

(19)



(11)

EP 2 540 404 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(51) Int Cl.:
B21B 37/74 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11171512.4**

(22) Anmeldetag: **27.06.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

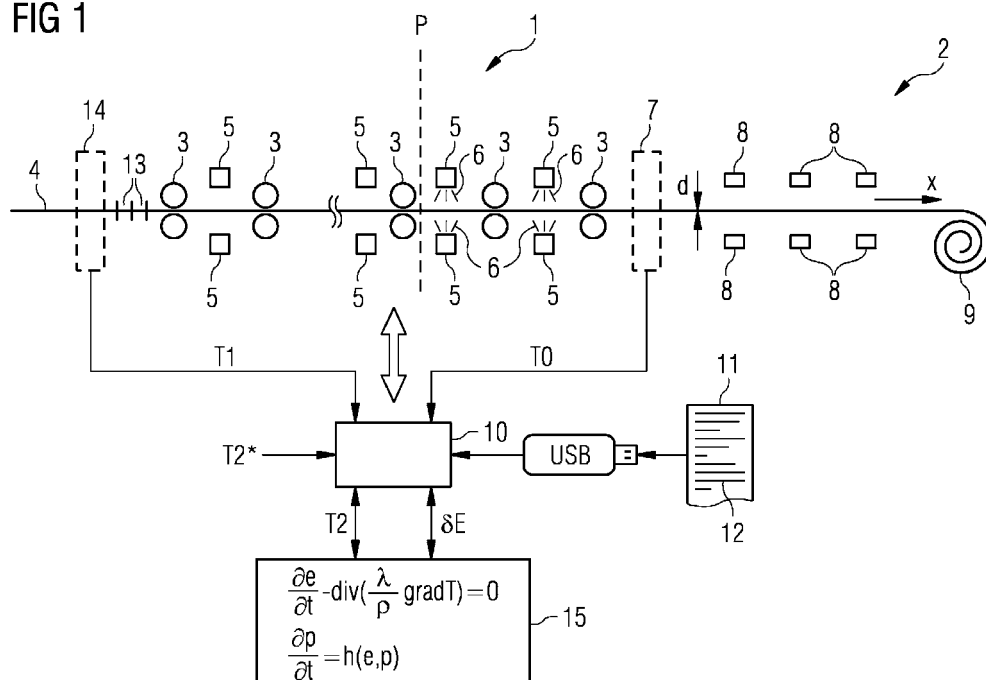
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Weinzierl, Klaus**
90480 Nürnberg (DE)

(54) Steuerverfahren für eine Warmbandstraße

(57) Ein flaches Walzgut (4) aus Metall durchläuft nacheinander Walzgerüste (3) einer Fertigstraße (1) und eine Kühlstrecke (2). Spätestens beim Einlaufen von Walzgutpunkten (13) in die Fertigstraße (1) werden den Energieinhalt der Walzgutpunkte (13) charakterisierende Anfangswerte (T1) ermittelt. Die Walzgutpunkte (13) werden beim Durchlaufen der Fertigstraße (1) und der Kühlstrecke (2) wegverfolgt. Die Anfangswerte (T1), die Wegverfolgungen und Energieinhaltbeeinflussungen (δE), denen die Walzgutpunkte (13) in der Fertigstraße (1) und der Kühlstrecke (2) unterworfen werden, werden einem Modell (15) zugeführt. Mittels des Modells (15) werden während des Durchlaufs der Walzgutpunkte (13) durch die Warmbandstraße kontinuierlich in Echtzeit Er-

wartungswerte (T2) für die jeweils aktuellen Energieinhalte der Walzgutpunkte (13) ermittelt. Für einen vorbestimmten Ort (P), der zwischen dem ersten Walzgerüst (3) und der ersten Kühleinrichtung (5) der Kühlstrecke (2) liegt, werden die dort erwarteten Energieinhalte bestimmt. Unter Verwendung dieser Energieinhalte wird für die Walzgutpunkte (13) jeweils ein Sollenergieinhaltsverlauf (E^*) von dem vorbestimmten Ort (P) bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes (13) aus der Kühlstrecke (2) ermittelt. In Abhängigkeit von den ermittelten Sollenergieinhaltsverläufen (E^*) werden die entsprechenden Energieinhaltbeeinflussungen (δE) für die Walzgutpunkte (13) ermittelt. Die nachgeordneten Kühleinrichtungen (5, 8) werden entsprechend angesteuert.

FIG 1**EP 2 540 404 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerverfahren für eine Warmbandstraße,

- wobei die Warmbandstraße eine Fertigstraße zum Walzen von flachem Walzgut aus Metall umfasst,
- wobei die Fertigstraße mehrere Walzgerüste aufweist, die von dem flachen Walzgut in einer Laufrichtung nacheinander durchlaufen werden,
- wobei die Warmbandstraße eine der Fertigstraße nachgeordnete Kühlstrecke umfasst,
- wobei für Walzgutpunkte des flachen Walzgutes spätestens beim Einlaufen des jeweiligen Walzgutpunktes in die Fertigstraße ein den Energieinhalt des jeweiligen Walzgutpunktes charakterisierender Anfangswert ermittelt wird,
- wobei die Anfangswerte einem Modell für die Warmbandstraße zugeführt werden,
- wobei die Walzgutpunkte beim Durchlaufen der Fertigstraße und der Kühlstrecke wegverfolgt werden,
- wobei die Wegverfolgungen und Energieinhaltbeeinflussungen, denen die Walzgutpunkte in der Fertigstraße und der Kühlstrecke unterworfen werden, ebenfalls dem Modell zugeführt werden,
- wobei von dem Steuerrechner mittels des Modells anhand der Anfangswerte, der Wegverfolgungen und der Energieinhaltbeeinflussungen während des Durchlaufs der Walzgutpunkte durch die Warmbandstraße kontinuierlich in Echtzeit den jeweils aktuellen Energieinhalt der die Warmbandstraße durchlaufenden Walzgutpunkte charakterisierende Erwartungswerte der Walzgutpunkte ermittelt werden.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogramm, das Maschinencode umfasst, der von einem Steuerrechner für eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes aus Metall unmittelbar abarbeitbar ist und dessen Abarbeitung durch den Steuerrechner bewirkt, dass der Steuerrechner die Warmbandstraße gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

[0003] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin einen Steuerrechner für eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes aus Metall, wobei der Steuerrechner derart ausgebildet ist, dass er die Warmbandstraße gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

[0004] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes aus Metall,

- wobei die Warmbandstraße eine Fertigstraße zum Walzen des flachen Walzgutes umfasst,
- wobei die Fertigstraße mehrere Walzgerüste aufweist, die von dem flachen Walzgut in einer Laufrichtung nacheinander durchlaufen werden,

- wobei die Warmbandstraße eine der Fertigstraße nachgeordnete Kühlstrecke umfasst,
- wobei die Warmbandstraße mit einem derartigen Steuerrechner ausgestattet ist.

5

[0005] Derartige Gegenstände sind allgemein bekannt. Rein beispielhaft wird auf die DE 101 56 008 A1 und die korrespondierende US 7 197 802 B2 verwiesen.

10

[0006] Das bekannte Steuerverfahren arbeitet sehr gut, wenn relativ dünnes Bandmaterial gewalzt wird, so dass alle Walzgerüste der Fertigstraße in Eingriff sind, d.h. das flache Walzgut (meist ein Band) walzen.

15

[0007] In Fertigstraßen nebst nachgeordneter Kühlstrecke werden auch relativ dicke Bänder (sogenannte Rohrgüten) mit Endwalzdicken von ca. 5 mm bis ca. 30 mm gewalzt. In einem derartigen Fall muss das Walzen auf die Endwalzdicke in einem Walzgerüst der Fertigstraße erfolgen, welches nicht das letzte Walzgerüst der Fertigstraße ist, beispielsweise das vorletzte oder das drittletzte Walzgerüst der Fertigstraße. Die nachfolgenden Walzgerüste, gemäß dem Beispiel also das letzte Walzgerüst oder das letzte und das vorletzte Walzgerüst, werden von dem flachen Walzgut umformungsfrei durchlaufen.

20

25

[0008] Zur Herstellung von Rohrgüten ist es zur Erzielung günstiger Materialeigenschaften - insbesondere hoher Zähigkeit und Festigkeit auch bei tiefen Umgebungstemperaturen - erforderlich, mit der Kühlung so früh wie möglich zu beginnen und die Kühlung rasch durchzuführen. Wird mit dem Kühlen des flachen Walzgutes erst begonnen, wenn dieses in die der Fertigstraße nachgeordnete Kühlstrecke einläuft, vergeht vom Ende des Walzens bis zum Beginn der Kühlung eine relativ lange Zeit. Dies hat negativen Einfluss auf die erreichbaren Materialeigenschaften des flachen Walzgutes.

