

(19)



(11)

EP 2 386 365 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.11.2011 Patentblatt 2011/46

(51) Int Cl.:

B21B 37/74 ^(2006.01)**C21D 11/00** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **10162135.7**(22) Anmeldetag: **06.05.2010**

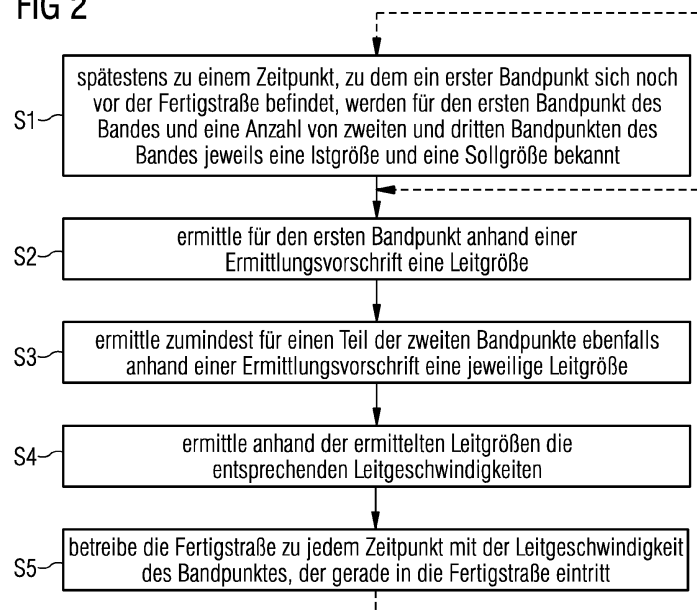
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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 SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**(72) Erfinder: **Weinzierl, Klaus
90480, Nürnberg (DE)**(54) **Betriebsverfahren für eine Fertigstraße mit Prädiktion der Leitgeschwindigkeit**

(57) Einem Steuerrechner (8) sind spätestens zu einem Zeitpunkt, zu dem ein erster Bandpunkt (12) eines Bandes (2) sich noch vor einer Fertigstraße (1) befindet, für den ersten und eine Anzahl von zweiten und dritten Bandpunkten (12, 13, 13') des Bandes (2) jeweils eine Istgröße (G) und eine Sollgröße (G*) bekannt. Für jeden Bandpunkt (12, 13, 13') ist die Istgröße (G) für den Ist-Energieinhalt charakteristisch, den der jeweilige Bandpunkt (12, 13, 13') an einem Ort (xE) vor der Fertigstraße (1) aufweist. Für jeden Bandpunkt (12, 13, 13') ist die Sollgröße (G*) für den Soll-Energieinhalt charakteristisch, den der jeweilige Bandpunkt (12, 13, 13') an einem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1) aufweist. Die zweiten Bandpunkte (13) laufen nach dem ersten Bandpunkt (12) in die Fertigstraße (1) ein, die dritten Bandpunkte (13') vor dem ersten Bandpunkt (12). Vor dem Einlaufen des

ersten Bandpunktes (12) in die Fertigstraße (1) ermittelt der Steuerrechner (8) für den ersten Bandpunkt (12) und zumindest einen Teil der zweiten Bandpunkte (13) anhand einer jeweiligen Ermittlungsvorschrift jeweils eine Leitgröße (L*). Anhand der jeweiligen Leitgröße (L*) ermittelt der Steuerrechner (8) jeweils eine Leitgeschwindigkeit (vL) und betreibt die Fertigstraße (1) zum Zeitpunkt des Einlaufens des jeweiligen Bandpunktes (12, 13) in die Fertigstraße (1) mit der jeweiligen Leitgeschwindigkeit (vL). Für die jeweilige Leitgröße (L*) gehen in deren Ermittlungsvorschrift Ist- und Sollgröße (G, G*) des zu diesem Zeitpunkt jeweils in die Fertigstraße (1) eintretenden Bandpunktes (12, 13) sowie Ist- und Sollgröße (G, G*) mindestens eines zu diesem Zeitpunkt bereits in die Fertigstraße (1) eingetretenen Bandpunktes (12, 13, 13') ein.

