

(19)



(11)

EP 2 244 850 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.01.2013 Patentblatt 2013/05

(51) Int Cl.:
B21B 37/76 (2006.01) C21D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09715197.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/051530

(22) Anmeldetag: **11.02.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/106423 (03.09.2009 Gazette 2009/36)

(54) **BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINE KÜHLSTRECKE ZUM KÜHLEN EINES WALZGUTS MIT VON DER TEMPERATUR LOSGELÖSTER KÜHLUNG AUF EINEN ENDENTHALPIEWERT**

METHOD OF OPERATION FOR A COOLING TRACK FOR COOLING A ROLLING PRODUCT, WITH COOLING TO AN END ENTHALPY VALUE UNCOUPLED FROM TEMPERATURE

PROCÉDÉ DE GESTION D'UNE LIGNE DE REFROIDISSEMENT QUI REFROIDIT UN PRODUIT LAMINÉ AVEC REFROIDISSEMENT DÉCLENCHÉ PAR LA TEMPÉRATURE JUSQU'À UNE VALEUR FINALE D'ENTHALPIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)**

(30) Priorität: **27.02.2008 DE 102008011303**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-01/47647 WO-A-03/045599
WO-A-2004/076085 WO-A-2007/014831

EP 2 244 850 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogramm, das Maschinencode umfasst, der von einer Steuereinrichtung für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts unmittelbar ausführbar ist. Auch betrifft die vorliegende Erfindung einen Datenträger mit einem auf dem Datenträger in maschinenlesbarer Form gespeicherten derartigen Computerprogramm.

[0003] Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Steuereinrichtung für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts.

[0004] Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts, wobei die Kühlstrecke eine Steuereinrichtung aufweist, von der die Kühlstrecke betrieben wird.

[0005] Die obenstehend beschriebenen Gegenstände sind allgemein bekannt.

[0006] In einer Warmbandstraße oder Grobblechstraße wird Stahl gewalzt. In einer nachfolgenden Kühlstrecke werden im Wesentlichen Materialeigenschaften des Stahls eingestellt. Zu diesem Zweck wird während des Durchlaufs des Stahls durch die Kühlstrecke ein Kühlmittel auf den Stahl aufgebracht. Dadurch wird der zeitliche Abkühlverlauf des die Kühlstrecke durchlaufenden Stahls eingestellt. Auf Grund des zeitlichen Verlaufs des Abkühlvorgangs werden auch die Materialeigenschaften eingestellt.

[0007] Der Kühlverlauf ist in der Regel durch einen zeitlichen Temperaturverlauf bestimmt. Ältere Strategien schreiben eine Verteilung der Kühlmittelmenge nach einer vorgegebenen Kühlstrategie und eine Haspeltemperatur bzw. Kühlendtemperatur (d. h., die Temperatur des Walzguts beim Auslauf des Walzguts aus der Kühlstrecke) vor. Bei normalen Stählen ist diese Vorgehensweise problemlos. Bei Stählen mit hohem Kohlenstoffgehalt ergeben sich jedoch Probleme. Denn auf Grund der bei der Phasenumwandlung von Austenit in Ferrit und Zementit auftretenden Umwandlungswärme ist die Vorgabe eines Temperaturverlaufs ungünstig. In vielen Fällen wird sogar nur eine zu erreichende Endtemperatur in Verbindung mit einer vorgegebenen Kühlstrategie vorgegeben. Diese Art der Vorgabe kann sogar mehrdeutig sein, d. h. es gibt mehr als eine Lösung für die Wassermenge, bei welcher bei gegebener Kühlstrategie die Haspeltemperatur bzw. die Kühlendtemperatur erreicht wird. Die Materialeigenschaften der derart verschieden gekühlten Stähle sind jedoch grundverschieden voneinander.

[0008] Bei Stählen mit hohem Kohlenstoffgehalt ist daher ein vollautomatischer Betrieb im Stand der Technik nicht möglich. Es gibt immer wieder in der Praxis auftretende Schwierigkeiten bei dem Versuch, Stähle mit hohem Kohlenstoffgehalt vollautomatisch zu kühlen. Es kommt immer wieder vor, dass Material erzeugt wird, das nicht die gewünschten Materialeigenschaften aufweist.

Diese Materialien müssen wieder eingeschmolzen werden.

[0009] In der Praxis wird versucht, die Probleme dadurch zu umgehen, dass versucht wird, derartige Materialien und Vorgaben zu vermeiden. Dadurch reduziert sich das produzierbare Spektrum an Materialien.

[0010] Aus der EP 1 732 716 B1 ist ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts bekannt, bei dem eingangsseitig der Kühlstrecke die Temperatur des Walzguts erfasst wird. Es wird ein Kühlmittelmengenverlauf ermittelt, so dass ein Walzgutabschnitt an einem vorgegebenen Punkt der Kühlstrecke eine vorbestimmte Temperatur und mindestens einen vorbestimmten Phasenanteil (beispielsweise an Austenit) aufweist.

[0011] In der älteren deutschen Patentanmeldung 10 2007 007 560.1 vom 15.02.2007 ist ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts beschrieben, bei dem zusammen mit einem Temperaturverlauf und einem Kühlmittelmengenverlauf ein Phasenanteil des Walzguts ermittelt und einem Bediener der Kühlstrecke zur Anzeige gebracht wird.

[0012] Die deutsche Patentanmeldung 10 2007 007 560.1 ist am Prioritätstag der vorliegenden Erfindung nicht vorveröffentlicht.

[0013] Die beiden zuletzt beschriebenen Verfahren stellen bereits teine Verbesserung gegenüber dem übrigen Stand der Technik dar. Auch sie arbeiten aber noch nicht vollständig befriedigend.

[0014] Aus der WO 2004/076085 A2 ist ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts bekannt, bei dem eine Steuereinrichtung für die Kühlstrecke Informationen entgegen nimmt, die für einen Anfangsenthalpiwert zumindest teilweise charakteristisch sind. Insbesondere nimmt die Steuereinrichtung eine Anfangstemperatur des Walzguts entgegen. Die Steuereinrichtung nimmt weiterhin eine Endtemperatur entgegen. Die Steuereinrichtung ermittelt einen Kühlmittelmengenverlauf, so dass einem Walzgutabschnitt eine entsprechende Wärmemenge entzogen wird. Die Steuereinrichtung ermittelt den Kühlmittelmengenverlauf derart, dass am Ende der Beaufschlagung des Walzguts mit dem Kühlmittel (möglichst) die Endtemperatur erreicht wird. Die Steuereinrichtung beaufschlagt den Walzgutabschnitt während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke entsprechend dem ermittelten Kühlmittelmengenverlauf mit dem Kühlmittel. Die WO 2004/076085 A2 erwähnt weiterhin, dass alternativ oder zusätzlich zu einem Ist- bzw. Solltemperaturverlauf ein Ist- bzw. Sollenthalpieverlauf ermittelt werden kann.

[0015] Aus der WO 03/045599 A1 ist ein Betriebsverfahren für eine Fertigstraße bekannt, die einer Kühlstrecke vorgeordnet ist. Innerhalb der Kühlstrecke können zwischen den Walzgerüsten der Fertigstraße Kühleinrichtungen angeordnet sein. Die Fertigstraße kann daher als Kühlstrecke im weiteren Sinne angesehen werden. Eine Steuereinrichtung für die Fertigstraße nimmt eine Anfangstemperatur entgegen. Die Anfangstemperatur

ist für einen Anfangsenthalpiwert in der Regel vollständig, zumindest aber teilweise charakteristisch. Der Steuereinrichtung wird weiterhin ein Solltemperaturverlauf und damit auch ein Endtemperaturwert vorgegeben. Die Steuereinrichtung ermittelt einen Kühlmittelmengenverlauf, so dass ein Walzgutabschnitt des Walzguts nach seinem Durchlauf durch die Fertigstraße (im Ergebnis) den Endtemperaturwert erreicht. Die Steuereinrichtung steuert die Fertigstraße. In diesem Rahmen beaufschlagt sie (unter anderem) den Walzgutabschnitt entsprechend dem ermittelten Kühlmittelmengenverlauf. Aus der WO 03/045599 A1 ist weiterhin bekannt, alternativ zur Temperatur die Enthalpie zu verwenden. Nähere Ausführungen hierzu finden sich in der WO 03/045599 A1 nicht.

[0016] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer auf einfache, zuverlässige und genaue Weise gewünschte Materialeigenschaften des Walzguts einstellbar sind.

[0017] Die Aufgabe wird verfahrenstechnisch durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 10.

[0018] Erfindungsgemäß nimmt eine Steuereinrichtung für die Kühlstrecke für einen Anfangsenthalpiwert zumindest teilweise charakteristische Informationen entgegen. Weiterhin nimmt die Steuereinrichtung einen Endtemperaturwert und mindestens einen Endphasenanteilwert entgegen. Sie ermittelt daraus einen Endenthalpiwert. Die Steuereinrichtung ermittelt einen Kühlmittelmengenverlauf, so dass einem Walzgutabschnitt des Walzguts während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke eine mit der Differenz von Anfangsenthalpiwert und Endenthalpiwert korrespondierende Wärmemenge entzogen wird. Die Steuereinrichtung ermittelt den Kühlmittelmengenverlauf hierbei unabhängig davon, ob am Ende der Beaufschlagung des Walzguts mit einem Kühlmittel der Endtemperaturwert erreicht wird. Die Steuereinrichtung beaufschlagt den Walzgutabschnitt während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke entsprechend dem ermittelten Kühlmittelmengenverlauf mit dem Kühlmittel.