30

35

[0009] Aus diesem Grund werden Rohrgüten im Stand der Technik üblicherweise in Reversierwalzwerken gewalzt. Reversierwalzwerke weisen nur ein einziges Walzgerüst auf, manchmal auch zwei Walzgerüste. Das flache Walzgut wird im Reversierwalzwerk reversierend gewalzt. Unmittelbar nach dem letzten Walzstich wird sofort mit dem Kühlen begonnen.

40

45

[0010] Falls die Fertigstraße Zwischengerüstkühleinrichtungen aufweist, ist es möglich, mit dem Kühlen des flachen Walzgutes bereits unmittelbar nach dem letzten Walzstich zu beginnen, so dass prinzipiell auch in einer mehrgerüstigen Warmbandstraße Rohrgüten hoher Qualität herstellbar sind. Dies ist in jüngerer Zeit versucht worden. In der Praxis stellt sich hierbei jedoch folgendes Problem:

50

Im Stand der Technik wird zwischen der Fertigstraße und der Kühlstrecke an einem Temperaturmessplatz die Temperatur des flachen Walzgutes erfasst. Unter Verwendung des gemessenen Temperaturwertes wird für den entsprechenden Walzgutpunkt ein - zeitlicher oder örtlicher - Sollenergieinhaltsverlauf bestimmt. Anhand des Sollenergieinhaltsverlaufs

55

werden die Energiebeeinflussungen ermittelt, denen der entsprechende Walzgutpunkt in der Kühlstrecke unterworfen wird. Aufgrund der intensiven Kühlung mittels der Zwischengerüstkühleinrichtungen wird jedoch die Oberfläche des flachen Walzgutes stark abgekühlt. Hinter der betreffenden Zwischengerüstkühleinrichtung muss die Wärme erst wieder durch Wärmeleitung aus dem Inneren des flachen Walzgutes an dessen Oberfläche transportiert werden. Aufgrund der relativ großen Dicke des flachen Walzgutes wird hierfür eine relativ lange Zeitspanne benötigt. Aus diesem Grund liegt am Temperaturmessplatz hinter der Fertigstraße noch kein ausgeglichener Temperaturzustand im flachen Walzgut vor. Die Temperaturmessung hinter der Fertigstraße wird daher unbrauchbar. Dadurch wird die Genauigkeit, mit welcher die Haspeltemperatur hinter der Kühlstrecke eingestellt und eingehalten werden kann, negativ beeinflusst.

[0011] Eventuell könnte es möglich sein, dem erfassten Temperaturmesswert einen Offset aufzuschalten und so zu einem in etwa korrekten Sollenergieinhaltsverlauf zu gelangen. Diese Vorgehensweise ist jedoch mit erheblichen Unsicherheiten und Ungenauigkeiten behaftet.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer in einer mehrgerüstigen Fertigstraße mit nachgeordneter Kühlstrecke hohe Materialgüten hergestellt werden können, ohne eine gemessene Endwalztemperatur zu benötigen. Insbesondere soll für die Kühlstrecke zuverlässig ein Startwert auch dann bereitgestellt werden können, wenn eine Temperaturmessung hinter der Fertigstraße nicht verwertbar ist, beispielsweise weil der Kühlvorgang bereits vor dem letzten Walzgerüst begonnen wird.

[0013] Die Aufgabe wird durch ein Steuerverfahren für eine Warmbandstraße mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 12.

[0014] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, ein Steuerverfahren der eingangs genannten Art dadurch auszugestalten,

- dass für die Walzgutpunkte unter Verwendung desjenigen Energieinhalts, der für sie an einem vorbestimmten Ort erwartet wird, ein Sollenergieinhaltsverlauf von dem vorbestimmten Ort bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes aus der Kühlstrecke ermittelt wird,
- dass der vorbestimmte Ort in Laufrichtung gesehen zwischen dem ersten Walzgerüst und der ersten Kühleinrichtung der Kühlstrecke liegt,
- dass die Energieinhaltsbeeinflussungen, denen die Walzgutpunkte ab dem vorbestimmten Ort bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes aus der

Kühlstrecke unterworfen werden, in Abhängigkeit von dem ermittelten Sollenergieinhaltsverlauf ermittelt werden und

- dass die dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen nachgeordneten Kühleinrichtungen entsprechend den ermittelten Energieinhaltsbeeinflussungen angesteuert werden.

[0015] Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Erkenntnis zugrunde, dass - bei entsprechend guter Modellierung des Energieinhalts der Walzgutpunkte - der entsprechende Erwartungswert als mindestens gleichwertiger Ersatz für die Messung der Endwalztemperatur herangezogen werden kann und der Sollenergieinhaltsverlauf ausgehend von diesem - rein rechnerisch ermittelten - Erwartungswert ermittelt werden kann.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist vor allem dann von Vorteil, wenn das flache Walzgut in dem dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen unmittelbar vorgeordneten Walzgerüst auf eine Endwalzdicke gewalzt wird und in Laufrichtung gesehen hinter dem vorbestimmten Ort nicht mehr gewalzt wird.

[0017] Falls dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen mindestens ein Walzgerüst nachgeordnet ist, ist es möglich, dass die dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen nachgeordneten Walzgerüste aufgefahren sind, so dass ihre Walzen das flache Walzgut nicht kontaktieren. Alternativ können Walzen der entsprechenden Walzgerüste an das flache Walzgut angestellt sein und das flache Walzgut umformungsfrei treiben. Falls dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen Zwischengerüstkühleinrichtungen vorgeordnet sind, sind diese - je nach Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Steuerverfahrens - alternativ aktiv oder inaktiv.

[0018] Es ist möglich, dass der vorbestimmte Ort zwischen der Fertigstraße und der Kühlstrecke liegt. In diesem Fall ersetzt der Erwartungswert für den Energieinhalt den gemessenen Temperaturwert. Bereits dies kann von Vorteil sein, beispielsweise dann, wenn der Erwartungswert die Enthalpie ist und die Phasenumwandlung von Austenit in Ferrit und Zementit bereits vor dem vorbestimmten Ort begonnen hat. Ihre vollen Vorteile zeigt die erfindungsgemäße Vorgehensweise jedoch dann, wenn zwischen dem vorbestimmten Ort und dem in Laufrichtung gesehen letzten Walzgerüst der Fertigstraße mindestens eine Zwischengerüstkühleinrichtung angeordnet ist. In diesem Fall werden nicht nur die Kühleinrichtungen der Kühlstrecke, sondern auch die dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen nachgeordneten Zwischengerüstkühleinrichtungen der Fertigstraße entsprechend den ermittelten Energieinhaltsbeeinflussungen angesteuert. Die entsprechenden Zwischengerüstkühleinrichtungen werden in diesem Fall sozusagen steuerungstechnisch als Elemente der Kühlstrecke angesehen.

[0019] Das letzte "aktive" Walzgerüst, also das letzte Walzgerüst der Fertigstraße, in dem das flache Walzgut gewalzt wird, kann innerhalb der Fertigstraße nach Be-

darf angeordnet sein. In der Regel liegt die Anzahl an dem vorbestimmten Ort in Laufrichtung gesehen nachgeordneten Walzgerüsten zwischen 1 und 3.

[0020] Der Sollenergieinhaltsverlauf von dem vorbestimmten Ort bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes aus der Kühlstrecke kann nach Bedarf bestimmt sein. Vorzugsweise wird der Sollenergieinhaltsverlauf derart ermittelt, dass zumindest die dem vorbestimmten Ort unmittelbar nachgeordnete Zwischengerüstkühleinrichtung mit mindestens 80 % und/oder mit maximal 90 % oder 95 % ihrer maximal möglichen Energieinhaltsbeeinflussung betrieben wird.

[0021] Die Endwalzdicke kann nach Bedarf bemessen sein. Oftmals liegt sie zwischen 5 mm und 30 mm.

[0022] In der Regel ist zwischen der Fertigstraße und der Kühlstrecke ein Temperaturmessplatz angeordnet, mittels dessen die tatsächliche Oberflächentemperatur der Walzgutpunkte am Ort des Temperaturmessplatzes erfassbar ist. Dieser Temperaturmessplatz ist insbesondere deshalb vorhanden, weil in der Warmbandstraße - alternativ zur erfindungsgemäßen Betriebsweise - auch ein „normales“ Walzen erfolgen kann, bei dem alle Walzgerüste der Fertigstraße das flache Walzgut walzen. Im Rahmen derartiger konventioneller Vorgehensweisen ist die hinter der Fertigstraße erfasste Oberflächentemperatur - wie beispielsweise auch in der DE 101 56 008 A1 erläutert - meist sinnvoll verwertbar. Im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise hingegen wird entweder die tatsächliche Oberflächentemperatur der Walzgutpunkte am Ort des Temperaturmessplatzes nicht erfasst oder die tatsächliche Oberflächentemperatur der Walzgutpunkte am Ort des Temperaturmessplatzes wird zwar erfasst, aber nicht zur Bestimmung des Sollenergieinhaltsverlaufs herangezogen.

