



(11) **EP 1 444 059 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**26.08.2009 Patentblatt 2009/35**

(51) Int Cl.:  
**B21B 37/74<sup>(2006.01)</sup> C21D 11/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **02776880.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2002/004125**

(22) Anmeldetag: **07.11.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2003/045599 (05.06.2003 Gazette 2003/23)**

(54) **STEUERVERFAHREN FÜR EINE EINER KÜHLSTRECKE VORGEORDNETE FERTIGSTRASSE ZUM WALZEN VON METALL-WARMBAND**

CONTROL METHOD FOR A PRODUCTION LINE FOR ROLLING HOT-ROLLED METAL STRIPS DISPOSED UPSTREAM OF A COOLING STRETCH

PROCEDE POUR COMMANDER UN TRAIN FINISSEUR MONTE EN AMONT D'UNE SECTION DE REFROIDISSEMENT ET CONCU POUR LAMINER DES FEUILLARDS METALLIQUES A CHAUD

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE FI FR IT**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 19 963 186 US-B1- 6 220 067**

(30) Priorität: **15.11.2001 DE 10156008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.08.2004 Patentblatt 2004/33**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **WEINZIERL, Klaus  
90480 Nürnberg (DE)**  
• **METZGER, Michael  
91056 Erlangen (DE)**  
• **KURZ, Matthias  
91056 Erlangen (DE)**

- **SIXTENSSON P ET AL: "NEW PROCESS TECHNOLOGIES AND AUTOMATION SYSTEMS FOR HOT ROLLING MILLS" INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW DEVELOPMENTS IN METALLURGICAL PROCESS TECHNOLOGY, DÜSSELDORF, DE, Juni 1999 (1999-06), Seiten 208-217, XP001011835**
- **ANDORFER J ET AL: "OPERATIONAL EXPERIENCE WITH VAI-Q STRIP: ON-LINE SYSTEM FOR CONTROLLING HOT ROLLED STRIP MECHANICAL PROPERTIES" AISE STEEL TECHNOLOGY, AISE, PITTSBURG, PA, US, Bd. 77, Nr. 7, Juli 2000 (2000-07), Seiten 43-46, XP000966014 ISSN: 0021-1559**
- **ANDORFER J ET AL: "VAIQ-STRIP, UN NOUVEAU SYSTEME DE CONTROLE DE QUALITE POUR LES BANDES LAMINEES A CHAUD" CAHIERS D'INFORMATIONS TECHNIQUES DE LA REVUE DE METALLURGIE, REVUE DE METALLURGIE. PARIS, FR, Bd. 95, Nr. 7/8, 1. Juli 1998 (1998-07-01), Seiten 883-892, XP000789911 ISSN: 0035-1563**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 434 (M-764), 16. November 1988 (1988-11-16) -& JP 63 168211 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 12. Juli 1988 (1988-07-12)**

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).

**EP 1 444 059 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren für eine einer Kühlstrecke vorgeordnete Fertigstraße zum Walzen von Metall-Warmband.

**[0002]** Aus der DE 199 63 186 A1 ist ein Steuerungsverfahren für eine Kühlstrecke bekannt, der eine Fertigstraße zum Walzen von Metall-Warmband vorgeordnet ist. Bei diesem Steuerungsverfahren werden beim Einlaufen des Warmbandes in die Kühlstrecke Bandpunkte und deren Anfangstemperaturen erfasst und den erfassten Bandpunkten individuell Solltemperaturverläufe zugeordnet. Die Bandpunkte, deren Anfangstemperaturen und deren Solltemperaturverläufe werden einem Modell für die Kühlstrecke zugeführt. Die Bandpunkte werden beim Durchlaufen der Kühlstrecke wegverfolgt. In der Kühlstrecke wird das Warmband mittels Temperaturbeeinflussungseinrichtungen Temperaturbeeinflussungen unterworfen. Die Wegverfolgungen und die Temperaturbeeinflussungen werden ebenfalls dem Modell zugeführt. Das Modell ermittelt in Echtzeit erwartete Isttemperaturen der erfassten Bandpunkte und ordnet diese den Bandpunkten zu. Dadurch steht für jeden Bandpunkt zu jedem Zeitpunkt die Temperatur als Funktion über die Banddicke zur Verfügung. Ferner ermittelt es anhand der den erfassten Bandpunkten zugeordneten Solltemperaturverläufe und der erwarteten Isttemperaturen Ansteuerwerte für die Temperaturbeeinflussungseinrichtungen und führt die Ansteuerwerte diesen zu. Die Temperaturführung dient insbesondere zum gezielten Einstellen von Material- und Gefügeeigenschaften des Metall-Warmbandes. In der Regel wird dabei die Temperaturführung derart durchgeführt, dass ein vorbestimmter Haspeltemperaturverlauf vom Ausgang der Kühlstrecke möglichst gut erreicht wird.

**[0003]** Fertigstraßen wie die in der DE 199 63 186 A1 erwähnte Fertigstraßen sind ebenfalls allgemein bekannt. Sie werden in der Regel - gesteuert durch einen Stichplan - derart gefahren, dass am Ende der Fertigstraße vorbestimmte Endabmessungen und eine vorbestimmte Endwalztemperatur des Metallbandes erreicht werden. Auch das Walzen beeinflusst die Materialeigenschaften, insbesondere die Gefügeeigenschaften des Warmbandes.

**[0004]** Im Stand der Technik sind Basis der Fertigstraßenregelung zumeist eine oder mehrere Setup-Berechnungen, mittels derer einzelne Bandsegmente ohne direkten zeitlichen Bezug zum Geschehen in der Kühlstrecke voraus berechnet werden. Anhand der gemessenen Endwalztemperatur und einer vorausberechneten Wirkung der Bandgeschwindigkeit auf die Endwalztemperatur wird die Bandgeschwindigkeit der Fertigstraße mittels eines PI-Reglers oder einer anderen klassischen Regelung variiert. Eine Kühlung zwischen einzelnen Gerüsten der Fertigstraße wird nur vorgesteuert.

**[0005]** Je höher die Anforderungen an das Metall-Warmband werden, desto genauer müssen die Fertigungsbedingungen, unter anderem der Temperaturver-

lauf, eingehalten werden. Dies gilt ganz besonders für sogenannte neue Werkstoffe wie z. B. Mehrphasenstähle, TRIP-Stähle und dergleichen. Denn diese Werkstoffe fordern eine genau definierte Wärmebehandlung, das heißt eine Vorgabe und Überwachung eines Temperaturverlaufs.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, ein auf einfache Weise realisierbares Steuerungsverfahren anzugeben, mittels dessen die Einhaltung eines gewünschten Temperaturverlaufs auch in der vorgeordneten Fertigstraße gewährleistet werden kann.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch ein Steuerungsverfahren für eine einer Kühlstrecke vorgeordnete Fertigstraße zum Walzen von Metall-Warmband gelöst,

- wobei spätestens beim Einlaufen des Warmbandes in die Fertigstraße Bandpunkte und zumindest deren Anfangstemperaturen erfasst werden,
- wobei die Bandpunkte und als Isttemperaturen die Anfangstemperaturen einem Modell für die Fertigstraße zugeführt werden,
- wobei die Bandpunkte beim Durchlaufen der Fertigstraße wegverfolgt werden,
- wobei das Warmband in der Fertigstraße Temperaturbeeinflussungen unterworfen wird,
- wobei die Wegverfolgungen und die Temperaturbeeinflussungen ebenfalls dem Modell zugeführt werden,
- wobei von dem Modell anhand der Isttemperaturen in Echtzeit erwartete Isttemperaturen der erfassten Bandpunkte ermittelt und den erfassten Bandpunkten als neue Isttemperaturen zugeordnet werden.

**[0008]** Die energieinhaltsbeschreibende Größe kann alternativ die Temperatur oder die Enthalpie des Metall-Warmbandes sein.

**[0009]** Wenn nach dem Auslaufen der Bandpunkte aus der Fertigstraße deren Endtemperaturen erfasst werden, die erfassten Endtemperaturen mit anhand des Modells ermittelten erwarteten Endtemperaturen verglichen werden und anhand des Vergleichs mindestens ein Korrekturfaktor für das Modell bestimmt wird, ist das Modell auf einfache Weise an das tatsächliche Verhalten der Fertigstraße adaptierbar.