[0019] Durch diese Vorgehensweise wird erreicht, dass die Enthalpie wie gewünscht eingestellt wird. Dadurch sind die Materialeigenschaften des Walzguts im Wesentlichen festgelegt.

[0020] Der Kühlmittelmengenverlauf wird vorzugsweise als Funktion der Zeit ermittelt. Durch diese Vorgehensweise sind die eingestellten Materialeigenschaften des Walzguts im Wesentlichen unabhängig von einer Geschwindigkeit, mit der das Walzgut die Kühlstrecke durchläuft. In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist der Kühlmittelmengenverlauf ferner einen früheren Zeitabschnitt und einen an den früheren Zeitabschnitt anschließenden späteren Zeitabschnitt auf. Während des früheren Zeitabschnitts wird der Walzgutabschnitt durch das Beaufschlagen mit dem Kühlmittel aktiv gekühlt. Während des späteren Zeitab-

schnitts kühlt der Walzgutabschnitt ohne Beaufschlagen mit dem Kühlmittel nur passiv ab. Eine zeitliche Länge des früheren Zeitabschnitts ist derart bestimmt, dass mindestens ein Phasenanteil des Walzgutabschnitts am Ende des früheren Zeitabschnitts

- in dem Fall, dass der Phasenanteil im Laufe der Zeit abnimmt, oberhalb des Endphasenanteils liegt, und
- in dem Fall, dass der Phasenanteil im Laufe der Zeit zunimmt, unterhalb des Endphasenanteils liegt.

[0021] Durch diese Vorgehensweise wird erreicht, dass nicht nur der vorbestimmte Endenthalpiwert erreicht wird, sondern auch bei dem Endenthalpiwert der zugeordnete Endtemperaturwert erreicht wird.

[0022] Besonders bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, dass die Länge des späteren Zeitabschnitts derart bestimmt ist, dass der Phasenanteil des Walzguts zu Beginn des späteren Zeitabschnitts und der Phasenanteil des Walzguts am Ende des späteren Zeitabschnitts den Endphasenanteil eingabeln.

[0023] Die für den Anfangsenthalpiwert zumindest teilweise charakteristischen Informationen umfassen vorzugsweise einen Anfangstemperaturwert. Hierbei ist es insbesondere möglich, dass eine eingangsseitig der Kühlstrecke angeordnete Temperaturmesseinrichtung den Anfangstemperaturwert erfasst und die Steuereinrichtung den Anfangstemperaturwert von der Temperaturmesseinrichtung entgegen nimmt.

[0024] Die Anfangsenthalpie ist in der Regel erst dann vollständig bestimmt, wenn zusammen mit der Anfangstemperatur mindestens ein Anfangsphasenanteilwert des Walzguts bekannt ist. Es ist möglich, dass der Anfangsphasenanteilwert der Steuereinrichtung fest vorgegeben ist. Alternativ kann die Steuereinrichtung den Anfangsphasenanteilwert von einem Bediener der Kühlstrecke oder einer externen Einrichtung entgegen nehmen. Auch ist es möglich, dass die Steuereinrichtung den Anfangsphasenanteilwert ermittelt.

[0025] Vorzugsweise ermittelt die Steuereinrichtung einen Temperatur- und/oder einen Enthalpieverlauf des Walzgutabschnitts. Durch diese Vorgehensweise kann der Kühlmittelmengenverlauf besonders genau bestimmt werden. Noch bessere Ergebnisse ergeben sich hierbei, wenn die Steuereinrichtung parallel zur Ermittlung des Temperatur- und/oder Enthalpieverlaufs mindestens einen Phasenanteilsverlauf ermittelt und den mindestens einen ermittelten Phasenanteilsverlauf bei der Ermittlung des Temperatur- und/oder Enthalpieverlaufs berücksichtigt.

[0026] Auf Grund der Ermittlung des Temperatur- und/oder Enthalpieverlaufs - gegebenenfalls auch des Phasenanteilsverlaufs - ist es insbesondere möglich, dass die Steuereinrichtung anhand mindestens eines der ermittelten Verläufe mindestens einen Wert ermittelt, der ein Maß für das Erreichen eines Sollzustands des Walzguts beim oder nach dem Durchlaufen der Kühlstrecke ist, und diesen Wert an einen Bediener der Kühlstrecke

ausgibt. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung die Enthalpie am Ende der Kühlstrecke oder die Temperatur, bei der ein Sollumwandlungsgrad erreicht wird, ermitteln und ausgeben. Im letztgenannten Fall können gegebenenfalls zusätzlich ein Ort und/oder ein Zeitpunkt, zu dem diese Temperatur erreicht wird, ausgegeben werden.

[0027] Alternativ oder zusätzlich kann die Steuereinrichtung einen Ort oder einen Zeitpunkt ermitteln, an dem der Walzgutabschnitt den Endenthalpiewert aufweist. Auch dadurch sind Rückschlüsse auf die Qualität des gekühlten Walzguts möglich.

[0028] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der vorbestimmte Endenthalpiewert auf einen vorbestimmten Ort der Kühlstrecke oder auf einen vorbestimmten Zeitpunkt bezogen. In diesem Fall ist es möglich, dass die Steuereinrichtung den ermittelten Ort mit dem vorbestimmten Ort oder den ermittelten Zeitpunkt mit dem vorbestimmten Zeitpunkt vergleicht und anhand des Vergleichs den Kühlmittelmengenverlauf korrigiert. Eine analoge Vorgehensweise ist für andere, auf einen vorbestimmten Ort oder einen vorbestimmten Zeitpunkt bezogene Temperatur- oder Enthalpiewerte möglich.

[0029] Weiterhin ist es möglich, an vorbestimmten Stellen der Kühlstrecke die dortige Temperatur des Walzguts zu erfassen und mit erwarteten Temperaturen zu vergleichen, die anhand des zuvor ermittelten Verlaufs ermittelt werden. Anhand des Vergleichs kann in diesem Fall die erwartete Temperatur, der Kühlmittelmengenverlauf oder das Ermittlungsverfahren zum Ermitteln der Temperatur aus dem Kühlmittelmengenverlauf angepasst werden.

[0030] Alternativ ist es möglich, dass der vorbestimmte Endenthalpiewert weder auf einen vorbestimmten Ort der Kühlstrecke noch auf einen vorbestimmten Zeitpunkt bezogen ist.

[0031] Programmtechnisch wird die Aufgabe durch ein Computerprogramm gelöst, wobei das Computerprogramm Maschinencode umfasst, der von einer Steuereinrichtung für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts unmittelbar ausführbar ist, wobei die Ausführung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung bewirkt, dass die Steuereinrichtung die Kühlstrecke gemäß einem Betriebsverfahren der obenstehend erläuterten Art betreibt. Weiterhin wird die Aufgabe programmtechnisch durch einen Datenträger gelöst, auf dem in maschinenlesbarer Form ein derartiges Computerprogramm gespeichert ist.

[0032] Einrichtungstechnisch wird die Aufgabe durch eine Steuereinrichtung für eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts gelöst, wobei die Steuereinrichtung derart ausgestaltet ist, dass sie die Kühlstrecke gemäß einem Betriebsverfahren der obenstehend beschriebenen Art betreibt. Die Steuereinrichtung kann hierbei insbesondere als programmierbare Steuereinrichtung ausgebildet sein, die im Betrieb ein Computerprogramm der obenstehend beschriebenen Art ausführt.

[0033] Anlagentechnisch wird die Aufgabe schließlich

durch eine Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts gelöst, wobei die Kühlstrecke eine Steuereinrichtung der obenstehend beschriebenen Art aufweist, so dass die Kühlstrecke von der Steuereinrichtung gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betrieben wird.

[0034] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

FIG 1 schematisch den Aufbau einer Kühlstrecke,
FIG 2 ein Ablaufdiagramm,
FIG 3 ein Zeitdiagramm und

FIG 4 bis 6 Ablaufdiagramme.

[0035] Gemäß FIG 1 ist eine Kühlstrecke 1 in der Regel einer Warmwalzstraße nachgeordnet. Dargestellt ist hierbei in FIG 1 nur das letzte Walzgerüst 2 der Warmwalzstraße. Der Kühlstrecke 1 ist in der Regel weiterhin eine Haspelanordnung 3 nachgeordnet.

[0036] Die Kühlstrecke 1 weist einen Rollgang 4 auf, in dem ein aus der Walzstraße auslaufendes Walzgut 5 mit einem flüssigen Kühlmittel 6 (in der Regel Wasser mit oder ohne Zusätze) beaufschlagt wird. Die Kühlstrecke 1 weist zu diesem Zweck eine Vielzahl von Kühlmittelauslässen 7 auf, die einzeln oder gruppenweise von einer Steuereinrichtung 8 für die Kühlstrecke 1 ansteuerbar sind. Die Steuereinrichtung 8 steuert hierbei die gesamte Kühlstrecke 1, also nicht nur die Kühlmittelauslässe 7, sondern beispielsweise auch die Kühlung von Rollen des Rollgangs 4.

[0037] Die Steuereinrichtung 8 ist in der Regel als programmierbare Steuereinrichtung 8 ausgebildet, die im Betrieb ein Computerprogramm 9 ausführt. Das Computerprogramm 9 umfasst hierbei Maschinencode 10, der von der Steuereinrichtung 8 unmittelbar ausführbar ist. Die Ausführung des Maschinencodes 10 bewirkt in diesem Fall, dass die Steuereinrichtung 8 die Kühlstrecke 1 entsprechend einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt.