FIG 2**EP 2 386 365 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Fertigstraße zum Walzen eines Bandes,

- wobei einem Steuerrechner für die Fertigstraße spätestens zu einem Zeitpunkt, zu dem ein erster Bandpunkt des Bandes sich noch vor der Fertigstraße befindet, für den ersten Bandpunkt eine Istgröße und eine Sollgröße bekannt sind,
- wobei die Istgröße für den Ist-Energieinhalt des ersten Bandpunktes und Sollgröße für den Soll-Energieinhalt des ersten Bandpunktes charakteristisch sind,
- wobei die Istgröße auf einen Ort vor der Fertigstraße bezogen ist und die Sollgröße auf einen Ort hinter der Fertigstraße bezogen ist,
- wobei der Steuerrechner vor dem Einlaufen des ersten Bandpunktes in die Fertigstraße für den ersten Bandpunkt anhand einer Ermittlungsvorschrift eine Leitgröße ermittelt,
- wobei der Steuerrechner anhand der Leitgröße eine Leitgeschwindigkeit ermittelt und die Fertigstraße zum Zeitpunkt des Einlaufens des ersten Bandpunktes in die Fertigstraße mit der Leitgeschwindigkeit betreibt,
- wobei in die Ermittlungsvorschrift für die Leitgröße die Istgröße und die Sollgröße des in die Fertigstraße eintretenden Bandpunktes eingehen.

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

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

[0004] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Fertigstraße zum Walzen eines Bandes, die mit einem derartigen Steuerrechner ausgestattet ist.

[0005] Eine Warmbandstraße besteht in der Regel zumindest aus einer Fertigstraße und einer der Fertigstraße nachgeordneten Kühlstrecke. Gegebenenfalls kann - alternativ oder zusätzlich zur Kühlstrecke - der Fertigstraße eine Vorstraße vorgeordnet sein oder kann der Fertigstraße eine Gießeinrichtung vorgeordnet sein.

[0006] Die Fertigstraße weist eine Anzahl von Walzgerüsten auf. Die Anzahl an Walzgerüsten kann nach Bedarf bestimmt sein. In der Regel sind mehrere Walzgerüste vorhanden, beispielsweise vier bis sieben Walzgerüste. In Einzelfällen kann jedoch auch nur ein einziges Walzgerüst vorhanden sein. Für jedes Walzgerüst - unabhängig von deren Anzahl - wird bei jedem durchzuführenden Walzstich eine Sollstichabnahme vorgegeben. Falls mehrere Walzgerüste vorhanden sind, werden weiterhin in der Regel ein- und/oder auslaufseitige Sollzüge vorgegeben. Falls nur ein einziges Walzgerüst vorhanden ist, kann ein- und/oder auslaufseitiger Sollzug vorgegeben sein. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

[0007] Eine der Zielgrößen, die bei einer Warmbandstraße eingehalten werden sollen, ist die Endwalztemperatur, das heißt die Temperatur, mit der das Band aus der Fertigstraße ausläuft. Alternativ zur Endwalztemperatur kann auch eine andere, den Energieinhalt des Bandes an diesem Ort beschreibende Größe verwendet werden, beispielsweise die Enthalpie. Die Zielgröße soll möglichst über die gesamte Länge des Bandes eingehalten werden. Die Zielgröße kann alternativ konstant sein oder über die Länge des Bandes variieren.

[0008] Zum Erreichen der Zielgröße wird in der Regel die Leitgeschwindigkeit der Fertigstraße entsprechend eingestellt. Die Leitgeschwindigkeit ist eine Geschwindigkeit, aus der - gegebenenfalls in Verbindung mit den in der Fertigstraße einzustellenden Stichabnahmen und Sollzügen - die innerhalb der Fertigstraße auftretenden Band- und Walzenumfangsgeschwindigkeiten eindeutig ermittelbar sind. Beispielsweise kann es sich um eine fiktive Geschwindigkeit des Bandkopfes oder um die Drehzahl des ersten Walzgerüsts der Fertigstraße handeln. Die Leitgeschwindigkeit kann beispielsweise als Funktion als Ortes des Bandkopfes definiert sein.

[0009] Als weitere Stellglieder können gegebenenfalls Zwischengerüst-Kühleinrichtungen und/oder ein der Fertigstraße vorgeordneter Induktionsofen vorhanden sein. Diese Stellglieder wirken - ebenso wie Kühleinrichtungen der Kühlstrecke - nur lokal auf das Band. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist das Vorhandensein dieser weiteren Stellglieder jedoch von untergeordneter Bedeutung. Entscheidend kommt es auf die Leitgeschwindigkeit (oder eine für die Leitgeschwindigkeit charakteristische Größe, beispielsweise den Massenfluss) und deren Ermittlung an.