**[0010]** Wenn den erfassten Bandpunkten Sollwerte für eine energieinhaltsbeschreibende Größe zugeordnet und dem Modell zugeführt werden, von dem Modell zusätzlich zu den erwarteten Isttemperaturen funktionale Abhängigkeiten der erwarteten Isttemperaturen von dem Korrekturfaktor ermittelt werden und die erwarteten Isttemperaturen der bereits erfassten Bandpunkte anhand des Korrekturfaktors korrigiert werden, sind die erwarteten Isttemperaturen der bereits erfassten Bandpunkte leicht korrigierbar, insbesondere ohne weitere Modellrechnungen.

**[0011]** Wenn von dem Modell anhand der den erfassten Bandpunkten zugeordneten Sollwerte und der erwarteten Isttemperaturen Ansteuerwerte für Tempera-

turbbeeinflussungseinrichtungen ermittelt werden, mittels derer die Isttemperatur des Warmbandes umformungsfrei beeinflussbar ist, und die Ansteuerwerte den Temperaturbeeinflussungseinrichtungen zugeführt werden, ist auch eine gezielte Temperaturführung des Warmbandes möglich.

**[0012]** Wenn mindestens einer der Ansteuerwerte mit einem Sollansteuerwert verglichen wird und anhand des Vergleichs ein Korrekturwert für eine Bandgeschwindigkeit des Warmbandes ermittelt wird, ist es auf einfache Weise möglich, den Ansteuerwert derart einzustellen, dass die korrespondierende Temperaturbeeinflussungseinrichtung in einem mittleren Aussteuerbereich betrieben wird. Damit ist es insbesondere leicht möglich, kurzfristig auftretende Temperaturschwankungen mittels der Temperaturbeeinflussungseinrichtung auszuregeln.

**[0013]** In einer möglichen Ausgestaltung des Steuerverfahrens wird zur Regelung der umformungsfreien Temperaturbeeinflussung innerhalb der Fertigstraße ausschließlich eine Änderung einer Walzgeschwindigkeit herangezogen.

**[0014]** Die Ansteuerwerte können z. B. derart ermittelt werden, dass die Abweichung der für die Bandpunkte erwarteten Isttemperaturen von einer vorbestimmten Stellentemperatur an mindestens einer Stelle der Fertigstraße minimiert wird. In manchen Fällen sind hierdurch die Materialeigenschaften des Warmbandes auf einfachere Weise einstellbar. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Stelle zwischen zwei Walzgerüsten der Fertigstraße liegt und sich im Warmband bei der Stellentemperatur eine Phasenumwandlung vollzieht. Mittels des erfindungsgemäßen Steuerverfahrens ist es dabei möglich, dies auch dann zu gewährleisten, wenn an der Stelle keine Erfassung der Isttemperatur des Warmbandes erfolgt.

**[0015]** Die Sollwerte können für alle Bandpunkte gleich sein. Vorzugsweise sind sie aber den Bandpunkten individuell zugeordnet.

**[0016]** Die Sollwerte können nur einzelne, an bestimmten Orten oder zu bestimmten Zeiten anzustrebende Werte, also orts- oder zeitspezifisch, sein. Vorzugsweise aber bilden sie einen Sollwertverlauf.

**[0017]** Wenn mittels des Modells auch eine Ermittlung von Phasenanteilen der jeweiligen Bandpunkte erfolgt, ist eine noch bessere Modellierung des Verhaltens des Warmbandes möglich.

**[0018]** Wenn das Steuerverfahren getaktet ausgeführt wird, ist es besonders einfach realisierbar. Der Takt beträgt dabei in der Regel zwischen 0,1 und 0,5 s, typisch 0,2 bis 0,3 s.

**[0019]** Das erfindungsgemäße Steuerkonzept ist nach Bedarf erweiterbar. Insbesondere ist es möglich, dass von ihm auch mindestens eine der Fertigstraße vor- oder nachgeordnete Anlage, z. B. eine Vorstraße, ein Ofen, ein Stranggießanlage oder eine Kühlstrecke, gesteuert wird. Damit ist in der Praxis ein einziges durchgängiges, gemeinsames Steuerungsverfahren von der Erzeugung der Bramme bzw. dem Aufheizen der Bramme bis zum Has-

peln des gewalzten Warmbandes realisierbar. Auch das Modell kann fertigstraßenübergreifend ausgebildet sein.

**[0020]** Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

- FIG 1 eine Anlage zur Erzeugung von Metall-Warmband,
- FIG 2 eine weitere Anlage zur Erzeugung von Metall-Warmband,
- FIG 3 eine Fertigstraße,
- FIG 4 eine Kühlstrecke und
- FIG 5 ein Blockschaltbild eines Modells.

**[0021]** Gemäß FIG 1 umfasst eine Anlage zur Erzeugung von Stahl-Warmband 6 eine Stranggießanlage 1, eine Vorstraße 2, eine Fertigstraße 3 und eine Kühlstrecke 4. Hinter der Kühlstrecke 4 ist ein Haspel 5 angeordnet. Von ihm wird das von der Stranggießanlage 1 erzeugte, in den Straßen 2, 3 gewalzte und der Kühlstrecke 4 gekühlte Warmband 6 aufgehaspelt.

**[0022]** Die gesamte Anlage wird mittels eines einheitlichen Steuerverfahrens gesteuert, das von einer Echtzeit-Recheneinrichtung 7 ausgeführt wird. Hierzu ist die Echtzeit-Recheneinrichtung 7 mit den einzelnen Komponenten 1 bis 5 der Anlage zur Erzeugung von Stahl-Warmband 6 steuerungstechnisch verbunden. Ferner ist sie mit einem Steuerprogramm 8 programmiert, aufgrund dessen sie das Steuerverfahren ausführt.

**[0023]** Das Steuerprogramm 8 enthält unter anderem ein - vorzugsweise gemeinsames - physikalisches Modell 9. Dieses ist also in der Echtzeit-Recheneinrichtung 7 implementiert. Die Echtzeit-Recheneinrichtung 7 kann einen Rechner oder mehrere Rechner, insbesondere Prozessrechner, aufweisen. Mittels des gemeinsamen Modells 9 wird zumindest das Verhalten der Fertigstraße 3 und der Kühlstrecke 4, vorzugsweise auch das Verhalten der Vorstraße 2 und der Stranggießanlage 1, modelliert.

**[0024]** FIG 2 zeigt eine ähnliche Anlage wie FIG 1. Im Unterschied zu FIG 1 ist der Vorstraße 2 aber nicht die Stranggießanlage 1 vorgeordnet, sondern statt dessen ein Ofen 1', in dem zu walzende Brammen 6' zuvor aufgeheizt werden. Auch bei der Anlage gemäß FIG 2 erfolgt aber eine durchgängige Steuerung durch die Echtzeit-Recheneinrichtung 7.

**[0025]** Gemäß den FIG 1 und 2 weist die Fertigstraße 3 mehrere Walzgerüste 3' auf. Dies ist aber nicht erforderlich. Im Einzelfall kann die Fertigstraße 3 auch nur ein einziges Walzgerüst 3' aufweisen. Dies gilt insbesondere dann, wenn mittels der Stranggießanlage 1 gemäß FIG 1 bereits ein endabmessungsnahes Gießen erfolgt, das Warmband 6 also in einem einzigen Stich auf seine Endabmessung gewalzt werden kann.

**[0026]** Die FIG 3 und 4 zeigen nun schematisch das gemeinsame Steuerungsverfahren für die Fertigstraße 3 und die Kühlstrecke 4. Die Aufteilung in zwei Figuren ist dabei

nur der Übersichtlichkeit halber vorgenommen.

**[0027]** Insbesondere das Modell 9 ist (zumindest) der Fertigstraße 3 und der Kühlstrecke 4 gemeinsam. Auch ist ein Zwischentemperaturmessplatz 10, der gemäß FIG 3 am auslaufseitigen Ende der Fertigstraße 3 angeordnet ist, identisch mit dem Temperaturmessplatz 10 am Einlauf der Kühlstrecke 4 gemäß FIG 4. Aus diesem Grund ist der Temperaturmessplatz in FIG 4 auch mit dem gleichen Bezugszeichen versehen wie in FIG 3.