[0038] Das Computerprogramm 9 kann bereits bei der Herstellung der Steuereinrichtung 8 in der Steuereinrichtung 8 hinterlegt worden sein. Alternativ ist es möglich, das Computerprogramm 9 der Steuereinrichtung 8 über eine Rechner-Rechner-Verbindung zuzuführen. Die Rechner-Rechner-Verbindung ist in FIG 1 hierbei nicht dargestellt. Sie kann beispielsweise als Anbindung an ein LAN oder an das Internet ausgebildet sein. Wiederum alternativ ist es möglich, das Computerprogramm 9 auf einem Datenträger 11 in maschinenlesbarer Form zu speichern und das Computerprogramm 9 der Steuereinrichtung 8 über den Datenträger 11 zuzuführen. Die Ausgestaltung des Datenträgers 11 ist hierbei beliebiger Natur. Beispielsweise ist es möglich, dass der Datenträger 11 als USB-Memorystick oder als Speicherkarte ausgebildet ist. Dargestellt ist in FIG 1 eine Ausgestaltung des Datenträgers 11 als CD-ROM.

[0039] Das von der Steuereinrichtung 8 bewirkte Betriebsverfahren für die Kühlstrecke 1 wird nachfolgend in Verbindung mit FIG 2 näher erläutert. Vorab sei hierbei darauf hingewiesen, dass das Betriebsverfahren gemäß FIG 2 online, getaktet und unter Wegverfolgung des Walzguts 5 durchgeführt wird. Die Vorgehensweise von FIG 2 wird daher für jeden einzelnen wegverfolgten Abschnitt 12 des Walzguts 5 durchgeführt.

[0040] In einem Schritt S1 nimmt die Steuereinrichtung 8 Informationen TA entgegen, die zumindest teilweise für einen Anfangsenthalpiwert EA des Walzgutabschnitts 12 charakteristisch sind. In der Regel umfassen die für den Anfangsenthalpiwert EA zumindest teilweise charakteristischen Informationen TA hierbei einen Anfangstemperaturwert TA.

[0041] Der Anfangstemperaturwert TA kann der Steuereinrichtung 8 prinzipiell auf beliebige Weise zugeführt werden. In der Regel ist - siehe FIG 1 - einseitig der Kühlstrecke 1 eine Temperatureinrichtung 13 angeordnet, welche den Anfangstemperaturwert TA erfasst und der Steuereinrichtung 8 zuführt. Die Steuereinrichtung 8 nimmt daher in dieser Ausgestaltung den Anfangstemperaturwert TA von der Temperatureinrichtung 13 entgegen.

[0042] Durch die Anfangstemperatur TA allein ist die Anfangsenthalpie EA oftmals noch nicht eindeutig bestimmt. In der Regel ist die Anfangsenthalpie EA zusätzlich von mindestens einem Anfangsphasenanteilwert pA abhängig. Beispielsweise kann der Anfangsphasenanteilwert pA für den Anteil an Austenit im Walzgut 5 bzw. in dem betrachteten Abschnitt 12 des Walzguts 5 charakteristisch sein. Alternativ oder zusätzlich könnte beispielsweise ein Anfangsphasenanteilwert pA für den Anteil an Ferrit oder Zementit vorgegeben sein.

[0043] In einem Schritt S2 ermittelt die Steuereinrichtung 8 anhand des Anfangstemperaturwerts TA und des Anfangsphasenanteilwerts pA die Anfangsenthalpie EA. Der Anfangsphasenanteilwert pA kann hierbei der Steuereinrichtung 8 fest vorgegeben sein. Alternativ ist es möglich - siehe FIG 1 -, dass die Steuereinrichtung 8 den Anfangsphasenanteilwert pA von einem Bediener 14 der Kühlstrecke 1 oder einer externen Einrichtung 15 entgegen nimmt. Bei der externen Einrichtung 15 kann es sich hierbei alternativ um eine Steuereinrichtung für die vorgeordnete Warmwalzstraße oder um eine übergeordnete Steuereinrichtung handeln. Wiederum alternativ ist es möglich, dass die Steuereinrichtung 8 den Anfangsphasenanteilwert pA selbstständig ermittelt.

[0044] In einem Schritt S3 ermittelt die Steuereinrichtung 8 einen Kühlmittelmengenverlauf K. Die Steuereinrichtung 8 ermittelt den Kühlmittelmengenverlauf K hierbei derart, dass dem Walzgutabschnitt 12 des Walzguts 5 während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke 1 eine Wärmemenge entzogen wird, die mit der Differenz des Anfangsenthalpiwerts EA von einem vorbestimmten Endenthalpiwert EE korrespondiert. Der Kühlmittelmengenverlauf K ist hierbei - siehe FIG 3 - in der Regel eine Funktion der Zeit t. Es ist jedoch alternativ möglich,

den Kühlmittelmengenverlauf K als Funktion des Ortes x in der Kühlstrecke 1 zu ermitteln.

[0045] Dem Endenthalpiwert EE ist - zumindest in der Regel - ein vorbestimmter Endtemperaturwert TE zugeordnet (siehe die nachfolgenden Ausführungen in Verbindung mit FIG 4). Die Steuereinrichtung 8 ermittelt den Kühlmittelmengenverlauf K jedoch unabhängig davon, ob am Ende der Beaufschlagung des Walzguts 5 mit dem Kühlmittel K der dem Endenthalpiwert EE zugeordnete Endtemperaturwert TE erreicht wird. Es wird lediglich berücksichtigt, ob die Endenthalpie EE als solche erreicht wird.

[0046] In einem Schritt S4 beaufschlagt die Steuereinrichtung 8 den Walzgutabschnitt 12 während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke 1 entsprechend dem ermittelten Kühlmittelmengenverlauf K mit dem Kühlmittel 6. Das entsprechende Beaufschlagen ist hierbei ohne weiteres möglich, da der Walzgutabschnitt 12 während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke 1 wegverfolgt wird.

[0047] Wie aus FIG 3 ersichtlich ist, weist der Kühlmittelmengenverlauf K einen früheren Zeitabschnitt 16 und einen späteren Zeitabschnitt 17 auf. Der spätere Zeitabschnitt 17 schließt hierbei unmittelbar an den früheren Zeitabschnitt 16 an. Während des früheren Zeitabschnitts 16 wird der Walzgutabschnitt 12 durch das Beaufschlagen mit dem Kühlmittel 6 aktiv gekühlt. Während des späteren Zeitabschnitts 17 kühlt der Walzgutabschnitt 12 nur passiv ab. Ein Beaufschlagen mit dem Kühlmittel 6 erfolgt während des späteren Zeitabschnitts 17 nicht.

[0048] Der frühere Zeitabschnitt 16 weist eine zeitliche Länge t1 auf. Die zeitliche Länge t1 ist derart bestimmt, dass sie kleiner als eine charakteristische Zeitkonstante t2 ist, innerhalb derer eine Phasenumwandlung des Walzguts 5 erfolgt, beispielsweise von austenitischem Stahl in ferritischen Stahl. Dadurch wird erreicht, dass am Ende des früheren Zeitabschnitts 16 die Phasenumwandlung des Walzguts 5 nur zu einem geringen Anteil erfolgt ist. Das Ausmaß, zu dem die Phasenumwandlung erfolgt ist, ist hierbei von der zeitlichen Länge t1 abhängig. Dementsprechend ist es möglich, beispielsweise bei einem Walzgut 5 aus Stahl zu gewährleisten, dass am Ende des früheren Zeitabschnitts 16 der Anteil an Austenit im Walzgut 5 oberhalb eines Sollphasenanteils liegt oder umgekehrt der Ferritanteil unterhalb eines Sollphasenanteils liegt usw.. Allgemein kann erreicht werden, dass mindestens ein Phasenanteil des Walzgutabschnitts 12 am Ende des früheren Zeitabschnitts 16 eine vorbestimmte Bedingung erfüllt.

[0049] Im späteren Zeitabschnitt 17 nimmt die Enthalpie E des betreffenden Walzgutabschnitts 12 ab. Die Abnahme der Enthalpie E erfolgt hingegen erheblich langsamer als im früheren Zeitabschnitt 16. Sie kann während des späteren Zeitabschnitts 17 als im Wesentlichen konstant angesehen werden.

[0050] Im späteren Zeitabschnitt 17 erfolgt die Phasenumwandlung des Walzguts 5, beispielsweise von Au-

stenit zu Ferrit und/oder Zementit. Wenn der spätere Zeitabschnitt 17 lange genug ist, sinkt der Austenitanteil in der Regel bis auf Null ab. In jedem Fall sollte der spätere Zeitabschnitt 17 jedoch lange genug sein, dass der Phasenanteil p des Walzguts 5 am Ende des späteren Zeitabschnitts 17 und der Phasenanteil p des Walzguts 5 zu Beginn des früheren Zeitabschnitts 17 (also am Ende des früheren Zeitabschnitts 16) den Sollphasenanteil eingabeln. Unabhängig davon, zu welchem Zeitpunkt t und an welchem Ort x der Sollphasenanteil erreicht wird, existiert daher ein Zeitpunkt t bzw. ein Ort x , zu dem

- die Enthalpie E des Walzgutabschnitts 12 zumindest in etwa gleich dem Endenthalpiewert EE ist,
- der Phasenanteil p der betrachteten Phase des Walzguts 5 den Sollphasenanteil annimmt und folglich
- zu diesem Zeitpunkt t bzw. an diesem Ort x der Kühlstrecke 1 die Temperatur T des Walzguts 5 gleich der Endtemperatur TE ist.