[0023] Es ist möglich, den für den vorbestimmten Ort ermittelten Erwartungswert ausschließlich zur Ermittlung des Sollenergieinhaltsverlaufs heranzuziehen. Alternativ ist es möglich, dass zusätzlich die Differenz zwischen einem gewünschten Endwalzenergieinhalt und dem durch den für den vorbestimmten Ort ermittelten Erwartungswert charakterisierten Energieinhalt zur Ermittlung von Steuergrößen für dem vorbestimmten Ort vorgeordnete Walzgerüste und/oder für dem vorbestimmten Ort vorgeordnete Zwischengerüstkühleinrichtungen herangezogen wird.

[0024] Als flaches Walzgut kann Grobblech ("plate") gewalzt werden. Vorzugsweise ist das flache Walzgut jedoch ein Band ("Strip").

[0025] Der Energieinhalt der Walzgutpunkte kann alternativ durch deren Temperatur oder durch deren Enthalpie - ggf. ergänzt durch die Phasenanteile des jeweiligen Walzgutpunktes - bestimmt sein.

[0026] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Computerprogramm der eingangs genannten Art gelöst. Das Computerprogramm ist in diesem Fall derart ausgestaltet, dass der Steuerrechner ein Steuerverfahren mit allen Schritten eines erfindungsgemäßen Steuerverfahrens ausführt.

[0027] Die Aufgabe wird weiterhin durch einen Steuerrechner für eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes aus Metall gelöst, der derart ausgebildet ist, dass er im Betrieb ein derartiges Betriebsverfahren ausführt.

[0028] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes der eingangs genannten Art gelöst, die mit einem derartigen Steuerrechner ausgestattet ist.

[0029] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen

FIG 1 schematisch eine Warmbandstraße,

FIG 2 ein Ablaufdiagramm,

FIG 3 einen Ausschnitt einer Fertigstraße,

FIG 4 einen Übergang von einer Fertigstraße zu einer Kühlstrecke und

FIG 5 ein Ablaufdiagramm.

[0030] Gemäß FIG 1 umfasst eine Warmbandstraße zumindest eine Fertigstraße 1 und eine Kühlstrecke 2. Die Kühlstrecke 2 ist der Fertigstraße 1 nachgeordnet. Die Fertigstraße 1 weist mehrere Walzgerüste 3 auf. Ein flaches Walzgut 4 läuft mit einer Eingangsdicke und einer Eingangsenergie in das vorderste Walzgerüst 3 der Fertigstraße ein, durchläuft sodann nacheinander die anderen Walzgerüste 3 der Fertigstraße 1 und läuft schließlich mit einer Endwalzdicke d aus dem letzten Walzgerüst 3 der Fertigstraße 1 aus. Das flache Walzgut 4 durchläuft also die Walzgerüste 3 der Fertigstraße 1 nacheinander in einer für alle Walzgerüste 3 (und auch die Kühlstrecke 2) einheitlichen Laufrichtung x .

[0031] Die Anzahl an Walzgerüsten 3 kann nach Bedarf bestimmt sein. Minimal sind in der Regel drei Walzgerüste 3 vorhanden, maximal neun Walzgerüste 3. Üblicherweise sind sechs oder sieben Walzgerüste 3 vorhanden.

[0032] Vorzugsweise sind zumindest zwischen den hinteren Walzgerüsten 3 Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 angeordnet, mittels derer das flache Walzgut 4 mit einem Kühlmedium 6 - meistens Wasser, ein Wasser-Öl-Gemisch oder ein Wasser-Luft-Gemisch - gekühlt werden kann. Alternativ oder zusätzlich können auch zwischen den vorderen Walzgerüsten 3 Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 angeordnet sein.

[0033] Das flache Walzgut 4 passiert hinter der Fertigstraße 1 einen Temperaturmessplatz 7 und läuft sodann in die Kühlstrecke 2 ein. In der Kühlstrecke 2 wird das flache Walzgut 4 mittels Kühleinrichtungen 8 der Kühlstrecke 2 auf einen Endenergieinhalt abgekühlt.

[0034] Das flache Walzgut 4 besteht aus Metall. Es kann sich bei dem Metall um Kupfer, Aluminium, Messing oder ein anderes Metall handeln. Oftmals ist das Metall

Stahl. Das flache Walzgut 4 kann - insbesondere im Falle des Materials "Stahl" - alternativ ein relativ kurzes Blech oder ein erheblich längeres Band sein. Im Falle eines Bandes wird das flache Walzgut 4 hinter der Kühlstrecke 2 zu einem Bund (coil) 9 aufgehäpelt.

[0035] Die Warmbandstraße - also die Einheit von Fertigstraße 1 und Kühlstrecke 2 - wird von einem Steuerrechner 10 gesteuert. Der Steuerrechner 10 ist mit einem Computerprogramm 11 programmiert. Das Computerprogramm 11 kann dem Steuerrechner 10 beispielsweise über einen üblichen mobilen Datenträger, auf dem das Computerprogramm 11 in maschinenlesbarer Form gespeichert ist, zugeführt werden.

[0036] Das Computerprogramm 11 umfasst Maschinencode 12, der von dem Steuerrechner 10 unmittelbar abarbeitbar ist. Die Abarbeitung des Maschinencodes 12 durch den Steuerrechner 10 bewirkt, dass der Steuerrechner 10 die Warmbandstraße gemäß einem Steuerungsverfahren steuert, das nachfolgend in Verbindung mit FIG 2 detailliert beschrieben wird. Durch die Programmierung mit dem Computerprogramm 11 wird der Steuerrechner 10 somit derart ausgebildet, dass er die Warmbandstraße entsprechend steuert.

[0037] Das erfindungsgemäße Steuerverfahren wird nachfolgend in Verbindung mit FIG 2 für einen einzelnen Abschnitt 13 des flachen Walzgutes 4 erläutert, nachfolgend als betrachteter Walzgutpunkt 13 bezeichnet. Das erfindungsgemäße Steuerverfahren wird jedoch in der Praxis parallel für alle Walzgutpunkte 13 ausgeführt, die sich in der Warmbandstraße befinden.

[0038] Die Walzgutabschnitte 13 bzw. Walzgutpunkte 13 können als solche nach Bedarf definiert sein. In der Regel sind die Walzgutpunkte 13 durch einen Zeittakt definiert. Mit anderen Worten: Mit jedem Zeittakt tritt ein Walzgutpunkt 13 in die Warmbandstraße ein und tritt ein anderer Walzgutpunkt 13 aus der Warmbandstraße aus. Der Zeittakt kann beispielsweise zwischen 0,1 Sekunden und 1,0 Sekunden liegen, insbesondere zwischen 0,2 Sekunden und 0,5 Sekunden, vorzugsweise bei ca. 0,3 Sekunden. In analoger Weise können die Walzgutpunkte 13 beispielsweise durch eine vorbestimmte Länge (beispielsweise 20 cm bis 50 cm) oder eine vorbestimmte Masse (beispielsweise 20 kg bis 50 kg) des in die Warmbandstraße einlaufenden Walzgutes 4 bestimmt sein.

[0039] Gemäß FIG 2 wird vom Steuerrechner 10 in einem Schritt S1 spätestens beim Einlaufen des betrachteten Walzgutpunktes 13 in die Fertigstraße 1 ein Anfangswert T1 ermittelt. Der ermittelte Anfangswert T1 ist für den Energieinhalt des betrachteten Walzgutpunktes 13 charakteristisch. Insbesondere kann es sich um die Temperatur oder die Enthalpie des betrachteten Walzgutpunktes 13 handeln. Beispielsweise kann an einem der Fertigstraße 1 vorgeordneten Temperaturmessplatz 14 die Isttemperatur des betreffenden Walzgutpunktes 13 messtechnisch erfasst werden und direkt als Anfangswert T1 verwendet werden. Ebenso ist es möglich, zusätzlich den Phasenzustand des betrachteten Walzgutpunktes 13 zu ermitteln oder vorauszusetzen und da-

durch die Enthalpie zu ermitteln. Beispielsweise kann im Falle von Stahl bei einer (typischen) erfassten Temperatur von ca. 1100°C ohne Weiteres angenommen werden, dass das Walzgut 4 sich vollständig in der Phase "Austenit" befindet. Ebenso ist es möglich, dass der Anfangswert anderweitig bekannt ist, beispielsweise weil er dem Steuerrechner 10 von einer übergeordneten oder vorgeordneten Steuereinrichtung bekannt gegeben wird.