**[0028]** Gemäß FIG 3 wird beim Einlaufen des Warmbandes 6 in die Fertigstraße 3 mittels eines Anfangstemperaturmessplatzes 11 in einem Zeittakt  $\delta t$  jeweils ein Bandpunkt 101 und zumindest dessen Anfangstemperatur T1 erfasst und korrespondierenden Modellpunkten 101' zugeordnet. Gegebenenfalls können auch weitere Größen wie z. B. eine Banddicke d erfasst und dem Modell 9 zugeführt werden. Der Zeittakt  $\delta t$  liegt in der Regel zwischen 0,1 und 0,5 s, typisch bei 0,2 bis 0,3 s. Aufgrund der getakteten Erfassung der Bandpunkte 101 und deren Anfangstemperaturen T1 wird das gesamte Steuerverfahren getaktet ausgeführt.

**[0029]** Die Bandpunkte 101 und deren Anfangstemperaturen T1 werden dem gemeinsamen Modell 9 zugeführt. Die Anfangstemperaturen T1 definieren dabei innerhalb des Modells 9 zunächst Isttemperaturen T2. Den Bandpunkten 101 werden ferner individuell Sollwerte T\* für eine energieinhaltsbeschreibende Größe zugeordnet, die ebenfalls dem Modell 9 zugeführt werden. Die Sollwerte T\* für eine energieinhaltsbeschreibende Größe können z. B. zeitliche Solltemperaturverläufe T\*(t) sein. Schließlich werden der Echtzeit-Recheneinrichtung 7 noch eine Anfangswalzgeschwindigkeit v sowie - explizit oder implizit - von den einzelnen Gerüsten 3' der Fertigstraße 3 bewirkte Stichabnahmen zugeführt.

**[0030]** Aufgrund der Stichabnahmen und der bekannten Anlagenkonfiguration kann aus der Anfangswalzgeschwindigkeit v die Geschwindigkeit hinter den jeweils nachgeordneten Gerüsten 3' und in der Kühlstrecke 4 ermittelt werden. Somit ist auch eine Wegverfolgung der Bandpunkte 101 beim Durchlaufen der Fertigstraße 3 und der Kühlstrecke 4 möglich. Die so errechenbare Wegverfolgung W(t) wird ebenfalls dem Modell 9 zugeführt, wo sie den korrespondierenden Modellpunkten 101' zugeordnet wird.

**[0031]** Während des Zeittakts  $\delta t$  zwischen der Erfassung zweier Bandpunkte 101 werden von dem Modell 9 in Echtzeit erwartete Isttemperaturen T2 der erfassten Bandpunkte 101 ermittelt, also für alle Bandpunkte 101, die sich zu diesem Zeitpunkt in der Fertigstraße 3 oder der Kühlstrecke 4 befinden. Die ermittelten Isttemperaturen T2 werden den korrespondierenden Modellpunkten 101' als neue Isttemperaturen T2 zugeordnet. Dies geht besonders deutlich aus FIG 5 hervor, gemäß der die erwarteten Isttemperaturen T2 dem Modell 9 wieder als Eingangsgrößen zugeführt werden.

**[0032]** Mit jedem Zeittakt  $\delta t$  wird also ein neuer Modellpunkt 101' generiert, dem die momentan am Anfangstemperaturmessplatz 11 erfasste Isttemperatur T1

als Isttemperatur T2 zugeordnet wird. Der Modellpunkt 101' wird im Zeittakt  $\delta t$  durch die Fertigstraße 3 und die Kühlstrecke 4 wegverfolgt. Seine erwartete Isttemperatur T2 wird durch das Modell 9 dabei aktualisiert. Wenn der korrespondierende Bandpunkt 101 die Messplätze 10, 13 erreicht, kann eine Überprüfung und Korrektur des Modells 9 erfolgen. Wenn der korrespondierende Bandpunkt 101 die Kühlstrecke 4 verlässt, wird der Modellpunkt 101' gelöscht. Ferner werden von dem Modell 9 zusätzlich funktionale Abhängigkeiten f(k) der (neuen) Isttemperaturen T2 von einem Korrekturfaktor k ermittelt.

**[0033]** Das Warmband 6 wird in der Fertigstraße 3 und der Kühlstrecke 4 Temperaturbeeinflussungen  $\delta T$  unterworfen. Beispielsweise kann mittels Temperaturbeeinflussungseinrichtungen 12 ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium (z. B. Wasser oder Luft) auf das Warmband 6 aufgebracht werden. Die Temperaturbeeinflussungen  $\delta T$  werden ebenfalls dem Modell 9 zugeführt und bei der Ermittlung der Isttemperaturen T2 selbstverständlich berücksichtigt. Wie aus FIG 3 ersichtlich ist, sind dabei auch zwischen Walzgerüsten 3' Kühleinrichtungen 12 angeordnet.

**[0034]** Eine weitere Möglichkeit zur umformungsfreien Temperaturbeeinflussung des Warmbandes 6 ist die Walzgeschwindigkeit v. Auch diese wird dem Modell 9 zugeführt.

**[0035]** Schließlich wird das Warmband 6 noch durch das Walzen in den Walzgerüsten 3' als solches erwärmt. Auch hierfür charakteristische Größen - z. B. die Leistungsaufnahme der Walzgerüste 3' und die Temperaturen von deren Arbeitswalzen - werden dem Modell 9 zugeführt.

**[0036]** Die Ermittlung der erwarteten Isttemperaturen T2 erfolgt im Modell 9 durch Lösung einer eindimensionalen, instationären Wärmeleitungsgleichung. Bei der mathematischen Beschreibung wird also die Wärmeleitungsgleichung für einen isolierten Stab, der nur am Anfang und am Ende - entsprechend der Ober- und der Unterseite des Warmbandes 6 - einen Wärmeaustausch mit der Umgebung ausführt, ausgegangen. Es wird also angenommen, dass die Wärmeleitung im Band in Längs- und Querrichtung verschwindet bzw. vernachlässigbar ist. Dieser Lösungsansatz und auch seine Lösungen sind jedem Fachmann geläufig. Es steht also für jeden Bandpunkt 101 zu jedem Zeitpunkt die (erwartete) Isttemperatur T2 als Funktion über die Banddicke zur Verfügung.

**[0037]** Von dem Modell 9 werden dann anhand der Sollwerte T\* für die Bandpunkte 101 und deren erwarteter Isttemperaturen T2 Ansteuerwerte  $\delta T^*$  für die Temperaturbeeinflussungseinrichtungen 12 ermittelt. Die Ansteuerwerte  $\delta T^*$  werden den Temperaturbeeinflussungseinrichtungen 12 gemäß FIG 5 über unterlagerte Regler 12' zugeführt. Die Regler 12' sind in der Regel insbesondere dann als Prädiktionsregler ausgebildet, wenn am Ende der Kühlstrecke 4 eine bestimmte Endtemperatur des Warmbandes 6 eingestellt werden soll.

**[0038]** Gegebenenfalls kann die Erfassung der An-

fangstemperaturen T1 auch eher erfolgen, z. B. beim Einlaufen in die Vorstraße 2. Dann muss die Ermittlung der erwarteten Isttemperaturen T2 selbstverständlich ab diesem Ort und ab diesem Zeitpunkt erfolgen.

**[0039]** Bis der erste erfasste Bandpunkt 101 einen Temperaturmessplatz 10, 13 erreicht, der zwischen der Fertigstraße 3 und dem Haspel 5 angeordnet ist, erfolgt durch das Modell 9 und die Echtzeit-Recheneinrichtung 7 eine Steuerung des Temperaturverlaufs. Mittels des Modells 9 kann also nur die erwartete Isttemperatur T2 errechnet werden. Eine Kontrolle, ob die aufgrund der Modellrechnung erwartete Isttemperatur T2 mit einer tatsächlichen Bandtemperatur T3 übereinstimmt, ist nicht möglich.