[0051] Falls der spätere Zeitabschnitt 17 hinreichend lang ist, so dass der Sollphasenanteil durch den Phasenanteil p zu Beginn und am Ende des späteren Zeitabschnitts 17 mit Sicherheit eingegabelt wird, kann sich an den späteren Zeitabschnitt 17 ein weiterer Zeitabschnitt anschließen, in dem der Walzgutabschnitt 12 erneut mit dem Kühlmittel 6 beaufschlagt wird. Der weitere Zeitabschnitt ist in FIG 3 nicht mit dargestellt.

[0052] Wie bereits erwähnt, muss der Endenthalpiewert EE gegeben sein. Es ist möglich, dass der Endenthalpiewert EE der Steuereinrichtung 8 fest vorgegeben ist. Vorzuziehen ist jedoch, dass der Endenthalpiewert EE bzw. für den Endenthalpiewert EE charakteristische Informationen TE , pE der Steuereinrichtung 8 vorgegeben werden, die Steuereinrichtung 8 die entsprechenden Werte TE , pE also entgegen nimmt. Hierbei ist möglich, der Steuereinrichtung 8 den Endenthalpiewert EE als solchen direkt vorzugeben. Vorzuziehen ist jedoch, entsprechend FIG 4 dem Schritt S1 von FIG 2 Schritte S6 und S7 vorzuordnen. Im Schritt S6 nimmt die Steuereinrichtung den Endtemperaturwert TE und einen Endphasenanteil pE entgegen. Der Endtemperaturwert TE und der Endphasenanteilwert pE charakterisieren den Zustand des Walzguts 5 vollständig. Es ist daher möglich, im Schritt S7 anhand der Werte TE und pE den Endenthalpiewert EE zu ermitteln. Falls vorgegeben, entspricht der Endphasenanteilwert pE dem oben erwähnten Sollphasenanteil.

[0053] Bereits die obenstehend beschriebene Vorgehensweise ist ausführbar. Sie führt zwar noch nicht zu einem optimalen Ergebnis, führt aber bereits zu sehr guten Ergebnissen. Insbesondere führt sie zu reproduzierbaren Ergebnissen.

[0054] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Schritt S3 von FIG 2 entsprechend FIG 5 modifiziert.

[0055] Gemäß FIG 5 bestimmt die Steuereinrichtung

8 zunächst im Schritt S3 den Kühlmittelmengenverlauf K . **[0056]** In einem Schritt S11 ermittelt die Steuereinrichtung 8 - beispielsweise unter Verwendung eines an sich bekannten Kühlstreckenmodells (vergleiche beispielsweise die DE 101 29 565 A1) - einen Temperaturverlauf T , der sich bei dem im Schritt S3 ermittelten Kühlmittelmengenverlauf K ergibt. Alternativ zur Ermittlung des Temperaturverlaufs T könnte im Schritt S11 ein korrespondierender Enthalpieverlauf E ermittelt werden. Der ermittelte Verlauf T , E kann hierbei alternativ eine Funktion des Ortes x oder eine Funktion der Zeit t sein. Bevorzugt ist der ermittelte Verlauf T , E eine Funktion der Zeit t .

[0057] Es ist möglich, ausgehend vom Schritt S11, direkt zum Schritt S4 überzugehen und den Walzgutabschnitt 12 entsprechend dem ermittelten Kühlmittelmengenverlauf K mit dem Kühlmittel 6 zu beaufschlagen. In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist jedoch zumindest ein Schritt S12 vorhanden. Im Schritt S12 ermittelt die Steuereinrichtung 8 anhand des ermittelten Temperatur- oder Enthalpieverlaufs T , E einen Ort x' oder einen Zeitpunkt t' , an dem der betrachtete Walzgutabschnitt 12 den Endenthalpiewert EE aufweist. Der Ort x' wird hierbei ermittelt, wenn der ermittelte Verlauf T , E eine Funktion des Ortes x ist, der Zeitpunkt t' , wenn der ermittelte Verlauf T , E eine Funktion der Zeit t ist.

[0058] Es ist möglich, in einem auf den Schritt S12 nachfolgenden, in FIG 5 nicht dargestellten Schritt lediglich den ermittelten Ort x' bzw. den ermittelten Zeitpunkt t' an den Bediener 14 auszugeben und dessen Reaktion abzuwarten. Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der vorbestimmte Endenthalpiewert EE weder auf einen vorbestimmten Ort der Kühlstrecke 1 noch auf einen vorbestimmten Zeitpunkt bezogen ist. In der Regel ist der vorbestimmte Endenthalpiewert EE jedoch auf einen vorbestimmten Ort x'' der Kühlstrecke 1 oder auf einen vorbestimmten Zeitpunkt t'' bezogen. Der vorbestimmte Ort x'' kann beispielsweise der Ort der Haspelanordnung 3 sein. Der vorbestimmte Zeitpunkt t'' kann beispielsweise eine vorbestimmte Anzahl von Sekunden nach dem Einlaufen des betrachteten Walzgutabschnitts 12 in die Kühlstrecke 1 liegen.

[0059] Wenn der Endenthalpiewert EE auf den vorbestimmten Ort x'' bzw. auf den vorbestimmten Zeitpunkt t'' bezogen ist, sind vorzugsweise Schritte S13 bis S15 vorhanden. Im Schritt S13 vergleicht die Steuereinrichtung 8 den ermittelten Ort x' mit dem vorbestimmten Ort x'' bzw. den ermittelten Zeitpunkt t' mit dem vorbestimmten Zeitpunkt t'' . Anhand des Vergleichs ermittelt die Steuereinrichtung 8 im Schritt S13 den Wert einer logischen Variablen OK . Beispielsweise kann die logische Variable OK den Wert "WAHR" dann und nur dann annehmen, wenn eine (gegebenenfalls vorzeichenbehaftete) Abweichung des vorbestimmten Ortes x'' vom ermittelten Ort x' innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt. Analog kann selbstverständlich beim Vergleich des ermittelten Zeitpunkts t' und des vorbestimm-

ten Zeitpunkts t'' vorgegangen werden. Im Schritt S14 überprüft die Steuereinrichtung 8 den Wert der logischen Variablen OK. Wenn die logische Variable OK den Wert "WAHR" aufweist, geht die Steuereinrichtung 8 zum Schritt S4 über. Anderenfalls führt die Steuereinrichtung 8 den Schritt S15 aus, in dem sie den Kühlmittelmengenverlauf K modifiziert.

[0060] Im Rahmen von FIG 5 wird lediglich der Temperatur- bzw. der Enthalpieverlauf T, E ermittelt. Die Vorgehensweise von FIG 5 kann gemäß FIG 6 dadurch noch weiter verbessert werden, dass der Schritt S11 durch einen Schritt S16 ersetzt wird. Im Schritt S16 ermittelt die Steuereinrichtung 8 - analog zum Schritt S11 - den Temperatur- oder den Enthalpieverlauf T, E des jeweiligen Walzgutabschnitts 12. Parallel hierzu ermittelt die Steuereinrichtung 8 im Schritt S16 jedoch mindestens einen Phasenanteilsverlauf p. Die Steuereinrichtung 8 berücksichtigt bei der Ermittlung des Temperatur- oder Enthalpieverlaufs T, E den ermittelten Phasenanteilsverlauf p und umgekehrt.

[0061] Die Vorgehensweise des Schrittes S16 ist als solche Fachleuten allgemein bekannt. Rein beispielhaft wird auf die bereits erwähnte DE 101 29 565 A1 verwiesen.

[0062] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Beispielsweise ist sie sehr einfach zu implementieren, da das Modell der Kühlstrecke 1 sehr rudimentär gehalten werden kann. Ein Lösen einer komplizierten Wärmeleitungsgleichung (gegebenenfalls einschließlich einer Phasenumwandlungsgleichung) ist nicht zwingend erforderlich. Dennoch ergeben sich gute und vor allem reproduzierbare Regelverfahren. Das Betriebsverfahren führt stets zu einem eindeutigen Kühlmittelmengenverlauf K und löst damit insbesondere alle Probleme, die bei kohlenstoffreichen Stählen im Stand der Technik auftreten.

[0063] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der genaue Ort, an dem der Endenthalpiewert EE erreicht wird, nicht zwingend berechnet werden muss (auch wenn dies vorteilhaft ist). Weiterhin muss auch der Ort nicht berechnet werden oder erfüllt sein, an dem das Walzgut 5 den der Endenthalpie EE zugeordneten Endtemperaturwert TE annimmt. Denn nach Beendigung der aktiven Kühlung (im früheren Zeitabschnitt 16) bleibt die Enthalpie E des betrachteten Walzgutabschnitts 12 im Wesentlichen konstant, so dass der betrachtete Walzgutabschnitt 12 zu irgendeinem Zeitpunkt und damit auch an irgendeinem Ort die Endtemperatur TE erreicht.

[0064] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der Bediener 14 die Endenthalpie EE nicht direkt vorgeben muss, sondern die ihm vertrauten Werte Endtemperatur TE und Endphasenanteilswert pE vorgeben kann.

[0065] Die obige Beschreibung dient ausschließlich der Erläuterung der vorliegenden Erfindung. Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung soll hingegen ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche bestimmt

sein.