[0040] Im weiteren Verlauf kann alternativ die Temperatur oder die Enthalpie als den Energieinhalt beschreibende Größe herangezogen werden. Beide Größen können ggf. durch Phasenanteile des entsprechenden Walzgutpunktes 13 ergänzt sein. Die Verwendung der Temperatur hat den Vorteil, dass sie als solches leicht erfassbar ist. Die Enthalpie hat den Vorteil, dass sie eine Energie erhaltende Größe ist und daher auch die latente Energie der Phasenumwandlungen mit erfasst. Es liegt im Belieben des Fachmanns, welche der Größen er verwendet. Hierauf und auch auf die Berücksichtigung einer etwaigen Phasenumwandlung im Rahmen der Temperaturermittlung wird nachfolgend nicht näher eingegangen, da diese Vorgehensweisen und Problematiken nicht den Kern der vorliegenden Erfindung betreffen. Die entsprechenden Vorgehensweisen und Problematiken sind vielmehr dem Fachmann geläufig und bekannt.

[0041] Der Steuerrechner 10 implementiert aufgrund der Ausführung des Computerprogramms 11 ein Modell 15 für die Warmbandstraße. Das Modell 15 umfasst mathematisch-physikalische Gleichungen, anhand derer bei gegebenem Anfangswert T1 in Verbindung mit Energieinhaltbeeinflussungen δE nach und nach ein sich jeweils ergebender neuer Energieinhalt bzw. ein den jeweiligen Energieinhalt charakterisierender Erwartungswert T2 ermittelt werden kann. Beispielsweise kann das Modell 15 eine Wärmeleitungsgleichung und eine Phasenumwandlungsgleichung umfassen. Die Wärmeleitungsgleichung kann beispielsweise die aus der DE 101 29 565 A1 bekannte Wärmeleitungsgleichung sein, die Phasenumwandlungsgleichung gemäß der Lehre der EP 1 711 868 B1 implementiert werden. Der Steuerrechner 10 führt den ermittelten Anfangswert T1 in einem Schritt S2 dem Modell 15 zu.

[0042] Der betrachtete Walzgutpunkt 13 wird vom Steuerrechner 10 weiterhin in einem Schritt S3 beim Durchlaufen der Fertigstraße 1 und der Kühlstrecke 2 wegverfolgt. Beispielsweise kann der Steuerrechner 10 von den Walzgerüsten 3 deren Walzendrehzahlen entgegennehmen und aus den Walzendrehzahlen in Verbindung mit den (bekannten) Walzendurchmessern und der - zumindest im Wesentlichen - bekannten Vor- und Nacheilung die jeweils aktuelle Geschwindigkeit des betrachteten Walzgutpunktes 13 ermitteln und so die jeweilige Position des betrachteten Walzgutpunktes 13 von Zeittakt zu Zeittakt fortschreiben. Auch die entsprechende Wegverfolgung führt der Steuerrechner 10 dem Modell 15 zu.

[0043] Der betrachtete Walzgutpunkt 13 wird in der Fertigstraße 1 und der Kühlstrecke 2 Energieinhaltbe-

einflussungen δE unterworfen. Beispielsweise erfolgt durch das - in der Regel vom Steuerrechner 10 gesteuerte - Walzen in den Walzgerüsten 3 der Fertigstraße 1 ein Energieeintrag. Auch erfolgt - in der Regel ebenfalls vom Steuerrechner 10 gesteuert - durch die Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 der Fertigstraße 1 und die Kühleinrichtungen 8 der Kühlstrecke 2 ein Energieentzug. Weiterhin erfolgt auch ohne "aktive" Temperatureinflussung ein Abstrahlen von Wärme in die Umgebung.

[0044] Die Energiebeeinflussungen δE werden vom Steuerrechner 10 in einem Schritt S4 ebenfalls dem Modell 15 zugeführt. Aufgrund der Wegverfolgung des betrachteten Walzgutpunktes 13 ist dem Steuerrechner 10 bekannt, ob und ggf. welches Walzgerüst 3 oder ob und ggf. welche Zwischengerüstkühleinrichtung 5 und ob und ggf. welche Kühleinrichtung 8 der Kühlstrecke 2 gerade auf den betrachteten Walzgutpunkt 13 wirkt. Der Steuerrechner 10 ermittelt daher mittels des Modells 15 in einem Schritt S5 kontinuierlich in Echtzeit den jeweils aktuellen Energieinhalt des betrachteten Walzgutpunktes 13 bzw. den hierfür charakteristischen Erwartungswert T2. Der Steuerrechner 10 führt den Schritt S5 während des Durchlaufs des betrachteten Walzgutpunktes 13 durch die Warmbandstraße aus. Der Steuerrechner 10 aktualisiert also kontinuierlich den jeweiligen Erwartungswert T2 anhand der momentan gültigen Energieinhaltbeeinflussung δE und dem unmittelbar zuvor gültigen Erwartungswert T2. Welche Energieinhaltsbeeinflussung δE heranzuziehen ist, ermittelt der Steuerrechner 10 anhand der Wegverfolgung. Aufgrund dieser Vorgehensweise kann der Steuerrechner 10, ausgehend vom Anfangswert T1, den Erwartungswert T2 Schritt für Schritt aktualisieren, so dass während des Durchlaufs des betreffenden Walzgutpunktes 13 durch die Fertigstraße 1 und die Kühlstrecke 2 zu jedem Zeitpunkt der erwartete Energieinhalt des betreffenden Walzgutpunktes 13 zur Verfügung steht.

[0045] Die genaue Vorgehensweise zur aktuellen Ermittlung des erwarteten Energieinhalts ist Fachleuten als solche bekannt. Bezüglich der Detailausgestaltung wird auf die bereits genannte DE 101 56 008 A1 verwiesen.

[0046] In einem Schritt S6 prüft der Steuerrechner 10, ob der betrachtete Walzgutpunkt 13 einen vorbestimmten Ort P erreicht hat. Der vorbestimmte Ort P liegt in Laufrichtung x gesehen zwischen dem ersten Walzgerüst 3 und der ersten Kühleinrichtung 8 der Kühlstrecke 2. Vorzugsweise liegt er entsprechend der Darstellung von FIG 1 vor der letzten Zwischengerüstkühleinrichtung 5 der Fertigstraße 1. Aufgrund des Umstands, dass die Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 zwischen je zwei Walzgerüsten 3 angeordnet sind und der Temperaturmessplatz 7 hinter dem letzten Walzgerüst 3 der Fertigstraße 1 angeordnet ist, liegt der vorbestimmte Ort P bei der Ausgestaltung von FIG 1 (auch) vor dem letzten Walzgerüst 3 der Fertigstraße 1 und vor dem Temperaturmessplatz 7.

[0047] Beispielsweise können zwischen dem vorbestimmten Ort P und dem Temperaturmessplatz 7 eines,

zwei oder drei Walzgerüste 3 angeordnet sein. Diese Zahl kann ggf. von flachem Walzgut 4 zu flachem Walzgut 4 - nicht aber von betrachtetem Walzgutpunkt 13 zu betrachtetem Walzgutpunkt 13 desselben flachen Walzgutes 4 - variieren, da der vorbestimmte Ort P ein rein softwaretechnisch festgelegter Ort ist. Er kann beispielsweise alternativ durch das Computerprogramm 11 fest vorgegeben sein oder dem Steuerrechner 10 von außen vorgegeben werden oder vom Steuerrechner 10 aufgrund anderer Umstände selbst bestimmt werden.

[0048] Wenn der betrachtete Walzgutpunkt 13 den vorbestimmten Ort P erreicht hat (und nur dann, also nicht auch dann, wenn der betrachtete Walzgutpunkt 13 über den vorbestimmten Ort P hinaus transportiert wird), geht der Steuerrechner 10 zu einem Schritt S7 über. Im Schritt S7 ermittelt der Steuerrechner 10 für den betrachteten Walzgutpunkt 13 einen Sollenergieinhaltsverlauf E^* . Der Sollenergieinhaltsverlauf E^* erstreckt sich von dem vorbestimmten Ort P bis zum Auslaufen des betrachteten Walzgutpunktes 13 aus der Kühlstrecke 2. Er kann beispielsweise als örtlicher Verlauf (bezogen auf den Ort des betrachteten Walzgutpunktes 13 in der Warmbandstraße) oder als zeitlicher Verlauf definiert sein. Der Steuerrechner 10 ermittelt den Sollenergieinhaltsverlauf E^* im Schritt S7 unter Verwendung desjenigen Erwartungswertes T2 für den Energieinhalt, der dem betrachteten Walzgutpunkt 13 aktuell, also am vorbestimmten Ort P, zugeordnet ist. Der Steuerrechner 10 ermittelt den Sollenergieinhaltsverlauf E^* somit unter Verwendung des Energieinhalts, der für den betrachteten Walzgutpunkt 13 an dem vorbestimmten Ort P erwartet wird.