**[0040]** Wenn aber der erste Bandpunkt 101 z. B. den Endtemperaturmessplatz 13 erreicht, ist die tatsächliche Isttemperatur T3 an dieser Stelle, also beim Auslaufen aus der Kühlstrecke 4 und damit insbesondere auch nach dem Auslaufen aus der Fertigstraße 3, erfassbar. Diese Endtemperatur T3 kann von einem Korrekturfaktorermittler 9' mit der anhand des Modells 9 errechneten, für diesen Zeitpunkt erwarteten Endtemperatur T2 verglichen werden. Anhand des Vergleichs kann dann der Korrekturfaktor k für das Modell 9 bestimmt werden. Auch die Bestimmung des Korrekturfaktors k ist Fachleuten bekannt, beispielsweise aus der bereits erwähnten DE 199 63 186 A1. Erwartete Isttemperaturen T2 für neu zu erfassende Bandpunkte 101 können also sofort anhand des entsprechend angepassten und korrigierten Modells 9 ermittelt werden. Da ferner für die bereits erfassten Bandpunkte 101 bereits zuvor die funktionalen Abhängigkeiten f(k) der erwarteten Isttemperaturen T2 vom Korrekturfaktor k ermittelt wurden, können auch die erwarteten Isttemperaturen T2 für die bereits erfassten Bandpunkte 101 auf einfache Weise anhand des Korrekturfaktors k korrigiert werden.

**[0041]** Wie bereits erwähnt, ist bei der Ausgestaltung gemäß den FIG 3 und 4 auch zwischen der Fertigstraße 3 und der Kühlstrecke 4 ein Zwischentemperaturmessplatz 10 angeordnet. Somit ist es bereits bei Erreichen des Zwischentemperaturmessplatzes 10 möglich, die Isttemperatur T3 des Warmbandes 6 zu erfassen. Somit ist bereits eine Korrektur des Modells 9 sowie der bisher berechneten erwarteten Isttemperaturen T2 möglich. Allgemein gilt, dass jede Messung der Isttemperatur T3 zur Adaption des Modells 9 bzw. zur Ermittlung oder Korrektur mindestens eines Korrekturfaktors k für das Modell 9 herangezogen werden kann.

**[0042]** Unter Umständen ist es sogar möglich, bezüglich der Modelladaption eine völlige Trennung zwischen einem Teilmodell für die Fertigstraße 3 und einem Teilmodell für die Kühlstrecke 4 durchzuführen. Auch kann mittels der am Zwischentemperaturmessplatz 10 erfassten Isttemperatur T3 eine Vorermittlung des Korrekturfaktors k für ein etwaiges Teilmodell der Kühlstrecke 4 erfolgen. Dies ist aber zweitrangig. Entscheidend ist, dass im Rahmen des Modells 9 die Berechnung der Temperaturen T2 für die Bandpunkte 101 bereits beim Durch-

laufen der Fertigstraße 3 erfolgt und einfach an die Kühlstrecke 4 weitergegeben wird. Dadurch kann auf besonders einfache Weise eine durchgängige Modellierung für die Fertigstraße 3 und die Kühlstrecke 4 realisiert werden. Aufgrund der durchgängigen Modellierung ist es ferner auf einfache Weise möglich, auch ein gemeinsames Steuerverfahren für die Fertigstraße 3 und die Kühlstrecke 4, ggf. auch die weiteren Anlagenteile 1, 1' und/oder 2, zu realisieren.

**[0043]** Die den Temperaturbeeinflussungseinrichtungen 12 zugeführten Ansteuerwerte  $\delta T^*$  werden zusätzlich in einem Geschwindigkeitsregler 12" mit Sollansteuerwerten  $\Delta T^*$  verglichen. Anhand des Vergleichs wird ein Korrekturwert  $\delta v$  für die Endwalzgeschwindigkeit v ermittelt. Somit ist es auf einfache Weise möglich, die Temperaturbeeinflussungseinrichtungen 12 in einem mittleren Stellbereich zu betreiben. Das Ermitteln des Korrekturwerts  $\delta v$  erfolgt dabei selbstverständlich unter Berücksichtigung der übrigen Fertigungsbedingungen und der Anlagenauslegung sowie dem gefahrenen Walzprogramm. Die Korrektur der Walzgeschwindigkeit v dient somit dem Ausgleich langfristiger und globaler Effekte, während über die Ansteuerwerte  $\delta T^*$  kurzfristige und lokale Effekte ausgeregelt werden. Es ist sogar möglich, zur Regelung der umformungsfreien Temperaturbeeinflussung innerhalb der Fertigstraße 3 ausschließlich die Anfangswalzgeschwindigkeit v zu variieren.

**[0044]** Die Sollwerte  $T^*$  werden in der Regel als Funktionen der Zeit t, also als zeitliche Solltemperaturverläufe  $T^*(t)$  vorgegeben. Es ist aber auch möglich, die Solltemperaturverläufe  $T^*$  als Funktion des Ortes vorzugeben. In diesem Fall erfolgt die Führung der Kühlung des Warmbandes 6 durch das Modell 9 und die Echtzeit-Recheneinrichtung 7 derart, dass die Abweichung der erwarteten Isttemperaturen T2 für die Bandpunkte 101 von einer vorbestimmten Stelltemperatur an mindestens einer Stelle der Kühlstrecke 4 bzw. der Fertigstraße 3 minimiert wird. In der Regel sind dies die Temperaturen am Endtemperaturmessplatz 13 und am Zwischentemperaturmessplatz 10.

**[0045]** Es ist auch möglich, nicht örtlich oder zeitlich kontinuierliche Verläufe als Sollwerte  $T^*$  vorzugeben. Auch eine Vorgabe von Solltemperaturen  $T^*$  nur für bestimmte Orte oder Zeitpunkte ist möglich. Auch muss nicht unbedingt die Temperatur die Sollgröße sein. Alternativ könnte auch die Enthalpie herangezogen werden.

**[0046]** Aufgrund der kontinuierlichen Mitrechnung der erwarteten Isttemperaturen T2 in Echtzeit ist es aber auch möglich, bestimmte Temperaturen an Stellen einzustellen, an denen eine tatsächliche Erfassung der Temperatur des Warmbandes 6 nicht möglich ist oder aus anderen Gründen nicht erfolgt. Aufgrund der kontinuierlichen Temperaturberechnung durch das Modell 9 in Echtzeit ist es insbesondere möglich, zu gewährleisten, dass an einer Stelle zwischen zwei Walzgerüsten 3', z. B. zwischen dem vorletzten und dem letzten Walzgerüst 3' der Fertigstraße 3, das Warmband 6 eine vor-

bestimmte Grenztemperatur TG erreicht. Die Grenztemperatur TG kann dabei derart liegen, dass sich im Warmband 6 bei genau dieser Grenztemperatur TG eine Phasenumwandlung vollzieht. Aus diese Weise kann auch ohne echte Temperaturmessung an dieser Stelle ein sogenanntes Zweiphasenwalzen erzielt werden.

**[0047]** Mittels des erfindungsgemäßen Steuerverfahrens ist also eine flexible und komfortable Wärmebehandlung für moderne Stähle erreichbar. Insbesondere erfolgt die Wärmesteuerung übergreifend. Es kann also nicht nur in der Kühlstrecke 4 oder in der Fertigstraße 3 für sich gesehen, sondern übergreifend gezielt ein vorgegebener Solltemperaturverlauf  $T^*(t)$  eingestellt werden.

**[0048]** Bei dem oben stehend beschriebenen Steuerverfahren wurde die Temperatur als energieinhaltsbeschreibende Größe verwendet. Die Berechnung kann alternativ aber auch mit der Enthalpie erfolgen. Ferner können im Rahmen des Modells 9 auch die Phasenanteile der einzelnen Bandpunkte 101 an Austenit, Ferrit, Martensit usw. in Echtzeit mitberechnet werden.

**[0049]** Auch müssen nicht notwendigerweise örtliche oder zeitliche Temperaturverläufe als Sollwerte  $T^*$  vorgegeben werden. Eine Vorgabe für bestimmte Orte und/oder Zeiten kann ausreichen.