[0010] Wie bereits erwähnt, ist der Fertigstraße in der Regel eine Kühlstrecke nachgeordnet. In der Kühlstrecke wird das Band in definierter Weise auf eine Haspeltemperatur (bzw. -enthalpie) abgekühlt. Die Geschwindigkeit, mit der das Band die Kühlstrecke durchläuft ist durch die Leitgeschwindigkeit festgelegt. Die Einstellung der für die einzelnen Bandpunkte geforderten Abkühlverläufe erfolgt dadurch, dass die Bandpunkte wegverfolgt werden und Stellventile der Kühleinrichtungen der Kühlstrecke, welche den Kühlmittelmengenfluss einstellen, zeitrichtig angesteuert werden.

[0011] Die Stellventile weisen in der Praxis erhebliche Verzögerungszeiten auf, die oftmals in der Größenordnung von mehreren Sekunden liegen. Um die Stellventile rechtzeitig vorher ansteuern zu können, ist es daher erforderlich, rechtzeitig vorher zu wissen, wann ein bestimmter Bandpunkt sich im Einflussbereich einer bestimmten Kühleinrichtung befindet. Um genau berechnen zu können, wann ein bestimmter Bandpunkt in diesen Einflussbereich eintritt und wann er aus ihm austritt, ist es erforderlich, nicht nur den Momentanwert der Leitgeschwindigkeit zu kennen, sondern auch den zukünftigen Verlauf der Leitgeschwindigkeit, zumindest im Rahmen der Verzögerungszeit der Stellventile. Darüber hinaus beeinflusst auch die Durchlaufzeit als solche, also die Zeit, die der jeweilige Bandpunkt zum Durchlaufen der Kühlstrecke benötigt, die Haspeltemperatur. Auch die Durchlaufzeit wird - selbstverständlich - durch den Verlauf der Leitgeschwindigkeit beeinflusst.

[0012] Im Stand der Technik ist bekannt, den Leitgeschwindigkeitsverlauf auf vereinfachte Weise zu ermitteln. Beispielsweise wird ein Anfangswert vorgegeben, mit dem der Bandkopf die Fertigstraße durchlaufen soll. Weiterhin wird eine Beschleunigungsrampe vorgegeben, über die das Band auf eine Endgeschwindigkeit beschleunigt wird, sobald der Bandkopf aus der Fertigstraße ausgelaufen ist. Diese Vorgehensweise erweist sich in der Praxis als untauglich, um eine vorgegebene Sollendwalztemperatur (bzw. einen entsprechenden Temperaturverlauf) mit hoher Genauigkeit einzuhalten.

[0013] Im Stand der Technik ist weiterhin bekannt, die (tatsächliche) Endwalztemperatur zu erfassen und die Leitgeschwindigkeit im Sinne einer Minimierung der Abweichung der tatsächlichen Endwalztemperatur von der vorgegebenen Sollendwalztemperatur nachzuführen. Diese Nachführung kann mittels eines klassischen oder - wie beispielsweise in der DE 103 21 791 A1 beschrieben - mittels einer modellprädiktiven Regelung erfolgen. Unabhängig von der Art der Regelung (klassisch oder modellprädiktiv) erfolgt der Regeleingriff, also das Verändern der Leitgeschwindigkeit, jedoch simultan zum Ermitteln der Leitgeschwindigkeit. Eine etwaige Prädiktion beschränkt sich - analog zur unregelmäßigen Vorgehensweise - auf die Vorgabe einer zukünftig erwarteten Beschleunigungsrampe. Ob auf Grund der Soll- und Istgrößen des nächsten Regelschrittes tatsächlich die vorhergesagte Leitgeschwindigkeit angenommen wird, ist nicht sicher. Ferner erstreckt sich die Prädiktion systembedingt auf einen einzelnen Regelschritt.

[0014] Diese Vorgehensweise erweist sich in der Praxis zwar in der Regel als geeignet, eine vorgegebene Sollendwalztemperatur (bzw. einen entsprechenden Verlauf) mit hoher Genauigkeit einzuhalten. Jedoch ist bei dieser Vorgehensweise nicht vorhersagbar, in welche Richtung und um welchen Wert die Leitgeschwindigkeit im nächsten Regelschritt tatsächlich variieren wird. Die etwaige Prädiktion ist mehr ein Raten als ein echtes Ermitteln.