[0049] Vom Schritt S7 geht der Steuerrechner 10 zu einem Schritt S8 über. Im Schritt S8 ermittelt der Steuerrechner 10 die Energiebeeinflussungen δE , die erforderlich sind, um den Energieinhalt des betrachteten Walzgutpunktes 13 entsprechend dem ermittelten Sollenergieinhaltsverlauf E^* einzustellen. Der Steuerrechner 10 ermittelt also im Schritt S8 in Abhängigkeit von dem ermittelten Sollenergieinhaltsverlauf E^* die Energiebeeinflussungen δE , denen der betrachtete Walzgutpunkt 13 ab dem vorbestimmten Ort P bis zum Auslaufen aus der Kühlstrecke 2 unterworfen wird.

[0050] Gemäß FIG 2 werden die Energieinhaltbeeinflussungen δE für den betrachteten Walzgutpunkt 13 sofort ermittelt, also unmittelbar nach dem Ermitteln des Sollenergieinhaltsverlaufs E^* . Alternativ kann, ausgehend vom Schritt S6, im NEIN-Zweig nur der Schritt S7 übersprungen werden. In diesem Fall kann der Schritt S8 dahingehend modifiziert sein, dass jeweils nur die nächste Energieinhaltbeeinflussung δE (oder die nächste Gruppe derartiger Beeinflussungen δE) für den betrachteten Walzgutpunkt 13 ermittelt wird. In diesem Fall können beispielsweise nach dem Anwenden der entsprechenden Beeinflussungen δE auf den betrachteten Walzgutpunkt 13 spätere Energieinhaltbeeinflussungen δE für den betrachteten Walzgutpunkt 13 nachkorrigiert werden.

[0051] In einem Schritt S9 steuert der Steuerrechner 10 - je nach Ort des betrachteten Walzgutpunktes 13 in der Warmbandstraße - die entsprechende Zwischengerüstkühleinrichtung 5, die entsprechende Kühleinrichtung 8 der Kühlstrecke 2 oder das entsprechende Walzgerüst 3 an.

[0052] Der Schritt S9 wird vom Steuerrechner 10 stets ausgeführt, also sowohl in dem Fall, dass der betrachtete Walzgutpunkt 13 sich vor dem vorbestimmten Ort P befindet, als auch in dem Fall, dass der betrachtete Walzgutpunkt 13 sich hinter dem vorbestimmten Ort P befindet. Wenn der betrachtete Walzgutpunkt 13 sich vor dem vorbestimmten Ort P befindet, ist die entsprechende Energiebeeinflussung δE anderweitig bestimmt worden, beispielsweise beim Einlaufen des betrachteten Walzgutpunktes 13 in die Fertigstraße 2 anhand des Anfangswertes T1 für den Energieinhalt. Wenn der betrachtete Walzgutpunkt 13 sich hingegen hinter dem vorbestimmten Ort P befindet, wird die im Schritt S8 ermittelte Energiebeeinflussung δE herangezogen. Die Zwischengerüstkühleinrichtungen 5, die bei der Ausgestaltung von FIG 1 dem vorbestimmten Ort P in Laufrichtung x gesehen nachgeordnet sind, und die Kühleinrichtungen 8 der Kühlstrecke 2 werden vom Steuerrechner 10 also entsprechend den im Schritt S8 ermittelten Energieinhaltbeeinflussungen δE angesteuert. Im allgemeinen Fall, wenn also der vorbestimmte Ort P in Laufrichtung x gesehen unmittelbar hinter der Fertigstraße 1 oder zwischen der letzten Zwischengerüstkühleinrichtung 5 und dem letzten Walzgerüst 3 der Fertigstraße 1 liegt, werden selbstverständlich nur die Kühleinrichtungen 8 der Kühlstrecke 2 entsprechend den im Schritt S8 ermittelten Energieinhaltbeeinflussungen δE angesteuert.

[0053] Es ist möglich, dass die vor dem vorbestimmten Ort P liegenden Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 - sofern sie vorhanden sind - angesteuert werden. In diesem Fall muss der Einfluss der entsprechenden Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 auf den Energieinhalt der Walzgutpunkte 13 im Rahmen der Modellierung berücksichtigt werden. Alternativ sind diese Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 inaktiv. Die vor dem vorbestimmten Ort P angeordneten Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 kühlen in diesem Fall das flache Walzgut 4 nicht.

[0054] In einem Schritt S10 prüft der Steuerrechner 10, ob der betrachtete Walzgutpunkt 13 aus der Kühlstrecke 2 ausgelaufen ist. Falls dies der Fall ist, ist die erfindungsgemäße Vorgehensweise für den betrachteten Walzgutpunkt 13 beendet. Nachfolgend werden in Verbindung mit den weiteren FIG bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Steuerverfahrens näher erläutert. Die vorteilhaften Ausgestaltungen werden nachfolgend einzeln erläutert. Sie sind ohne Weiteres und nach Belieben miteinander kombinierbar.

[0055] Gemäß FIG 3 wird das flache Walzgut 4 in demjenigen Walzgerüst 3, das dem vorbestimmten Ort P in Laufrichtung x gesehen unmittelbar vorgeordnet ist, auf eine Endwalzdicke d gewalzt. Die Endwalzdicke d kann beispielsweise zwischen 5 mm und 30 mm liegen.

[0056] Hinter dem vorbestimmten Ort P wird das flache Walzgut 4 nicht mehr gewalzt. Falls dem vorbestimmten Ort P Walzgerüste 3 nachgeordnet sind, wird das flache Walzgut 4 dort also nicht mehr gewalzt. Die Endwalzdicke d bleibt vielmehr unverändert erhalten.

[0057] Die nachgeordneten Walzgerüste 3 können aufgefahren sein, so dass ihre Walzen 16 das flache Walzgut 4 nicht kontaktieren. Dies ist in FIG 3 für das dem vorbestimmten Ort P unmittelbar nachgeordnete Walzgerüst 3 so dargestellt. Alternativ ist es möglich, dass die Walzen 16 der nachgeordneten Walzgerüste 3 an das flache Walzgut 4 angestellt sind, es jedoch nicht walzen, sondern es nur umformungsfrei treiben. Dies ist in FIG 3 für das letzte Walzgerüst 3 der Fertigstraße 1 so dargestellt.

[0058] Wie bereits in Verbindung mit FIG 1 erwähnt und in FIG 4 nochmals dargestellt, kann zwischen der Fertigstraße 1 und der Kühlstrecke 2 ein Temperaturmessplatz 7 angeordnet sein, mittels dessen die tatsächliche Oberflächentemperatur TO der Walzgutpunkte 13 am Ort des Temperaturmessplatzes 7 erfassbar ist. Falls der Temperaturmessplatz 7 vorhanden ist, sind verschiedene Vorgehensweisen möglich.

[0059] Zum einen ist es möglich, dass die entsprechenden Oberflächentemperaturen TO gar nicht erfasst werden. Dies ist in FIG 4 durch die mit dem Bezugszeichen 17 versehene gestrichelte Linie angedeutet. In diesem Fall ist der Temperaturmessplatz 7 zwar vorhanden, wird aber nicht aktiv betrieben.

[0060] Zum anderen ist es möglich, die entsprechenden Oberflächentemperaturen TO zwar zu erfassen und dem Steuerrechner 10 zuzuführen. Dies ist in FIG 4 durch die mit dem Bezugszeichen 18 versehene durchgezogene Linie angedeutet. In diesem Fall wird die für einen bestimmten Walzgutpunkt 13 erfasste Oberflächentemperatur TO zwar erfasst, aber nicht zur Bestimmung des Sollenergieinhaltsverlaufs E^* des betrachteten Walzgutpunktes 13 herangezogen. Dies ist in FIG 4 dadurch angedeutet, dass die Linie 18 innerhalb des Steuerrechners 10 mit einem Querstrich abgeschlossen ist. Die erfasste Oberflächentemperatur TO kann jedoch unter Umständen für andere Zwecke herangezogen werden, beispielsweise für eine Adaptierung des Modells 15.

[0061] FIG 5 zeigt mögliche Ergänzungen der Schritte S7 und S8 von FIG 2.