## Patentansprüche

1. Steuerverfahren für eine einer Kühlstrecke (4) vorgeordnete Fertigstraße (3) zum Walzen von Metall-Warmband (6),

- wobei spätestens beim Einlaufen des Warmbandes (6) in die Fertigstraße (3) Bandpunkte (101) und zumindest deren Anfangstemperaturen (T1) erfasst werden,
- wobei die Bandpunkte (101) und als Isttemperaturen die Anfangstemperaturen (T1) einem Modell (9) für die Fertigstraße (3) zugeführt werden,
- wobei die Bandpunkte (101) beim Durchlaufen der Fertigstraße (3) wegverfolgt werden,
- wobei das Warmband (6) in der Fertigstraße (3) Temperaturbeeinflussungen ( $\delta T$ ) unterworfen wird,
- wobei die Wegverfolgungen ( $W(t)$ ) und die Temperaturbeeinflussungen ( $\delta T$ ) ebenfalls dem Modell (9) zugeführt werden,
- wobei von dem Modell (9) anhand der Isttemperaturen (T2) in Echtzeit erwartete Isttemperaturen (T2) der erfassten Bandpunkte (101) ermittelt und den erfassten Bandpunkten (101) als neue Isttemperaturen (T2) zugeordnet werden.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Auslaufen der Bandpunkte (101)

aus der Fertigstraße (3) deren Endtemperaturen (T3) erfasst werden, dass die erfassten Endtemperaturen (T3) mit anhand des Modells (9) ermittelten erwarteten Endtemperaturen (T2) verglichen werden und dass anhand des Vergleichs mindestens ein Korrekturfaktor (k) für das Modell (9) bestimmt wird.

3. Steuerverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** von dem Modell (9) zusätzlich zu den erwarteten Isttemperaturen (T2) funktionale Abhängigkeiten ( $f(k)$ ) der erwarteten Isttemperaturen (T2) von dem Korrekturfaktor (k) ermittelt werden und dass die erwarteten Isttemperaturen (T2) der bereits erfassten Bandpunkte (101) anhand des Korrekturfaktors (k) korrigiert werden.

4. Steuerverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** den erfassten Bandpunkten (101) Sollwerte ( $T^*$ ) für eine energieinhaltsbeschreibende Größe zugeordnet und dem Modell (9) zugeführt werden, dass von dem Modell (9) anhand der den erfassten Bandpunkten (101) zugeordneten Sollwerte ( $T^*$ ) und der Isttemperaturen (T2) Ansteuerwerte ( $\delta T^*$ ) für Temperaturbeeinflussungseinrichtungen (12) ermittelt werden, mittels derer die Isttemperatur (T3) des Warmbandes (6) umformungsfrei beeinflussbar ist, und dass die Ansteuerwerte ( $\delta T^*$ ) den Temperaturbeeinflussungseinrichtungen (12) zugeführt werden.

5. Steuerverfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Ansteuerwerte ( $\delta T^*$ ) mit einem Sollansteuerwert ( $\Delta T^*$ ) verglichen wird und dass anhand des Vergleichs ein Korrekturwert ( $\delta v$ ) für eine Bandgeschwindigkeit (v) des Warmbandes (6) ermittelt wird.

6. Steuerverfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Regelung der umformfreien Temperaturbeeinflussung innerhalb der Fertigstraße (3) ausschließlich eine Änderung einer Walzgeschwindigkeit (v) herangezogen wird.

7. Steuerverfahren nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerwerte ( $\delta T^*$ ) derart ermittelt werden, dass die Abweichung der für die Bandpunkte (101) erwarteten Isttemperaturen (T2) von einer vorbestimmten Stellentemperatur (TG) an mindestens einer Stelle der Fertigstraße (3) minimiert wird.

8. Steuerverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stelle zwischen zwei Walzgerüsten (3') der

Fertigstraße (3) liegt und dass sich im Warmband (6) bei der Stellentemperatur (TG) eine Phasenumwandlung vollzieht.

9. Steuerverfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** an der Stelle keine Erfassung der Isttemperatur (T3) des Warmbandes (6) erfolgt. 5
10. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Sollwerte (T\*) den Bandpunkten (101) individuell zugeordnet werden. 10
11. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Sollwerte (T\*) orts- oder zeitspezifisch sind. 15
12. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Sollwerte (T\*) einen Sollwertverlauf (T\*(t)) bilden. 20
13. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mittels des Modells (9) auch eine Ermittlung von Phasenanteilen der jeweiligen Bandpunkte (101) erfolgt. 25
14. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** es getaktet ausgeführt wird. 30
15. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** von ihm auch mindestens eine der Fertigstraße (3) vor- oder nachgeordnete Anlage (1, 1', 2, 4'), z. B. eine Vorstraße (2), ein Ofen (1'), eine Stranggießanlage (1) und/oder eine Kühlstrecke (4), gesteuert wird. 35  
40
16. Steuerverfahren nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Steuerverfahren für die Fertigstraße (3) und die der Fertigstraße (3) vor- oder nachgeordnete Anlage (1, 1', 2, 4') ein gemeinsames Steuerverfahren sind. 45
17. Steuerverfahren nach Anspruch 15 oder 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Modell (9) fertigstraßenübergreifend ausgebildet ist. 50
18. Einer Kühlstrecke (4) vorgeordnete Fertigstraße (3) zum Walzen von Metall-Warmband (6), mit einer Echtzeit-Recheneinrichtung (7), die steuerungstechnisch mit der Fertigstraße (3) verbunden ist und die derart programmiert ist, dass mit ihr ein Steuer- 55

verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17 ausführbar ist.

## 5 Claims

1. Control method for a finishing train (3), arranged upstream of a cooling section (4), for rolling hot metal strip (6),
  - in which at the latest when the hot strip (6) enters the finishing train (3), strip points (101) and at least their starting temperatures (T1) are recorded,
  - in which the strip points (101) and, as actual temperatures, the starting temperatures (T1) are fed to a model (9) for the finishing train (3),
  - in which the displacement of the strip points (101) as they pass through the finishing train (3) is monitored,
  - in which the hot strip (6) is subjected to temperature influences ( $\delta T$ ) in the finishing train (3),
  - in which the displacement monitorings (W(t)) and the temperature influences ( $\delta T$ ) are likewise fed to the model (9),
  - in which the model (9) uses the actual temperatures (T2) to determine actual temperatures (T2) that are expected in real time for the recorded strip points (101) and assigns these temperatures to the recorded strip points (101) as new actual temperatures (T2).
2. Control method according to Claim 1, **characterized in that** after the strip points (101) have left the finishing train (3), their final temperatures (T3) are recorded, **in that** the recorded final temperatures (T3) are compared with expected final temperatures (T2) determined on the basis of the model (9), and **in that** at least one correction factor (k) for the model (9) is determined on the basis of the comparison.
3. Control method according to Claim 2, **characterized in that** in addition to the expected actual temperatures (T2), the model (9) also determines functional relationships (f(k)) between the expected actual temperatures (T2) and the correction factor (k), and **in that** the expected actual temperatures (T2) of the strip points (101) which have already been recorded are corrected on the basis of the correction factor (k).
4. Control method according to Claim 1, 2 or 2, **characterized in that** the recorded strip points (101) are assigned desired values (T\*) for a variable which describes the energy content and these desired values are fed to the model (9), **in that** the model (9) uses the desired values (T\*) assigned to the recorded strip points (101) and the actual temperatures (T2) to determine control values ( $\delta T^*$ ) for temperature-influ-

encing devices (12), by means of which the actual temperature (T3) of the hot strip (6) can be influenced without deformation, and **in that** the control values ( $\delta T^*$ ) are fed to the temperature-influencing devices (12).