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke (1) zum Kühlen eines Walzguts (5),

- wobei eine Steuereinrichtung (8) für die Kühlstrecke (1) für einen Anfangsenthalpiewert (EA) zumindest teilweise charakteristische Informationen (TA) entgegen nimmt,

- wobei die Steuereinrichtung (8) einen Endtemperaturwert (TE) und mindestens einen Endphasenanteilsverlauf (pE) entgegen nimmt und daraus einen Endenthalpiewert (EE) ermittelt,

- wobei die Steuereinrichtung (8) einen Kühlmittelmengenverlauf (K) ermittelt, so dass einem Walzgutabschnitt (12) des Walzguts (5) während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke (1) eine mit der Differenz von Anfangsenthalpiewert (EA) und Endenthalpiewert (EE) korrespondierende Wärmemenge entzogen wird,

- wobei die Steuereinrichtung (8) den Kühlmittelmengenverlauf (K) unabhängig davon ermittelt, ob am Ende der Beaufschlagung des Walzguts (5) mit einem Kühlmittel (6) der Endtemperaturwert (TE) erreicht wird,

- wobei die Steuereinrichtung (8) den Walzgutabschnitt (12) während seines Durchlaufs durch die Kühlstrecke (1) entsprechend dem ermittelten Kühlmittelmengenverlauf (K) mit dem Kühlmittel (6) beaufschlagt.

2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Kühlmittelmengenverlauf (K) als Funktion der Zeit (t) ermittelt wird,

- dass der Kühlmittelmengenverlauf (K) einen früheren Zeitabschnitt (16) und einen an den früheren Zeitabschnitt (16) unmittelbar anschließenden späteren Zeitabschnitt (17) aufweist,

- dass der Walzgutabschnitt (12) während des früheren Zeitabschnitts (16) durch das Beaufschlagen mit dem Kühlmittel (6) aktiv gekühlt wird und während des späteren Zeitabschnitts (17) ohne Beaufschlagen mit dem Kühlmittel (6) nur passiv abkühlt und

- dass eine zeitliche Länge (t1) des früheren Zeitabschnitts (16) derart bestimmt ist, dass mindestens ein Phasenanteil (p) des Walzgutabschnitts (12) am Ende des früheren Zeitabschnitts (16) in dem Fall, dass der Phasenanteil (p) im Laufe der Zeit abnimmt, oberhalb des Endphasenanteils liegt und in dem Fall, dass der Phasenanteil (p) im Laufe der Zeit zunimmt, unterhalb des Endphasenanteils liegt.

3. Betriebsverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge des späteren Zeitabschnitts (17) derart bestimmt ist, dass der Phasenanteil (p) des Walzguts (5) zu Beginn des späteren Zeitabschnitts (17) und der Phasenanteil (p) des Walzguts (5) am Ende des späteren Zeitabschnitts (17) den Endphasenanteil eingabeln. 5
4. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die für den Anfangsenthalpiewert (EA) zumindest teilweise charakteristischen Informationen (TA) einen Anfangstemperaturwert (TA) umfassen. 10
5. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Anfangsphasenanteilwert (pA) der Steuereinrichtung (8) fest vorgegeben ist oder dass die Steuereinrichtung (8) den Anfangsphasenanteilwert (pA) von einem Bediener (14) der Kühlstrecke (1) oder einer externen Einrichtung (15) entgegen nimmt oder dass die Steuereinrichtung (8) den Anfangsphasenanteilwert (pA) ermittelt. 20
6. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) einen Temperatur- und/oder einen Enthalpieverlauf (T, E) des Walzgutabschnitts (12) ermittelt. 25
7. Betriebsverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) parallel zur Ermittlung des Temperatur- und/oder Enthalpieverlaufs (T, E) mindestens einen Phasenanteilsverlauf (p) ermittelt und den mindestens einen ermittelten Phasenanteilsverlauf (p) bei der Ermittlung des Temperatur- und/oder Enthalpieverlaufs (T, E) berücksichtigt. 30
8. Betriebsverfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) anhand des ermittelten Temperatur- und/oder Enthalpieverlaufs (T, E) einen Ort (x') oder einen Zeitpunkt (t') ermittelt, an dem der Walzgutabschnitt (12) den Endenthalpiewert (EE) aufweist. 35
9. Betriebsverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorbestimmte Endenthalpiewert (EE) auf einen vorbestimmten Ort (x'') der Kühlstrecke (1) oder auf einen vorbestimmten Zeitpunkt (t'') bezogen ist, dass die Steuereinrichtung (8) den ermittelten Ort (x') mit dem vorbestimmten Ort (x'') oder den ermittelten Zeitpunkt (t') mit dem vorbestimmten Zeitpunkt (t'') vergleicht und dass die Steuereinrichtung (8) anhand des Vergleichs den Kühlmittelmengenverlauf (K) korrigiert. 40
10. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorbestimmte Endenthalpiewert (EE) weder auf einen vorbestimmten Ort der Kühlstrecke (1) noch auf einen vorbestimmten Zeitpunkt bezogen ist. 45
11. Computerprogramm, wobei das Computerprogramm Maschinencode (10) umfasst, der von einer Steuereinrichtung (8) für eine Kühlstrecke (1) zum Kühlen eines Walzguts (5) unmittelbar ausführbar ist, wobei die Ausführung des Maschinencodes (10) durch die Steuereinrichtung (8) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (8) die Kühlstrecke (1) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche betreibt. 50
12. Datenträger mit einem auf dem Datenträger in maschinenlesbarer Form gespeicherten Computerprogramm (9) nach Anspruch 11. 55
13. Steuereinrichtung für eine Kühlstrecke (1) zum Kühlen eines Walzguts (5), wobei die Steuereinrichtung derart ausgestaltet ist, dass sie die Kühlstrecke (1) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 betreibt.
14. Steuereinrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als programmierbare Steuereinrichtung ausgebildet ist, die im Betrieb ein Computerprogramm (9) nach Anspruch 12 ausführt.
15. Kühlstrecke zum Kühlen eines Walzguts (5), wobei die Kühlstrecke eine Steuereinrichtung (8) nach Anspruch 13 oder 14 aufweist, so dass die Kühlstrecke von der Steuereinrichtung (8) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 betrieben wird.

Claims

1. Operating method for a cooling section (1) for cooling a rolling stock (5),
- wherein a control device (8) for the cooling section (1) receives information (TA) which is at least partially characteristic for an initial enthalpy value (EA),
 - wherein the control device (8) receives a final temperature value (TE) and at least one final phase proportion value (pE) and determines a final enthalpy value (EE) therefrom,
 - wherein the control device (8) determines a quantitative coolant profile (K) such that a heat quantity corresponding to the difference between the initial enthalpy value (EA) and final

- enthalpy value (EE) is taken from a rolling stock section (12) of the rolling stock (5) as it passes through the cooling section (1),
- wherein the control device (8) determines the quantitative coolant profile (K) irrespective of whether the final temperature value (TE) is reached at the end of the application of a coolant (6) to the rolling stock (5),
 - wherein the control device (8) applies the coolant (6) to the rolling stock section (12) as it passes through the cooling section (1) in accordance with the determined quantitative coolant profile (K).
2. Operating method according to Claim 1, **characterized**
 - **in that** the quantitative coolant profile (K) is determined as a function of the time (t),
 - **in that** the quantitative coolant profile (K) has an earlier time segment (16) and a later time segment (17) which immediately follows the earlier time segment (16),
 - **in that** the rolling stock section (12) is actively cooled during the earlier time segment (16) by the application of the coolant (6), and only cools passively during the later time segment (17) without application of the coolant (6), and
 - **in that** a temporal length (t1) of the earlier time segment (16) is determined in such a manner that at least one phase proportion (p) of the rolling stock section (12), at the end of the earlier time segment (16), lies above the final phase proportion if the phase proportion (p) decreases over time, and lies below the final phase proportion if the phase proportion (p) increases over time.
 3. Operating method according to Claim 2, **characterized in that** the length of the later time segment (17) is determined in such a manner that the phase proportion (p) of the rolling stock (5) at the start of the later time segment (17) and the phase proportion (p) of the rolling stock (5) at the end of the later time segment (17) encompass the final phase proportion.
 4. Operating method according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the information (TA) which is at least partially characteristic for the initial enthalpy value (EA) comprises an initial temperature value (TA).
 5. Operating method according to one of the preceding claims, **characterized in that** an initial phase proportion value (pA) is permanently predefined to the control device (8), or **in that** the control device (8) receives the initial phase proportion value (pA) from an operator (14) of the cooling section (1) or from an external device (15), or **in that** the control device (8) determines the initial phase proportion value (pA).
 6. Operating method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the control device (8) determines a temperature and/or an enthalpy profile (T, E) of the rolling stock section (12).
 7. Operating method according to Claim 6, **characterized in that** the control device (8) determines the temperature and/or enthalpy profile (T, E) and at least one phase proportion profile (p) in parallel, and takes the at least one determined phase proportion profile (p) into account when determining the temperature and/or enthalpy profile (T, E) .
 8. Operating method according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the control device (8) uses the determined temperature and/or enthalpy profile (T, E) to determine a site (x') or a point in time (t') at which the rolling stock section (12) has the final enthalpy value (EE).
 9. Operating method according to Claim 8, **characterized in that** the predetermined final enthalpy value (EE) is related to a predetermined site (x'') of the cooling section (1) or to a predetermined point in time (t''), **in that** the control device (8) compares the determined site (x') with the predetermined site (x'') or the determined point in time (t') with the predetermined point in time (t''), and **in that** the control device (8) uses the comparison to correct the quantitative coolant profile (K).
 10. Operating method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the predetermined final enthalpy value (EE) is related neither to a predetermined site of the cooling section (1) nor to a predetermined point in time.
 11. Computer program, the computer program comprising machine code (10) which can be executed directly by a control device (8) for a cooling section (1) for cooling a rolling stock (5), the execution of the machine code (10) by the control device (8) having the effect that the control device (8) operates the cooling section (1) in accordance with an operating method according to one of the preceding claims.
 12. Data storage medium having a computer program (9) according to Claim 11 which is stored on the data storage medium in machine-readable form.
 13. Control device for a cooling section (1) for cooling a rolling stock (5), the control device being designed in such a manner that it operates the cooling section

(1) in accordance with an operating method according to one of Claims 1 to 10.