[0062] Gemäß FIG 5 ist dem Schritt S8 ein Schritt S21 nachgeordnet. Im Schritt S21 prüft der Steuerrechner 10, ob die dem vorbestimmten Ort P unmittelbar nachgeordnete Zwischengerüstkühleinrichtung 5 in Bezug auf den betrachteten Walzgutpunkt 13 mit mindestens 80 % ihrer maximal möglichen Energieinhaltbeeinflussung und/oder mit maximal 90 % oder maximal 95 % ihrer maximal möglichen Energieinhaltbeeinflussung betrieben wird. Wenn dies nicht der Fall ist, geht der Steuerrechner 10 bei der Ausgestaltung von FIG 5 zu einem Schritt S22 über. Im Schritt S22 variiert der Steuerrechner 10 den Sollenergieinhaltsverlauf E^* entsprechend.

[0063] Falls dem vorbestimmten Ort P weitere Zwi-

schengerüstkühleinrichtungen 8 nachgeordnet sind, sind analoge Vorgehensweisen selbstverständlich auch für die weitere Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 möglich.

[0064] Alternativ oder zusätzlich zu den Schritten S21 und S22 können Schritte S26 und S27 vorhanden sein. Im Schritt S26 bildet der Steuerrechner 10 die Differenz zwischen einem gewünschten Endwalzenergieinhalt T2* und dem Energieinhalt gemäß dem Erwartungswert T2, der für den betrachteten Walzgutpunkt 13 am vorbestimmten Ort P ermittelt wird. Im Schritt S27 zieht der Steuerrechner 10 diese Differenz dazu heran, um Steuergrößen für Walzgerüste 3 und/oder Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 zu ermitteln, die dem vorbestimmten Ort P vorgeordnet sind. Beispielsweise können - entsprechend einer totzeitbehafteten Regelung - die Energieinhaltbeeinflussungen δE für dem vorbestimmten Ort P vorgeordnete Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 nachgeregelt werden oder kann ein Massenfluss, der selbstverständlich auf die gesamte Warmbandstraße wirkt, nachgeführt werden.

[0065] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere kann durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise in einer Warmbandstraße sowohl für Grobblech als auch für Band eine Erzeugung von Rohrgütern erfolgen.

[0066] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Steuerverfahren für eine Warmbandstraße,

- wobei die Warmbandstraße eine Fertigstraße (1) zum Walzen von flachem Walzgut (4) aus Metall umfasst,
- wobei die Fertigstraße (1) mehrere Walzgerüste (3) aufweist, die von dem flachen Walzgut (4) in einer Laufrichtung (x) nacheinander durchlaufen werden,
- wobei die Warmbandstraße eine der Fertigstraße (1) nachgeordnete Kühlstrecke (2) umfasst,
- wobei für Walzgutpunkte (13) des flachen Walzgutes (4) spätestens beim Einlaufen des jeweiligen Walzgutpunktes (13) in die Fertigstraße (1) ein den Energieinhalt des jeweiligen Walzgutpunktes (13) charakterisierender Anfangswert (T1) ermittelt wird,
- wobei die Anfangswerte (T1) einem Modell (15) für die Warmbandstraße zugeführt werden,
- wobei die Walzgutpunkte (13) beim Durchlaufen der Fertigstraße (1) und der Kühlstrecke (2)

wegverfolgt werden,

- wobei die Wegverfolgungen und Energieinhaltbeeinflussungen (δE), denen die Walzgutpunkte (13) in der Fertigstraße (1) und der Kühlstrecke (2) unterworfen werden, ebenfalls dem Modell (15) zugeführt werden,
- wobei von dem Steuerrechner (10) mittels des Modells (15) anhand der Anfangswerte (T1), der Wegverfolgungen und der Energieinhaltbeeinflussungen (δE) während des Durchlaufs der Walzgutpunkte (13) durch die Warmbandstraße kontinuierlich in Echtzeit den jeweils aktuellen Energieinhalt der die Warmbandstraße durchlaufenden Walzgutpunkte (13) charakterisierende Erwartungswerte (T2) der Walzgutpunkte (13) ermittelt werden,
- wobei für die Walzgutpunkte (13) unter Verwendung desjenigen Energieinhalts, der für sie an einem vorbestimmten Ort (P) erwartet wird, ein Sollenergieinhaltsverlauf (E^*) von dem vorbestimmten Ort (P) bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes (13) aus der Kühlstrecke (2) ermittelt wird,
- wobei der vorbestimmte Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen zwischen dem ersten Walzgerüst (3) und der ersten Kühleinrichtung (8) der Kühlstrecke (2) liegt,
- wobei die Energieinhaltbeeinflussungen (δE), denen die Walzgutpunkte (13) ab dem vorbestimmten Ort (P) bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes (13) aus der Kühlstrecke (2) unterworfen werden, in Abhängigkeit von dem ermittelten Sollenergieinhaltsverlauf (E^*) ermittelt werden und
- wobei die dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen nachgeordneten Kühleinrichtungen (5, 8) entsprechend den ermittelten Energieinhaltbeeinflussungen (δE) angesteuert werden.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das flache Walzgut (4) in dem dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen unmittelbar vorgeordneten Walzgerüst (3) auf eine Endwalzdicke (d) gewalzt wird und dass das flache Walzgut (4) in Laufrichtung (x) gesehen hinter dem vorbestimmten Ort (P) nicht mehr gewalzt wird.

3. Steuerverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen mindestens ein Walzgerüst (3) nachgeordnet ist und dass die dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen nachgeordneten Walzgerüste (3) aufgefahren sind, so dass ihre Walzen (16) das flache Walzgut (4) nicht kontaktieren, oder dass Walzen (16) der dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) ge-

sehen nachgeordneten Walzgerüste (3) an das flache Walzgut (4) angestellt sind und das flache Walzgut (4) umformungsfrei treiben.

4. Steuerverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen Zwischengerüstkühleinrichtungen (5) vorgeordnet sind und dass diese Zwischengerüstkühleinrichtungen (5) alternativ aktiv oder inaktiv sind. 5
5. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem vorbestimmten Ort (P) und dem in Laufrichtung (x) gesehen letzten Walzgerüst (3) der Fertigstraße (1) mindestens eine Zwischengerüstkühleinrichtung (5) angeordnet ist und dass auch die mindestens eine Zwischengerüstkühleinrichtung (5) entsprechend den ermittelten Energieinhaltsbeeinflussungen (δE) angesteuert werden. 10
6. Steuerverfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl an dem vorbestimmten Ort (P) in Laufrichtung (x) gesehen nachgeordneten Walzgerüsten (3) zwischen 1 und 3 liegt. 25
7. Steuerverfahren nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sollenergieinhaltsverlauf (E^*) von dem vorbestimmten Ort (P) bis zum Auslaufen des jeweiligen Walzgutpunktes (13) aus der Kühlstrecke (2) derart ermittelt wird, dass zumindest die dem vorbestimmten Ort (P) unmittelbar nachgeordnete Zwischengerüstkühleinrichtung (5) mit mindestens 80 % und/oder mit maximal 90 % oder 95 % ihrer maximal möglichen Energieinhaltsbeeinflussung betrieben wird. 30
8. Steuerverfahren nach Anspruch 5, 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Endwalzdicke (d) zwischen 5 mm und 30 mm liegt. 35
9. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Fertigstraße (1) und der Kühlstrecke (2) ein Temperaturmessplatz (7) angeordnet ist, mittels dessen die tatsächliche Oberflächentemperatur (TO) der Walzgutpunkte (13) am Ort des Temperaturmessplatzes (7) erfassbar ist, und dass entweder die tatsächliche Oberflächentemperatur (TO) der Walzgutpunkte (13) am Ort des Temperaturmessplatzes (7) nicht erfasst wird oder die tatsächliche Oberflächentemperatur (TO) der Walzgutpunkte (13) am Ort des Temperaturmessplatzes (7) zwar erfasst wird, aber nicht zur Bestimmung des Sollenergieinhaltsverlaufs (E^*) herangezogen wird. 40
10. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche, 45

dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz zwischen einem gewünschten Endwalzenergieinhalt ($T2^*$) und dem durch den für den vorbestimmten Ort (P) ermittelten Erwartungswert ($T2$) charakterisierten Energieinhalt zur Ermittlung von Steuergrößen für den vorbestimmten Ort (P) vorgeordnete Walzgerüste (3) und/oder für den vorbestimmten Ort (P) vorgeordnete Zwischengerüstkühleinrichtungen (5) herangezogen wird.

11. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das flache Walzgut (4) ein Band ist. 50
12. Steuerverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Energieinhalt der Walzgutpunkte (13) durch deren Temperatur oder durch deren Enthalpie bestimmt ist. 55
13. Computerprogramm, das Maschinencode (12) umfasst, der von einem Steuerrechner (10) für eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes (4) aus Metall unmittelbar abarbeitbar ist und dessen Abarbeitung durch den Steuerrechner (10) bewirkt, dass der Steuerrechner (10) die Warmbandstraße gemäß einem Steuerverfahren mit allen Schritten eines Steuerverfahrens nach einem der obigen Ansprüche betreibt. 60
14. Steuerrechner für eine Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes (4) aus Metall,
dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerrechner derart ausgebildet ist, dass er die Warmbandstraße gemäß einem Steuerverfahren mit allen Schritten eines Steuerverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 betreibt. 65
15. Warmbandstraße zum Walzen eines flachen Walzgutes (4) aus Metall, 70
 - wobei die Warmbandstraße eine Fertigstraße (1) zum Walzen des flachen Walzgutes (4) umfasst,
 - wobei die Fertigstraße (1) mehrere Walzgerüste (3) aufweist, die von dem flachen Walzgut (4) in einer Laufrichtung (x) nacheinander durchlaufen werden,
 - wobei die Warmbandstraße eine der Fertigstraße (1) nachgeordnete Kühlstrecke (2) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass die Warmbandstraße mit einem Steuerrechner (10) nach Anspruch 14 ausgestattet ist.