5. Control method according to Claim 4, **characterized in that** at least one of the control values ( $\delta T^*$ ) is compared with a desired control value ( $\Delta T^*$ ), and **in that** a correction value ( $\delta v$ ) for a strip velocity ( $v$ ) of the hot strip (6) is determined on the basis of the comparison. 10
6. Control method according to Claim 4, **characterized in that** exclusively a change in a rolling velocity ( $v$ ) is used to regulate the deformation-free temperature influencing within the finishing train (3). 15
7. Control method according to Claim 4, 5 or 6, **characterized in that** the control values ( $\delta T^*$ ) are determined in such a manner that the deviation of the actual temperatures (T2) expected for the strip points (101) from a predetermined location temperature (TG) at at least one location of the finishing train (3) is minimized. 20 25
8. Control method according to Claim 7, **characterized in that** the location is between two rolling stands (3') of the finishing train (3), and **in that** a phase transformation takes place in the hot strip (6) at the location temperature (TG). 30
9. Control method according to Claim 7 or 8, **characterized in that** there is no recording of the actual temperature (T3) of the hot strip (6) at the location. 35
10. Control method according to one of Claims 4 to 9, **characterized in that** the desired values ( $T^*$ ) are individually assigned to the strip points (101). 40
11. Control method according to one of Claims 4 to 10, **characterized in that** the desired values ( $T^*$ ) are position- or time-specific. 45
12. Control method according to one of Claims 4 to 11, **characterized in that** the desired values ( $T^*$ ) form a desired value curve ( $T^*(t)$ ). 50
13. Control method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the model (9) is also used to determine phase components of the respective strip points (101). 55
14. Control method according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is carried out cyclically.
15. Control method according to one of the preceding

claims, **characterized in that** it is also used to control at least one installation (1, 1', 2, 4') arranged upstream or downstream of the finishing train (3), e.g. a roughing train (2), a furnace (1'), a continuous casting installation (1) and/or a cooling section (4).

16. Control method according to Claim 15, **characterized in that** the control method for the finishing train (3) and for the installation (1, 1', 2, 4') arranged upstream or downstream of the finishing train (3) are a common control method.
17. Control method according to Claim 15 or 16, **characterized in that** the model (9) is designed to cover more than just the finishing train.
18. Finishing train (3), arranged upstream of a cooling section (4), for rolling hot metal strip (6), having a real-time calculation device (7), which is connected to the finishing train (3) in terms of control technology and is programmed in such a manner that it can be used to carry out the control method according to one of Claims 1 to 17.

#### Revendications

1. Procédé de commande d'un train ( 3 ) finisseur monté en amont d'une section ( 4 ) de refroidissement pour le laminage de feuillard ( 6 ) métallique à chaud,
  - dans lequel on détecte au plus tard lors de l'entrée du feuillard ( 6 ) à chaud dans le train ( 3 ) finisseur des points ( 101 ) du feuillard et au moins leur température ( T1 ) initiale,
  - dans lequel on envoie les points ( 101 ) du feuillard et, en tant que températures réelles, les températures ( T1 ) initiales à un modèle ( 9 ) du train ( 3 ) finisseur,
  - dans lequel on poursuit les points ( 101 ) du feuillard lorsqu'ils passent dans le train ( 3 ) finisseur,
  - dans lequel on soumet le feuillard ( 6 ) à chaud dans le train ( 3 ) finisseur à des influences (  $\delta T$  ) de température,
  - dans lequel on envoie les poursuites (  $W( t )$  ) et les influences (  $\delta T$  ) de température également au modèle ( 9 ),
  - dans lequel on détermine par le modèle ( 9 ) au moyen des températures ( T2 ) réelles, des températures réelles auxquelles on s'attend en temps réel des points ( 101 ) du feuillard détectés et on les associe en tant que nouvelles températures ( T2 ) réelles aux points ( 101 ) du feuillard détectés.
2. Procédé de commande suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**après la sortie des points



- ( 101 ) du feuillard du train ( 3 ) finisseur on détecte leurs températures ( T3 ) finales, en ce l'on compare les températures ( T3 ) finales détectées à des températures ( T2 ) finales auxquelles on s'attend et déterminées au moyen du modèle ( 9 ) et **en ce que** l'on détermine, au moyen de la comparaison, au moins un facteur ( k ) de correction pour le modèle ( 9 ).
3. Procédé de commande suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on détermine par le modèle ( 9 ), en plus des températures ( T2 ) réelles auxquelles on s'attend, des dépendances ( f( k ) ) fonctionnelles des températures ( T2 ) réelles auxquelles on s'attend au facteur ( k ) de correction et **en ce que** l'on corrige les températures ( T2 ) réelles auxquelles on s'attend des points ( 101 ) de feuillard déjà détectés au moyen du facteur ( k ) de correction.
  4. Procédé de commande suivant l'une des revendications 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'on** associe aux points ( 101 ) de feuillard détectés des valeurs ( T\* ) de consigne d'une grandeur décrivant un contenu énergétique et on les envoie au modèle ( 9 ), **en ce que** l'on détermine par le modèle ( 9 ), au moyen des valeurs ( T\* ) de consigne associées aux points ( 101 ) de feuillard détectés et des températures ( T2 ) réelles, des valeurs (  $\delta T^*$  ) de commande de dispositifs ( 12 ) influençant la température, au moyen desquelles la température ( T3 ) réelle du feuillard ( 6 ) à chaud peut être influencée sans déformation et **en ce que** l'on envoie les valeurs (  $\delta T^*$  ) de commande aux dispositifs ( 12 ) influençant la température.
  5. Procédé de commande suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'on compare au moins l'une des valeurs (  $\delta T^*$  ) de commande à une valeur (  $\Delta T^*$  ) de commande de consigne et **en ce que** l'on détermine au moyen de la comparaison une valeur (  $\delta v$  ) de correction d'une vitesse ( v ) du feuillard ( 6 ) à chaud.
  6. Procédé de commande suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que**, pour la régulation de l'influence de la température sans déformation au sein du train ( 3 ) finisseur, on tire parti exclusivement d'une variation de la vitesse ( v ) de laminage.
  7. Procédé de commande suivant la revendication 4, 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'on détermine les valeurs (  $\delta T^*$  ) de commande de façon à minimiser l'écart des températures ( T2 ) réelles auxquelles on s'attend pour les points ( 101 ) du feuillard à une température ( TG ) de réglage déterminée à l'avance en au moins un point du train ( 3 ) finisseur.
  8. Procédé de commande suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** le point est compris entre deux cages ( 3' ) de laminoir du train ( 3 ) finisseur et **en ce qu'il** se produit dans le feuillard ( 6 ) à chaud un changement de phase à la température ( TG ) de réglage.
  9. Procédé de commande suivant la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'on n'effectue pas de détection de la température ( T3 ) réelle du feuillard ( 6 ) à chaud au point.
  10. Procédé de commande suivant l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** l'on associe individuellement les valeurs ( T\* ) de consigne aux points ( 101 ) du feuillard.
  11. Procédé de commande suivant l'une des revendications 4 à 10, **caractérisé en ce que** les valeurs ( T\* ) de consigne sont spécifiques localement ou temporellement.
  12. Procédé de commande suivant l'une des revendications 4 à 11, **caractérisé en ce que** les valeurs ( T\* ) de consigne forment une courbe ( T\*( t ) ) de valeur de consigne.
  13. Procédé de commande suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moyen du modèle ( 9 ) on effectue aussi une détermination de proportions de phase des points ( 101 ) de feuillard respectifs.
  14. Procédé de commande suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** l'effectue en cadence.
  15. Procédé de commande suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on commande par lui également au moins une installation ( 1, 1', 2, 4 ) en amont ou en aval du train ( 3 ) finisseur, par exemple un train ( 2 ) dégrossisseur, un four ( 1' ), une installation ( 1 ) de coulée continue et/ou une section ( 4 ) de refroidissement.
  16. Procédé de commande suivant la revendication 15, **caractérisé en ce que** le procédé de commande du train ( 3 ) finisseur et celui de l'installation ( 1, 1', 2, 4' ) en amont ou en aval du train ( 3 ) finisseur sont un procédé de commande commun.
  17. Procédé de commande suivant la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le modèle ( 9 ) empiète sur le train finisseur.

