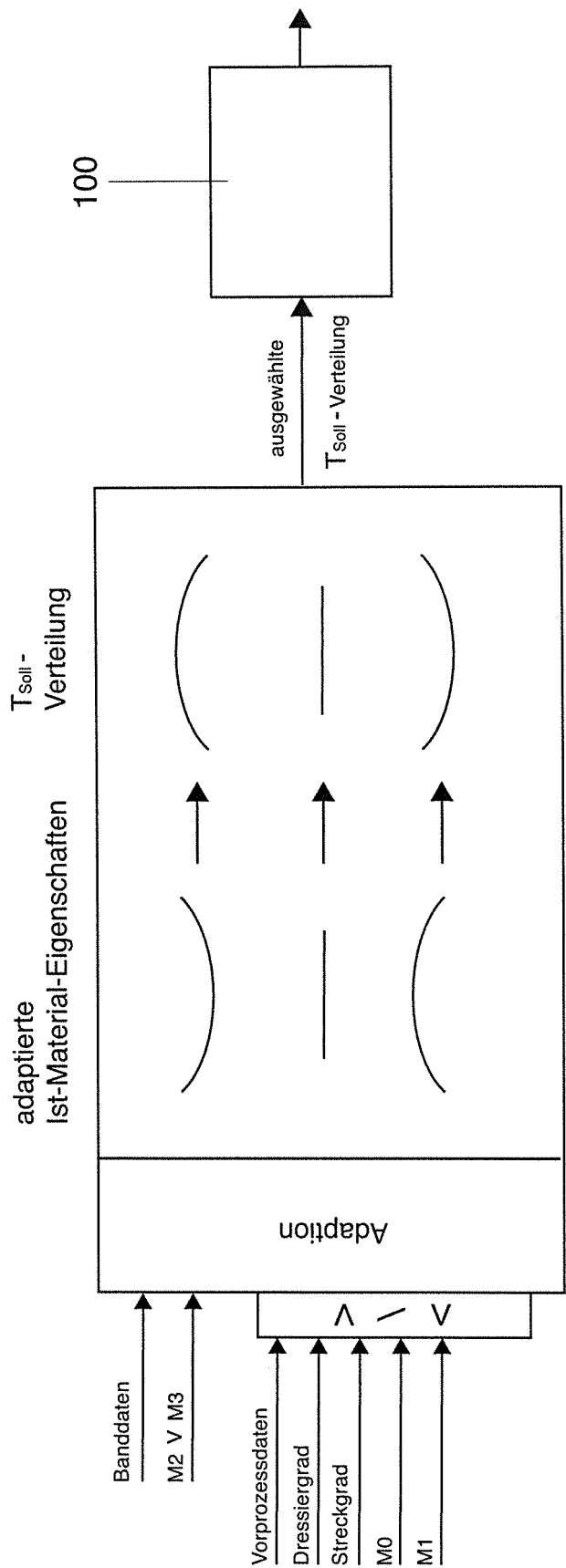


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102013225579 A1 **[0003]**
- EP 2557183 A1 **[0004]**
- EP 2742158 B1 **[0004]**
- EP 2287345 A1 **[0006]**