FIG 1

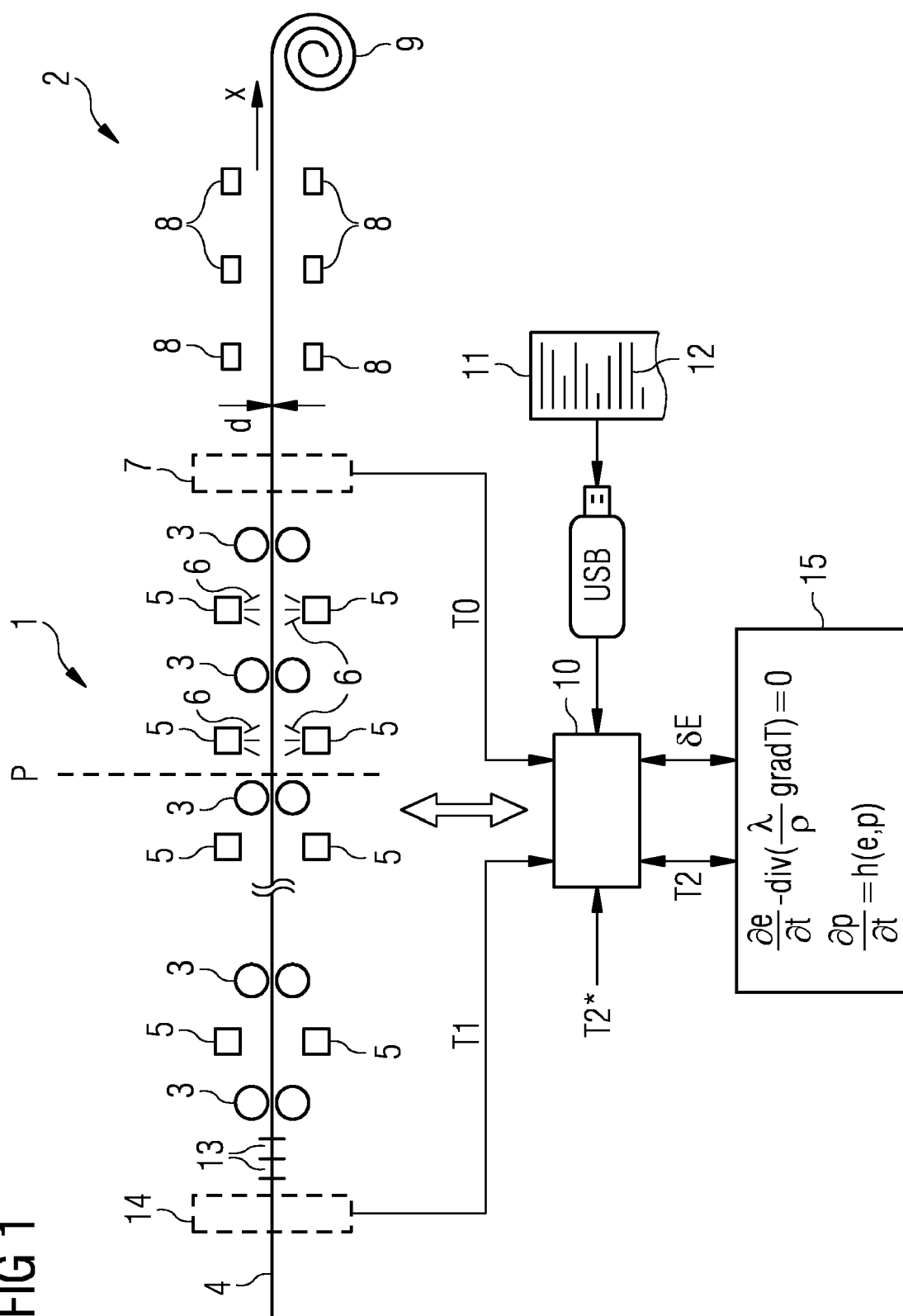


FIG 2

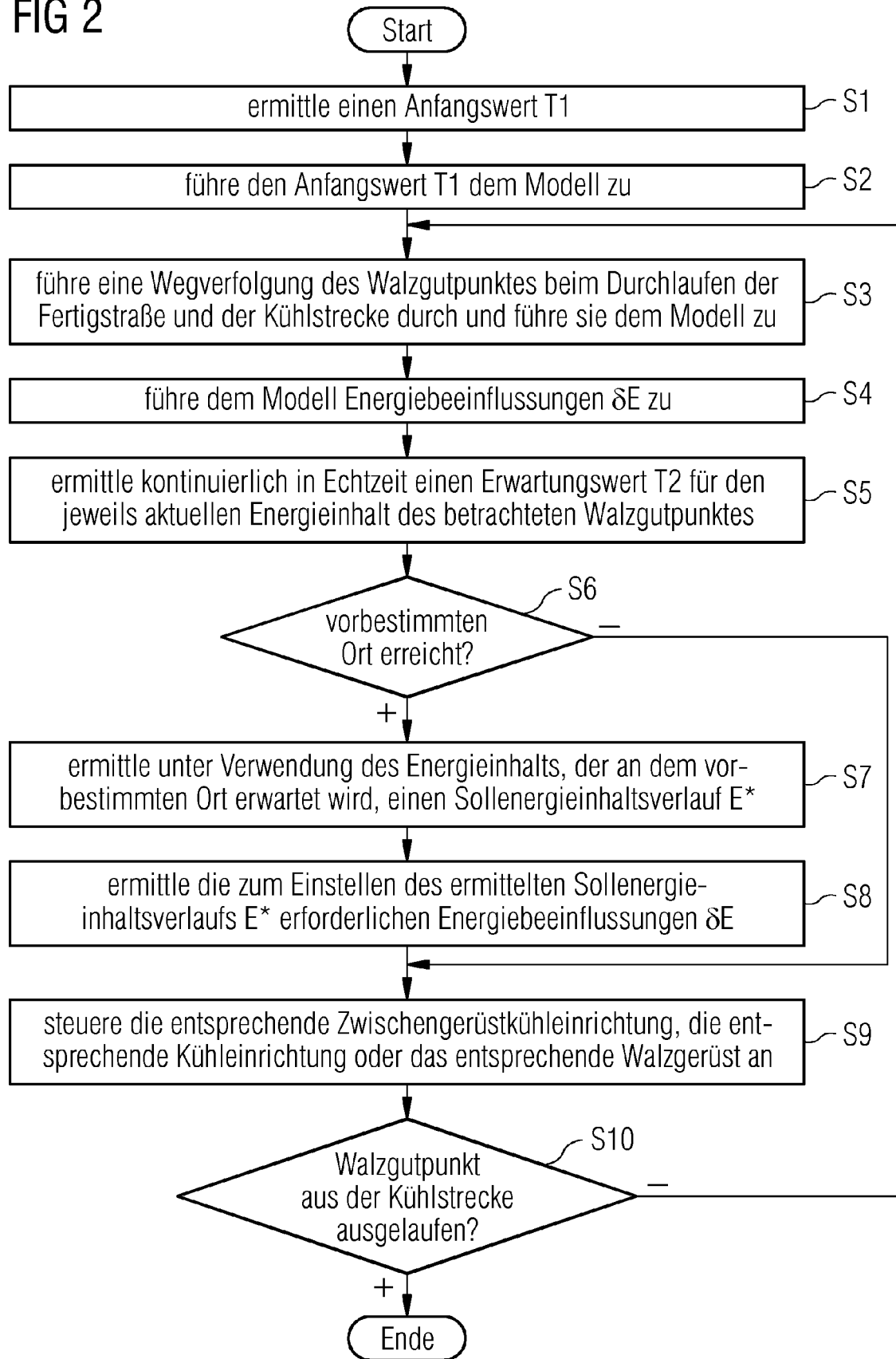


FIG 3

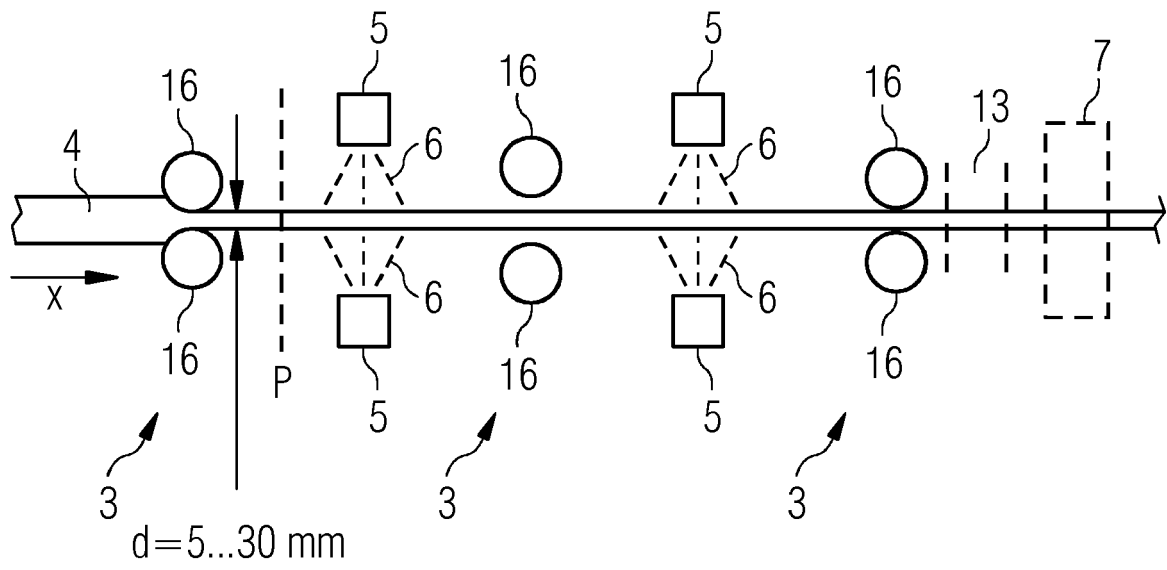


FIG 4

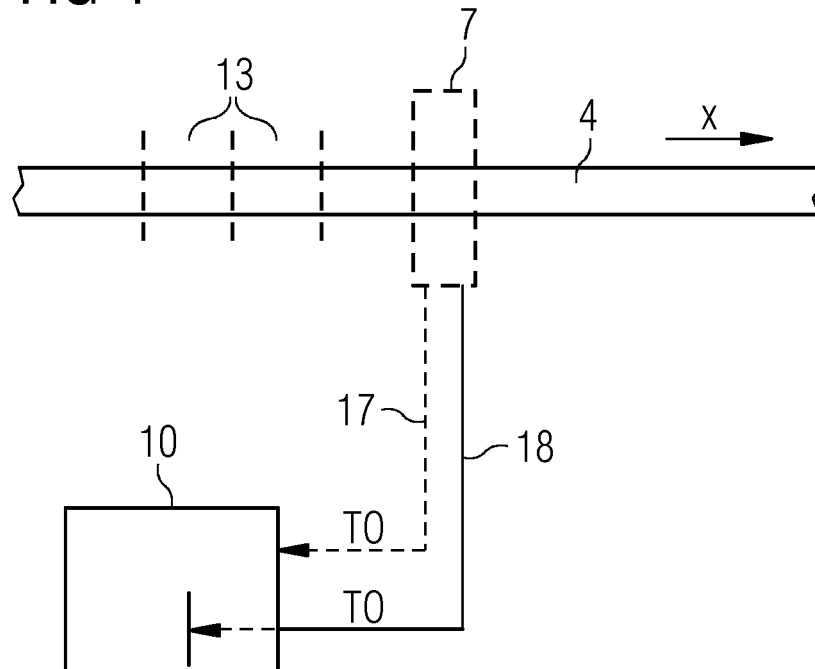
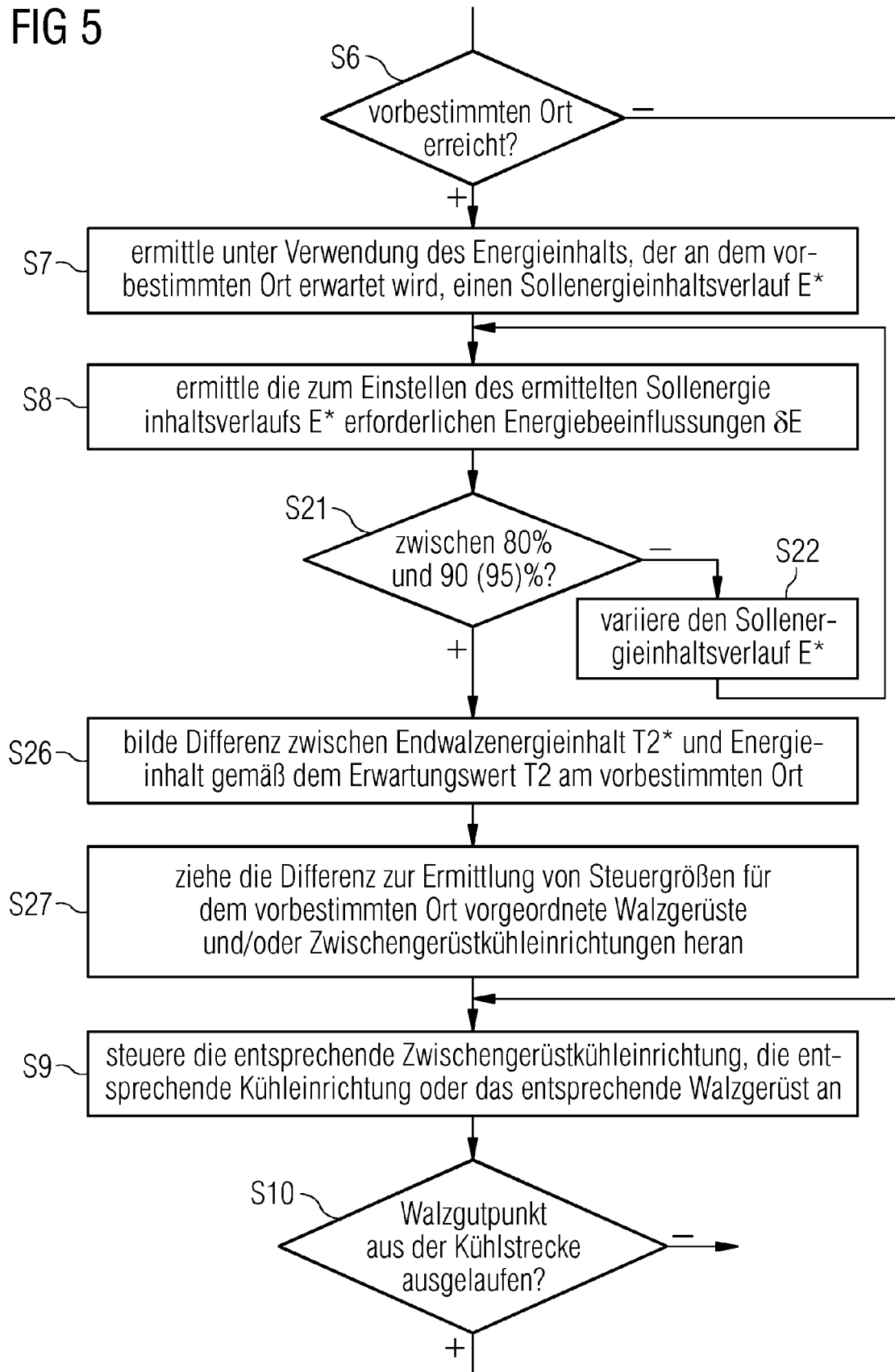


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 17 1512

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 101 56 008 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5. Juni 2003 (2003-06-05) * das ganze Dokument *	1-15	INV. B21B37/74
Y	EP 2 301 685 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. März 2011 (2011-03-30) * Absatz [0034] - Absatz [0042]; Abbildungen 1-3,6 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. November 2011	Prüfer Frisch, Ulrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 17 1512

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-11-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10156008 A1	05-06-2003	AT 440681 T	15-09-2009
		CN 1589184 A	02-03-2005
		WO 03045599 A1	05-06-2003
		EP 1444059 A1	11-08-2004
		JP 2005510359 A	21-04-2005
		RU 2291750 C2	20-01-2007
		US 2004205951 A1	21-10-2004

EP 2301685 A1	30-03-2011	WO 2011036093 A2	31-03-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 10156008 A1 [0005] [0022] [0045]
- US 7197802 B2 [0005]
- DE 10129565 A1 [0041]
- EP 1711868 B1 [0041]