[0015] Darüber hinaus wäre die Prädiktion selbst dann, wenn sie korrekt bzw. zumindest in etwa korrekt wäre, bei der Lehre der DE 103 21 791 A1 prinzipiell auf einen einzigen Regelschritt beschränkt. Dies wäre für ein rechtzeitiges Nachführen der Steuersignale für die Stellglieder der Kühlstrecke oder von Zwischengerüst-Kühleinrichtungen der Fertigstraße völlig unzureichend. Das Variieren der Leitgeschwindigkeit führt daher dazu, dass die von den Stellgliedern der Kühlstrecke aufgetragenen Kühlmittelmengen nicht auf die Bandpunkte aufgebracht werden, für welche die Kühlmittelmengen zuvor berechnet wurden. Es ergeben sich daher Abweichungen der Temperatur (bzw. des Energieinhalts) der Bandpunkte am Ende der Kühlstrecke (beispielsweise an einem Haspel) von gewünschten Sollwerten. Das genaue Einhalten der Endwalztemperatur wird daher im Stand der Technik mit einer erhöhten Schwankung beispielsweise der Haspeltemperatur "erkauft".

[0016] In der älteren, am Anmeldetag der vorliegenden Erfindung noch nicht veröffentlichten europäischen Patentanmeldung 09 171 068.1 (Anmeldetag 23.09.2009) ist eine modellprädiktive Regelung beschrieben, welche eine Fertigstraße und eine Kühlstrecke mittels einer Prognose gemeinsam regelt. Hierbei wird auch der Massenfluss prädiziert. Dieser Ansatz benötigt von Stellgliedern der Kühlstrecke ausgegebene Kühlmittelmengen, um den Massenfluss ermitteln zu können. Weiterhin wird auch hier stets der Massenfluss sofort nachgeregelt. Auch dieser Ansatz löst daher nicht das Problem, zuverlässig vorab einen Leitgeschwindigkeitsverlauf ermitteln zu können.

[0017] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, auf zuverlässige Weise bereits vor dem Einlaufen eines Bandpunktes in die Fertigstraße die Leitgröße nicht nur für diesen Bandpunkt, sondern auch für nach diesem Bandpunkt in die Fertigstraße einlaufende Bandpunkte realitätsgetreu ermitteln zu können.

[0018] Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren für eine Fertigstraße mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 14.

[0019] Erfindungsgemäß ist vorgesehen,

- dass einem Steuerrechner für die Fertigstraße spätestens zu einem Zeitpunkt, zu dem ein erster Bandpunkt des Bandes sich noch vor der Fertigstraße befindet, für den ersten Bandpunkt, eine Anzahl von zweiten Bandpunkten und eine Anzahl von dritten Bandpunkten des Bandes jeweils eine Istgröße und eine Sollgröße bekannt sind,
- dass für jeden Bandpunkt die jeweilige Istgröße für den Ist-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes und die jeweilige Sollgröße für den Soll-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes charakteristisch sind,
- dass für jeden Bandpunkt die jeweilige Istgröße auf einen Ort vor der Fertigstraße bezogen ist und die jeweilige Sollgröße auf einen Ort hinter der Fertigstraße bezogen ist,
- dass die zweiten Bandpunkte nach dem ersten Bandpunkt und die dritten Bandpunkte vor dem ersten Bandpunkt

in die Fertigstraße einlaufen,

- dass der Steuerrechner vor dem Einlaufen des ersten Bandpunktes in die Fertigstraße für den ersten Bandpunkt und zumindest einen Teil der zweiten Bandpunkte anhand einer für den jeweiligen Bandpunkt spezifischen Ermittlungsvorschrift jeweils eine Leitgröße ermittelt,
- dass der Steuerrechner anhand der für den jeweiligen Bandpunkt ermittelten Leitgröße jeweils eine Leitgeschwindigkeit ermittelt und die Fertigstraße zum Zeitpunkt des Einlaufens des jeweiligen Bandpunktes in die Fertigstraße mit der jeweiligen Leitgeschwindigkeit betreibt und
- dass für die jeweilige Leitgröße in deren Ermittlungsvorschrift die Istgröße und die Sollgröße des zu diesem Zeitpunkt jeweils in die Fertigstraße eintretenden Bandpunktes sowie die Istgröße und die Sollgröße mindestens eines zu diesem Zeitpunkt bereits in die Fertigstraße eingetretenen Bandpunktes eingehen.
Beispielsweise kann vorgesehen sein,
- dass der Steuerrechner jede der Leitgrößen anhand einer Vielzahl von Einzelleitgrößen ermittelt,
- dass jede Einzelleitgröße jeweils auf einen der Bandpunkte bezogen ist, dessen Ist- und Sollgröße in die Ermittlung der jeweiligen Leitgröße eingehen,
- dass der Steuerrechner für jeden Bandpunkt dessen Einzelleitgröße derart ermittelt, dass eine jeweilige Erwartungsgröße mit der korrespondierenden Sollgröße übereinstimmt, und
- dass die jeweilige Erwartungsgröße für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, den der jeweilige Bandpunkt an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße bezogen ist, annehmen würde, wenn der Steuerrechner die Fertigstraße während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes durch die Fertigstraße mit einer mit der Einzelleitgröße korrespondierenden Leitgeschwindigkeit betreiben würde.