14. Control device according to Claim 13,
characterized in that it is in the form of a programmable control device which, during operation, executes a computer program (9) according to Claim 12. 5
15. Cooling section for cooling a rolling stock (5), the cooling section having a control device (8) according to Claim 13 or 14, such that the cooling section is operated by the control device (8) in accordance with an operating method according to one of Claims 1 to 10. 10

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner une ligne (1) de refroidissement pour le refroidissement d'un produit (5) à laminier, 20
- dans lequel un dispositif (8) de commande de la ligne (1) de refroidissement reçoit des informations (TA) caractéristiques au moins en partie d'une valeur (EA) d'enthalpie initiale, 25
 - dans lequel le dispositif (8) de commande reçoit une valeur (TE) de température finale et au moins une valeur (TE) de proportion de phase finale et en détermine une valeur (EE) d'enthalpie finale, 30
 - dans lequel le dispositif (8) de commande détermine une courbe (K) de quantité de fluide de refroidissement de manière à soutirer d'une partie (12) du produit (5) à laminier, pendant son passage dans la ligne (1) de refroidissement, une quantité de chaleur correspondant à la différence entre la valeur (EA) d'enthalpie initiale et la valeur (EE) d'enthalpie finale, 35
 - dans lequel le dispositif (8) de commande détermine la courbe (K) de quantité de fluide de refroidissement indépendamment du point de savoir si, à la fin de l'alimentation du produit (5) à laminier en fluide (6) de refroidissement, la valeur (TE) de température finale est atteinte, 40
 - dans lequel le dispositif (8) de commande alimente en le fluide (6) de refroidissement, la partie (12) du produit à laminier pendant son passage dans la ligne (1) de refroidissement conformément à la courbe (K) de quantité de fluide de refroidissement, qui a été déterminée. 45
2. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé 50
- **en ce que** la courbe (K) de quantité de fluide de refroidissement est déterminée en fonction du temps (t), 55

- **en ce que** la courbe (K) de quantité de fluide de refroidissement a une partie (16) de temps antérieure et une partie (17) de temps ultérieure se raccordant directement à la partie (16) de temps antérieure,
- **en ce que** la partie (12) du produit à laminier est refroidie activement pendant la partie (16) de temps antérieure par l'alimentation en le fluide (6) de refroidissement et n'est refroidie que passivement pendant la partie (17) de temps ultérieure sans alimentation en le fluide (6) de refroidissement et
- **en ce qu'un** laps (t₁) de temps de la partie (16) de temps antérieure est déterminée de manière à ce qu'au moins une proportion (p) de phase de la partie (12) du produit à laminier soit, à la fin de la partie (16) de temps antérieure dans le cas où la proportion (p) de phase diminue au cours du temps, au dessus de la proportion de phase finale et, dans le cas où la proportion (p) de phase augmente au cours du temps, en dessous de la proportion de phase finale.

3. Procédé suivant la revendication 2,
caractérisé en ce que la longueur de la partie (17) de temps ultérieure est déterminée de manière à ce que la proportion (p) de phase du produit (5) à laminier, au début de la partie (17) de temps ultérieure, et la proportion (p) de phase du produit (5) à laminier, à la fin de la partie (17) de temps ultérieure, encadre la proportion de phase finale. 25
4. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 3,
caractérisé en ce que les informations (TA) caractéristiques au moins en partie de la valeur (EA) d'enthalpie initiale comprennent une valeur (TA) de température initiale. 30
5. Procédé suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'une valeur (pA) de proportion de phase initiale est prescrite de manière fixe au dispositif (8) de commande ou **en ce que** le dispositif (8) de commande reçoit la valeur (pA) de proportion de phase initiale d'un opérateur (14) de la ligne (1) de refroidissement ou d'un dispositif (15) extérieur ou **en ce que** le dispositif (8) de commande détermine la valeur (pA) de proportion de phase initiale. 35
6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que dispositif (8) de commande détermine une courbe (T) de température et/ou une courbe (E) d'enthalpie de la partie (12) du produit à laminier. 40
7. Procédé suivant la revendication 6,
caractérisé en ce que le dispositif (8) de commande 45

de détermine en parallèle à la détermination de la courbe (T) de température et/ou de la courbe (E) d'enthalpie, au moins une courbe (p) de proportion de phase et prend en compte, lors de la détermination de la courbe (T) de température et/ou de la courbe (E) d'enthalpie, la au moins une courbe (p) de proportion de phase qui a été déterminée.

8. Procédé suivant la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** le dispositif (8) de commande détermine, au moyen de la courbe (T) de température et/ou de la courbe (E) d'enthalpie déterminée, un emplacement (x') ou un instant (t') où la partie (12) du produit à laminier a la valeur (EE) d'enthalpie finale. 5
9. Procédé suivant la revendication 8, **caractérisé en ce que** la valeur (EE) d'enthalpie finale déterminée à l'avance est rapportée à un emplacement (x'') déterminé à l'avance de la ligne (1) de refroidissement ou à un instant (t'') déterminé à l'avance, **en ce que** les dispositifs (8) de commande comparent l'emplacement (x') déterminé à l'emplacement (x'') déterminé à l'avance ou l'instant (t') déterminé à l'instant (t'') déterminé à l'avance et **en ce que** le dispositif (8) de commande corrige la courbe (K) de quantité de fluide de refroidissement au moyen de la comparaison. 20
10. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la valeur (EE) d'enthalpie finale déterminée à l'avance n'est rapportée ni à un emplacement déterminé à l'avance de la ligne (1) de refroidissement ni à un instant déterminé à l'avance. 25
11. Programme d'ordinateur, dans lequel le programme d'ordinateur comprend un code machine (10) qui peut être réalisé directement par un dispositif (8) de commande d'une ligne (1) de refroidissement d'un produit (5) à laminier, la réalisation du code machine (10) par le dispositif (8) de commande faisant que le dispositif (8) de commande fait fonctionner la ligne (1) de refroidissement selon un procédé suivant l'une des revendications précédentes. 30
12. Support de données ayant un programme (9) d'ordinateur suivant la revendication 11 mémorisé sur le support de données sous une forme exploitable par une machine. 35
13. Dispositif de commande d'une ligne (1) de refroidissement d'un produit (5) à laminier, le dispositif de commande étant tel qu'il fait fonctionner la ligne (1) de refroidissement selon un procédé suivant l'une des revendications 1 à 10. 40
14. Dispositif de commande suivant la revendication 13, 45

caractérisé en ce qu'il est constitué sous la forme d'un dispositif de commande programmable, qui exécute en fonctionnement un programme (9) d'ordinateur suivant la revendication 12.

15. Ligne de refroidissement d'un produit (5) à laminier, la ligne de refroidissement ayant un dispositif (8) de commande suivant la revendication 13 ou 14 de manière à ce que la ligne de refroidissement soit mise en fonctionnement par le dispositif (8) de commande selon un procédé suivant l'une des revendications 1 à 10. 50