- 18.** Train ( 3 ) finisseur disposé en amont d'une section ( 4 ) de refroidissement pour le laminage de feuillard ( 6 ) métallique à chaud, comprenant un dispositif ( 7 ) de calcul en temps réel, qui est relié du point de vue de la technique de commande au train ( 3 ) finisseur et qui est programmé de manière à ce que l'on puisse réaliser par lui un procédé de commande suivant l'une des revendications 1 à 17.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

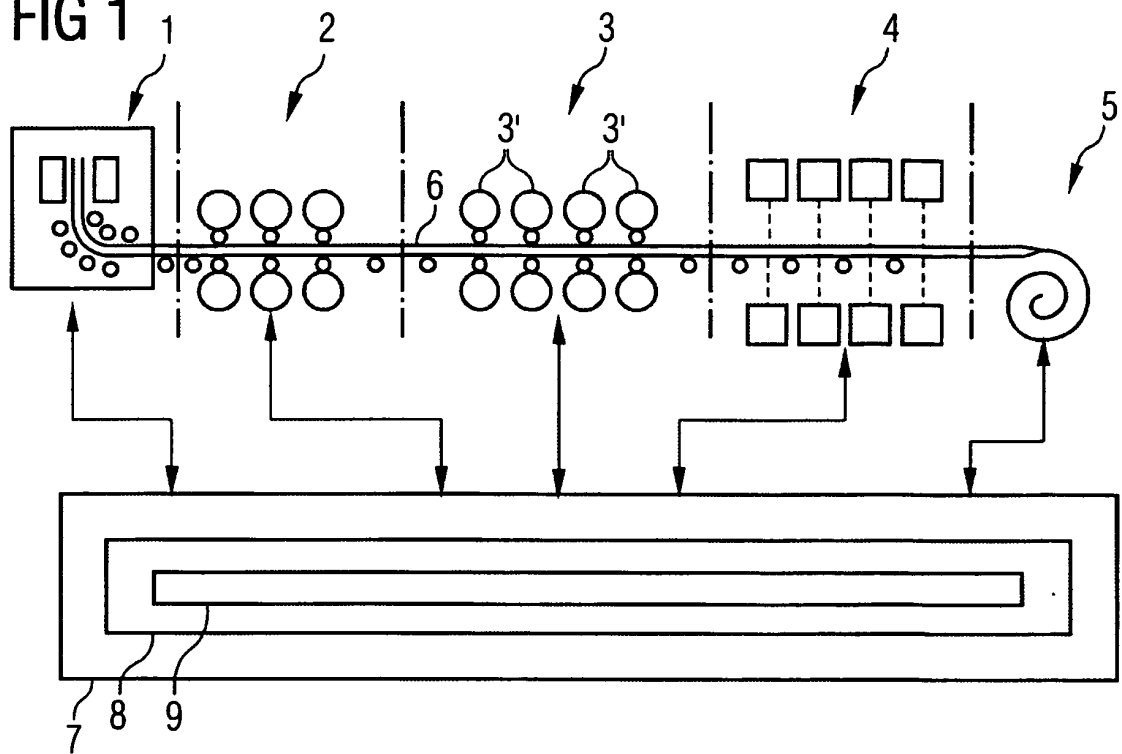


FIG 2

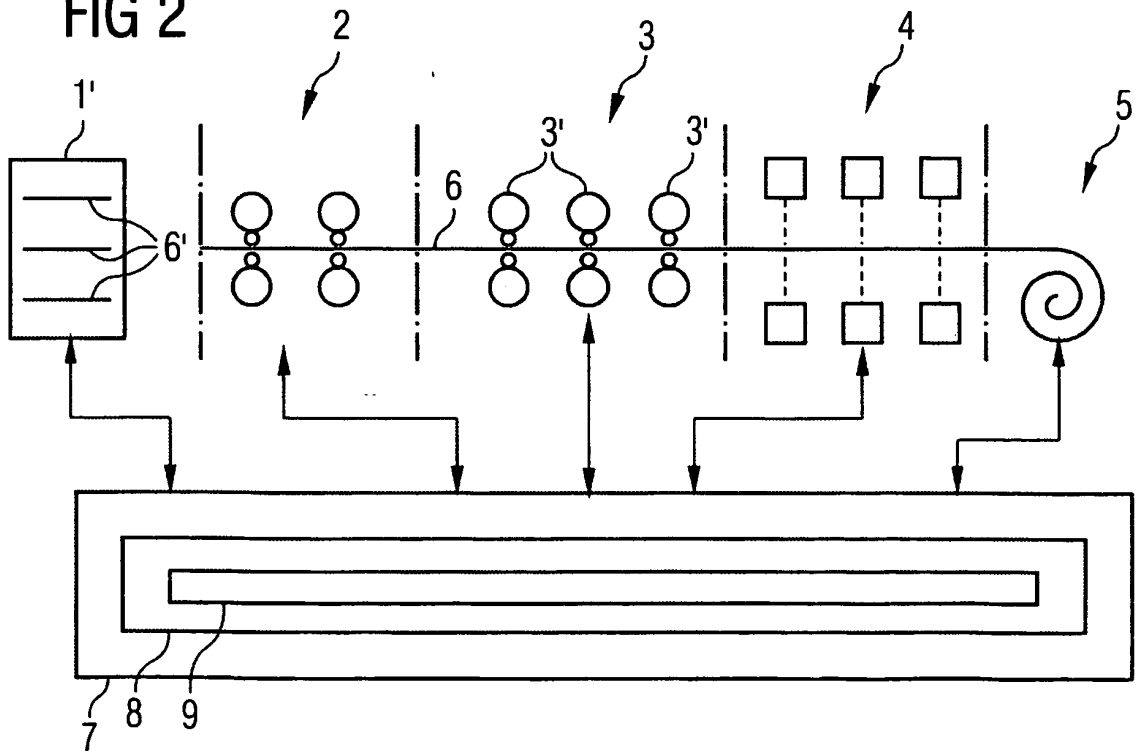


FIG 3

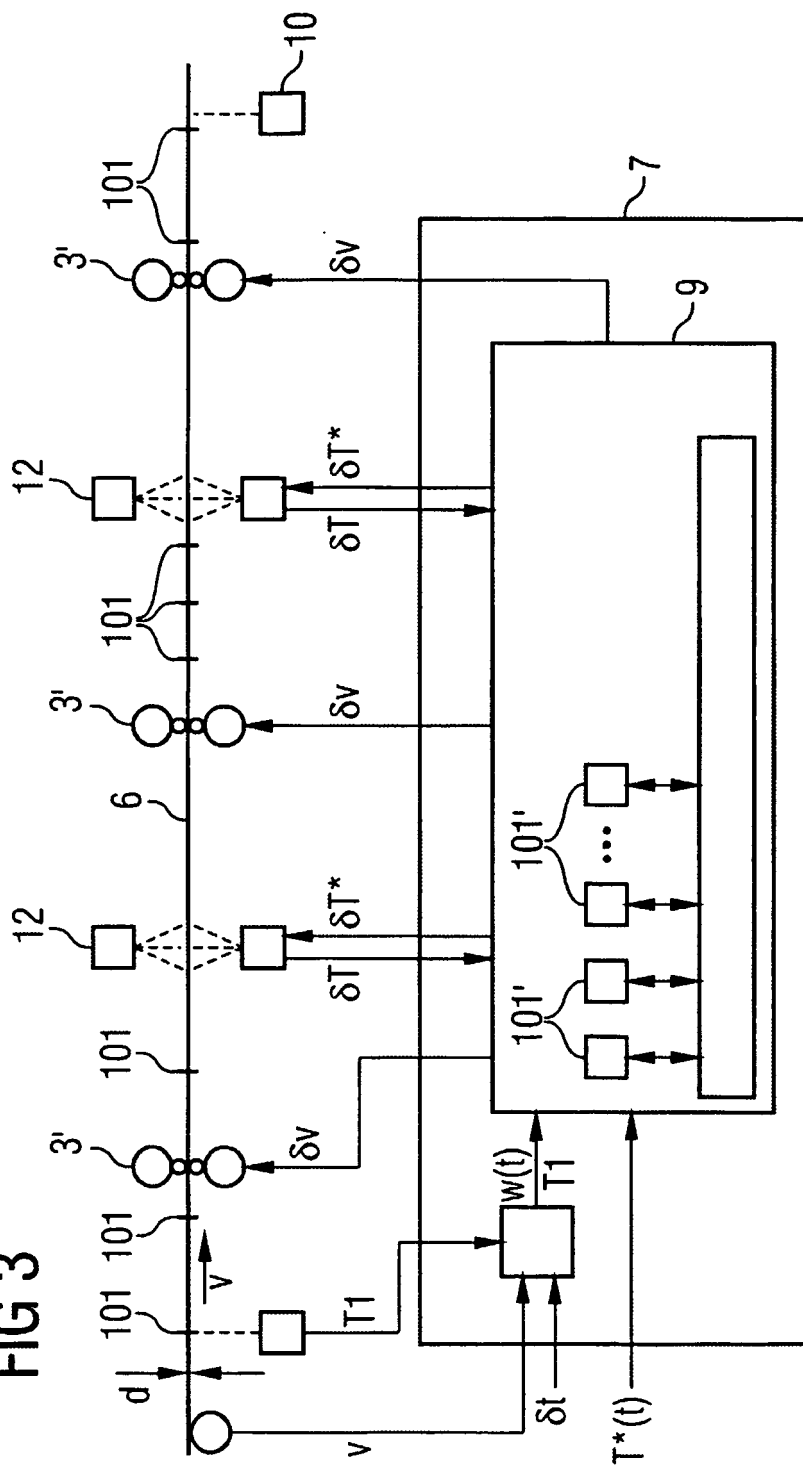


FIG 4

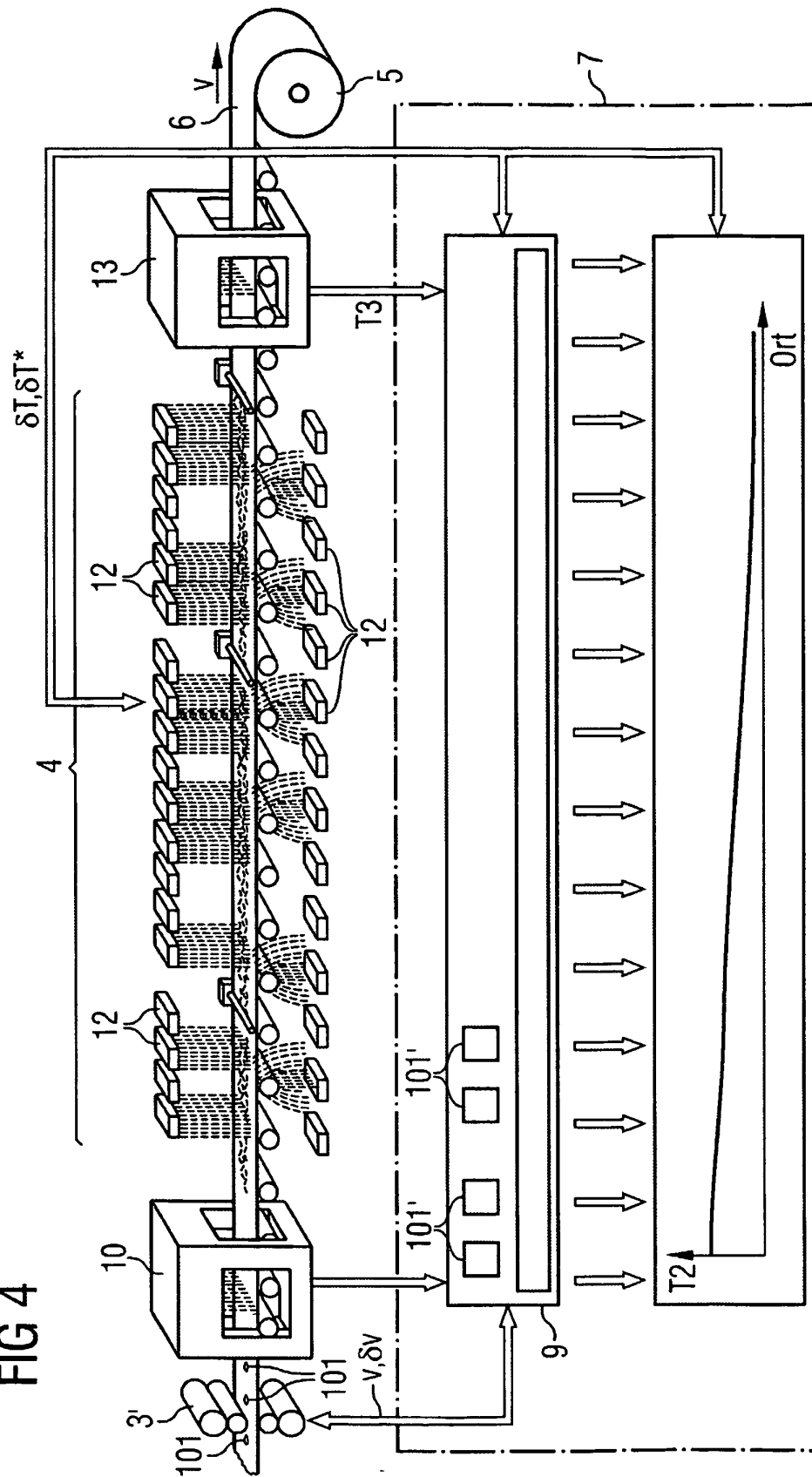
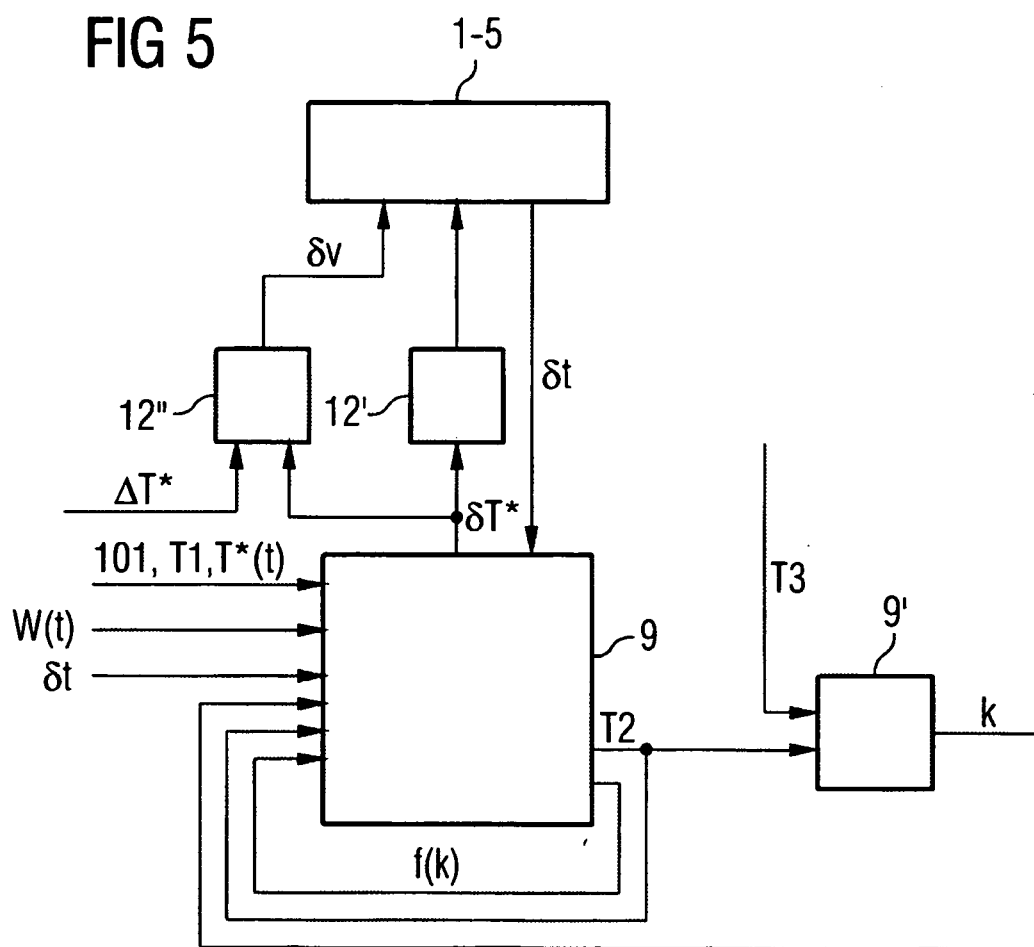


FIG 5



**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 19963186 A1 [0002] [0003] [0040]