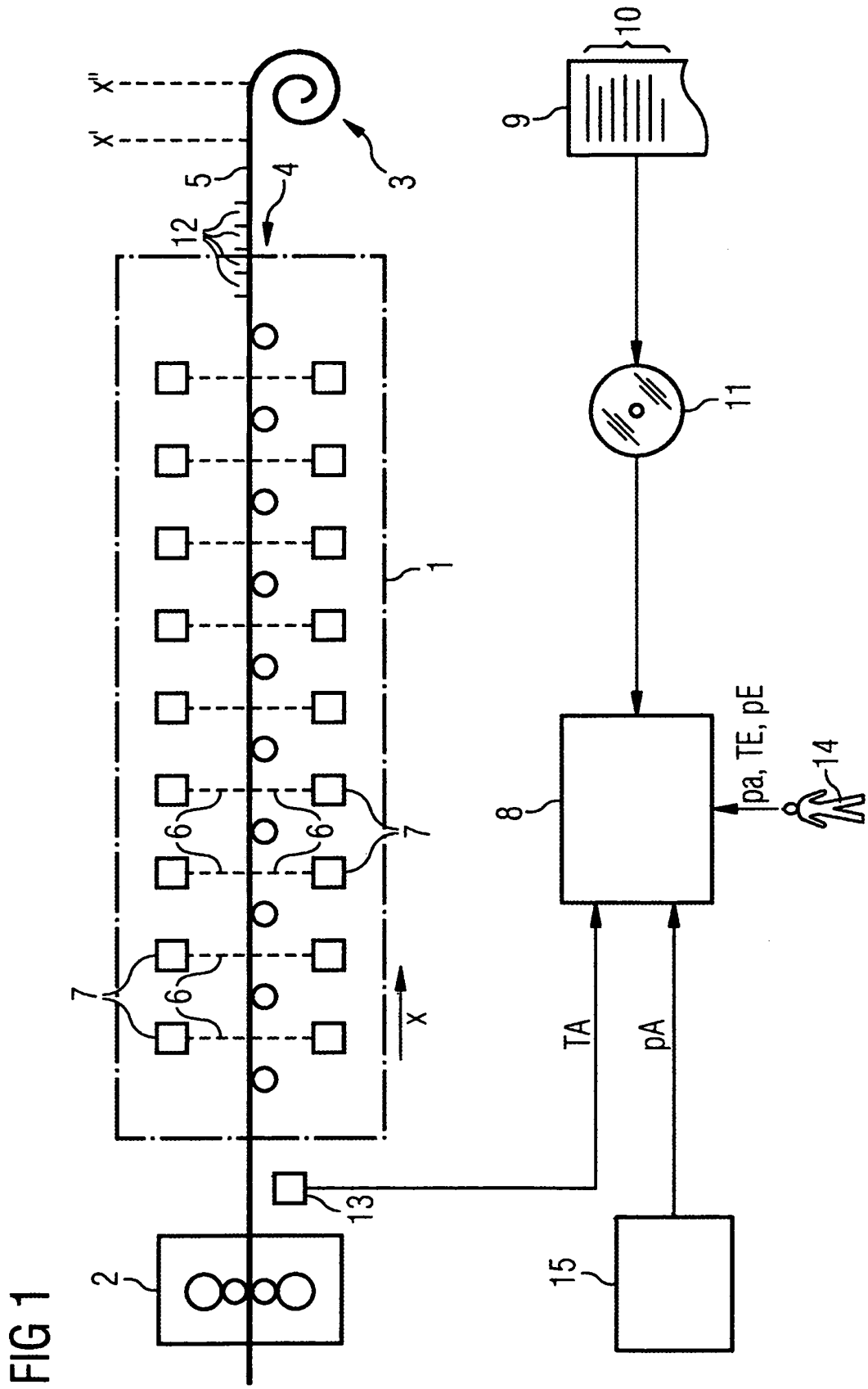


FIG 1

FIG 2

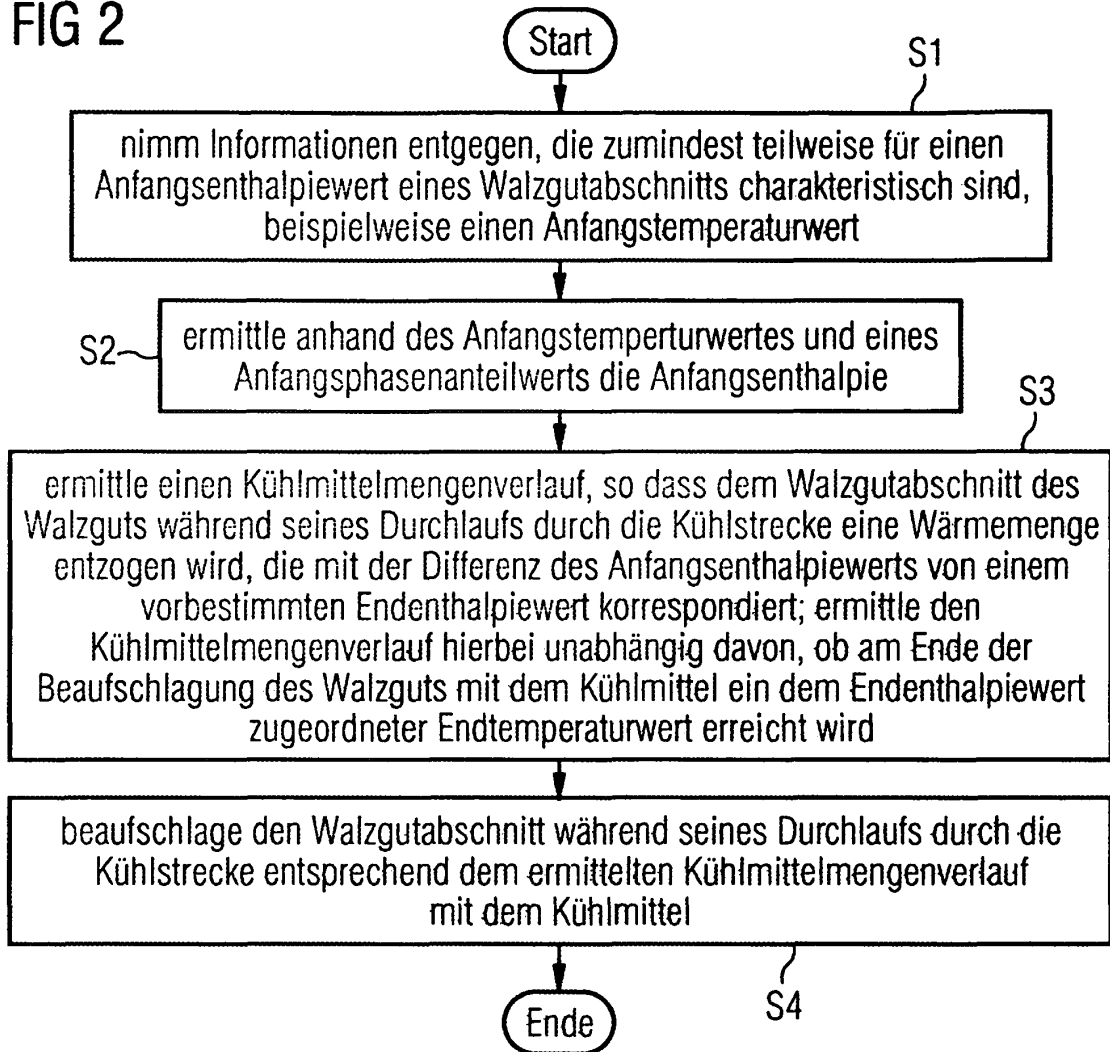


FIG 4

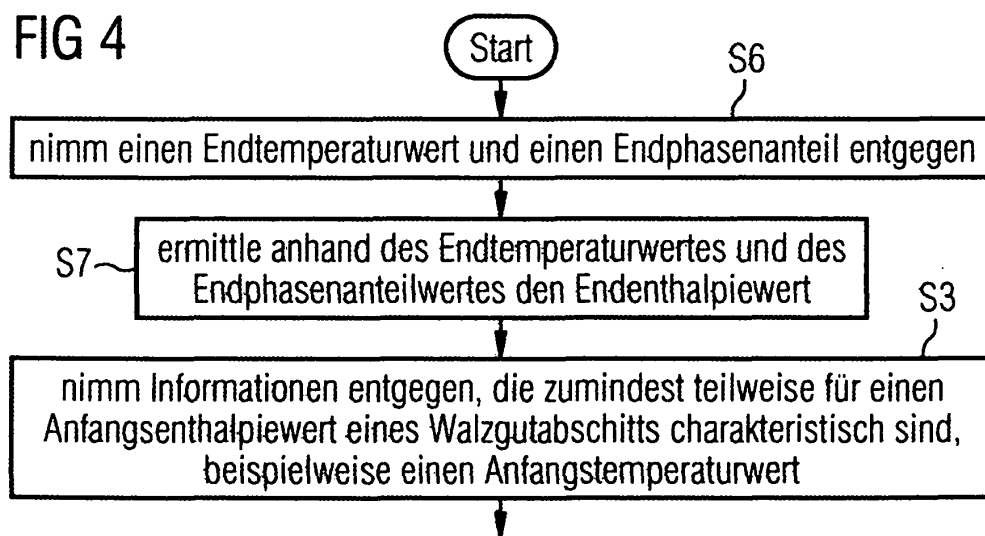


FIG 3

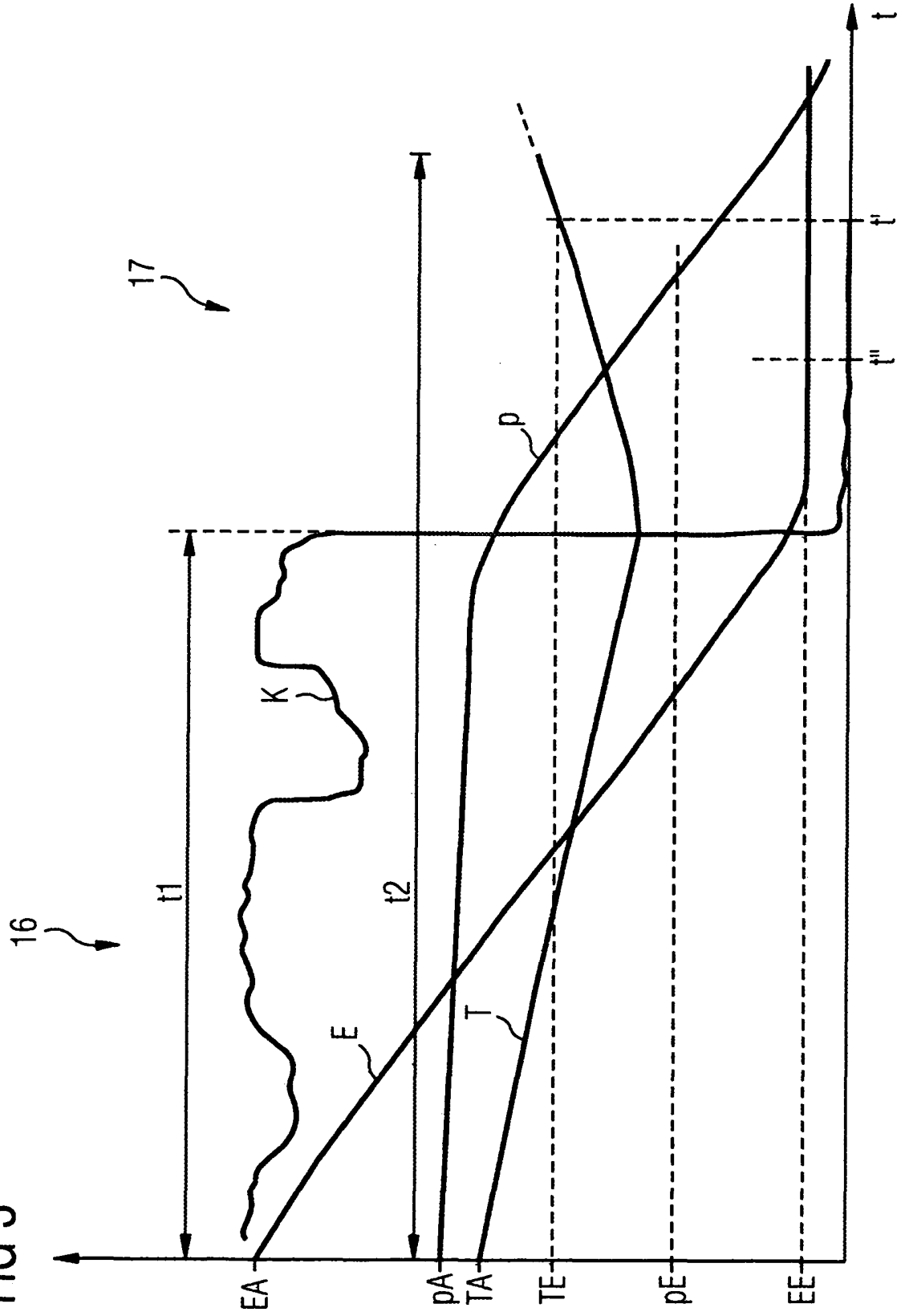


FIG 5

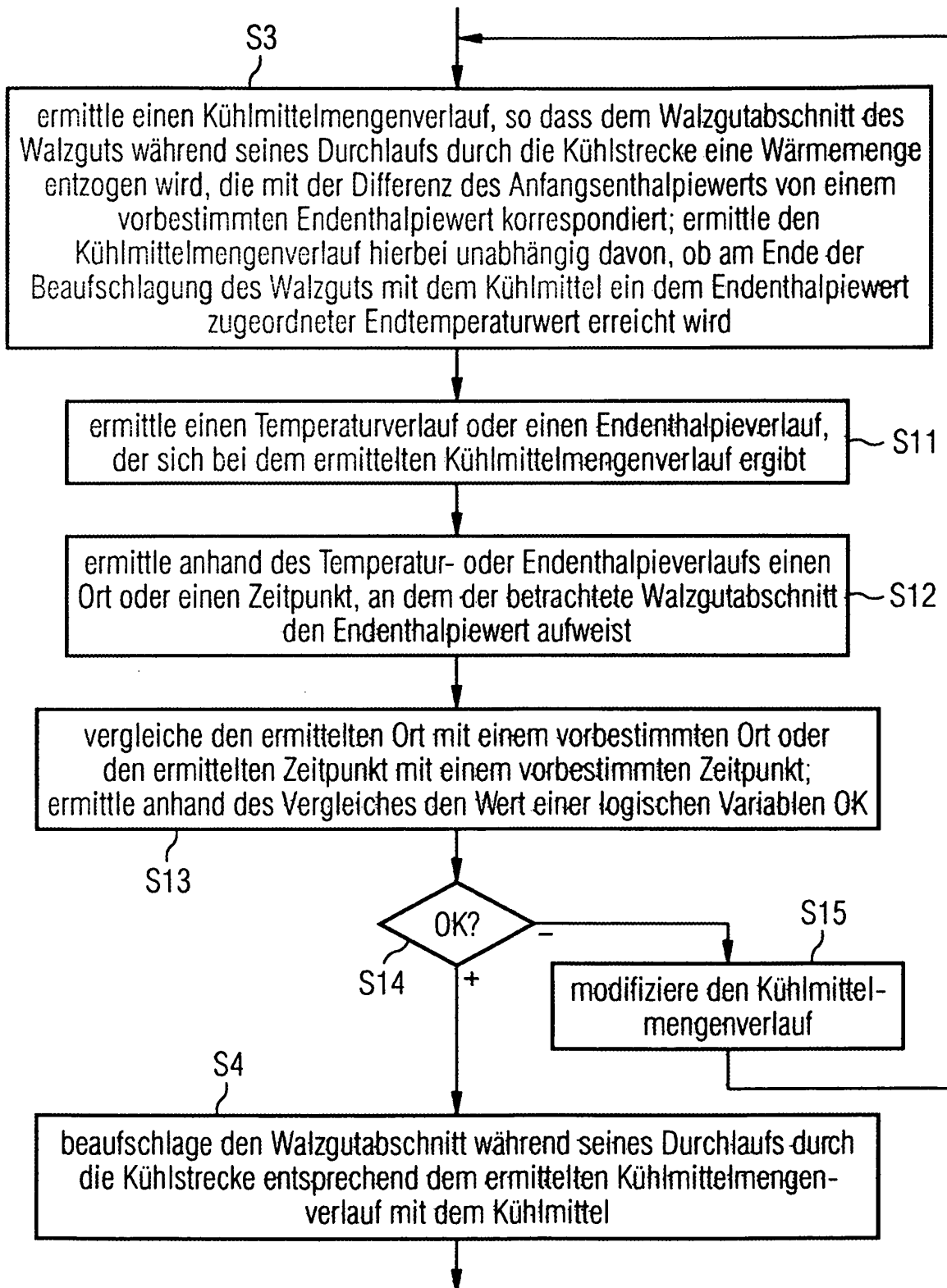
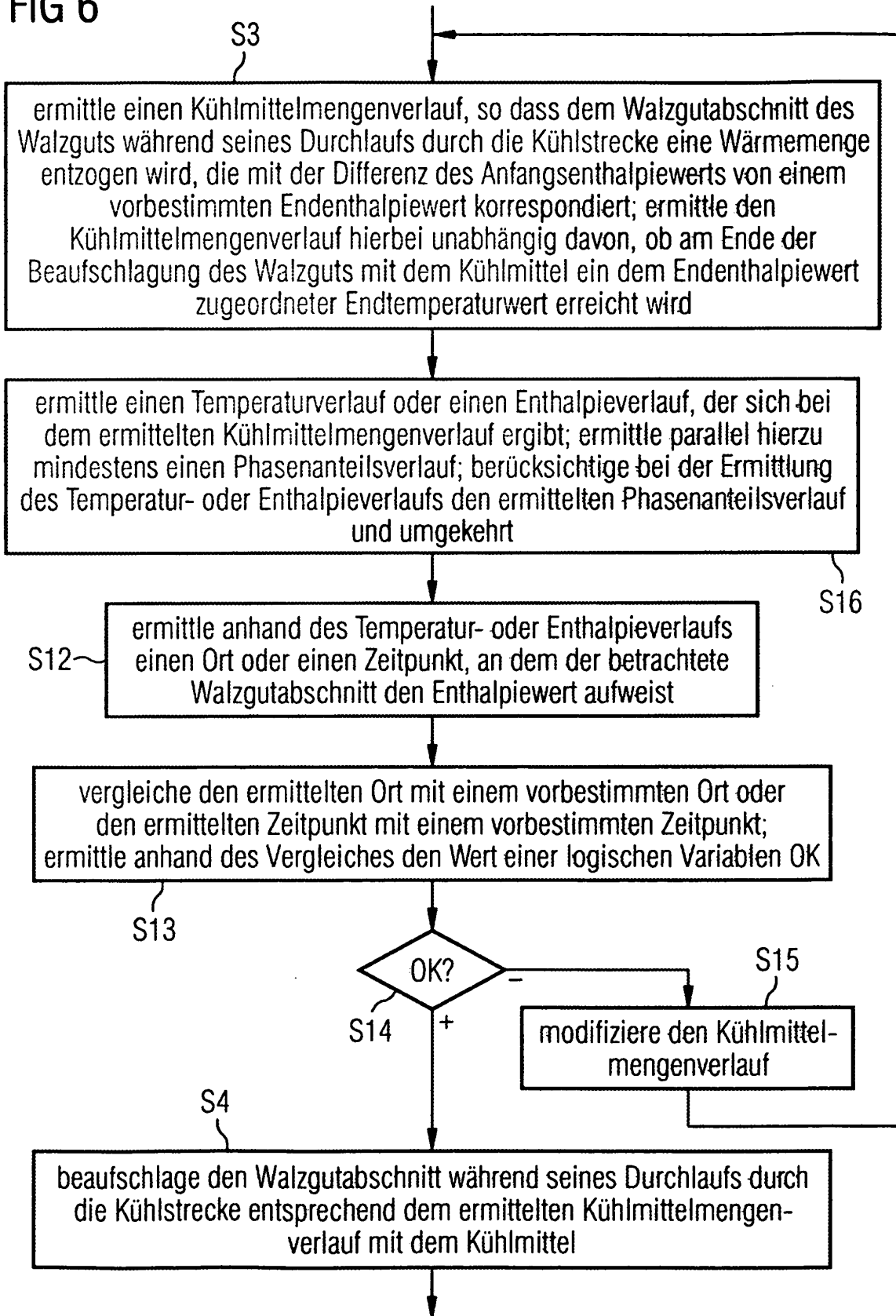


FIG 6



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

- EP 1732716 B1 [0010]
- DE 102007007560 [0011] [0012]
- WO 2004076085 A2 [0014]
- WO 03045599 A1 [0015]
- DE 10129565 A1 [0056] [0061]