[0020] Zum Ermitteln der jeweiligen Leitgröße anhand der jeweiligen Vielzahl von Einzelleitgrößen kann der Steuerrechner beispielsweise eine gewichtete oder ungewichtete Mittelwertbildung vornehmen.

[0021] Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Steuerrechner für jeden Bandpunkt, für den er dessen Leitgröße ermittelt,

- anhand der Istgrößen, die in die Ermittlung der Leitgröße für den jeweiligen Bandpunkt eingehen, eine effektive Istgröße und anhand der Sollgrößen, die in die Ermittlung der Leitgröße für den jeweiligen Bandpunkt eingehen, eine effektive Sollgröße ermittelt,
- eine Erwartungsgröße ermittelt, die für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, den der jeweilige Bandpunkt an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die effektive Sollgröße bezogen ist, annehmen würde, wenn der Steuerrechner die Fertigstraße während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes durch die Fertigstraße mit einer mit der Leitgröße für den jeweiligen Bandpunkt korrespondierenden Leitgeschwindigkeit betreiben würde, und
- die Leitgröße derart ermittelt, dass die Erwartungsgröße an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die effektive Sollgröße bezogen ist, die effektive Sollgröße aufweist.

[0022] Auch hier kann der Steuerrechner zum Ermitteln der effektiven Istgröße und der effektiven Sollgröße eine gewichtete oder ungewichtete Mittelwertbildung vornehmen.

[0023] Ebenso kann alternativ vorgesehen sein,

- dass der Steuerrechner zum Ermitteln der Leitgrößen die Leitgrößen zunächst als vorläufige Werte ansetzt,
- dass der Steuerrechner für den ersten Bandpunkt und zumindest einen Teil der zweiten und dritten Bandpunkte eine jeweilige Erwartungsgröße ermittelt,
- dass jede Erwartungsgröße für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, den der jeweilige Bandpunkt an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße bezogen ist, annehmen würde, wenn der Steuerrechner die Fertigstraße während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes durch die Fertigstraße mit Leitgeschwindigkeiten betreiben würde, die mit den angesetzten Leitgrößen korrespondieren, und
- dass der Steuerrechner die angesetzten Leitgrößen variiert, so dass eine Zielfunktion optimiert wird, in die die Beträge der Differenzen der Erwartungsgrößen von den korrespondierenden Sollgrößen eingehen.

[0024] Bei der letztgenannten Alternative ist vorzugsweise vorgesehen, dass in die Zielfunktion zusätzlich auch ein Strafterm eingeht, mittels dessen Änderungen der Leitgeschwindigkeit bestraft werden.

[0025] Unabhängig davon, welche der drei oben genannten Alternativen ergriffen wird, ist das erfindungsgemäße Betriebsverfahren immer noch sehr rechenintensiv. Zur Reduzierung des Rechenaufwands ist vorzugsweise vorgesehen,

- dass der Steuerrechner vorab ein Datenfeld erstellt, in dem der Steuerrechner für eine Vielzahl von möglichen

Leitgeschwindigkeiten und möglichen Istgrößen die sich für die jeweilige mögliche Istgröße bei der jeweiligen möglichen Leitgeschwindigkeit ergebende Erwartungsgröße hinterlegt, und

- dass der Steuerrechner die Leitgrößen für die Bandpunkte unter Verwendung des Datenfeldes ermittelt.

5 **[0026]** Das Betriebsverfahren, so wie es bisher beschrieben worden ist, arbeitet bereits recht gut. Es kann dadurch noch weiter verbessert werden, dass der Steuerrechner

- zumindest für einen Teil der Bandpunkte eine jeweilige Erwartungsgröße ermittelt, die für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, der für den jeweiligen Bandpunkt an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße bezogen ist, auf Grund der Leitgeschwindigkeiten, mit denen der Steuerrechner die Fertigstraße während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunkts durch die Fertigstraße betreibt, erwartet wird,
- nach dem Durchlauf des jeweiligen Bandpunktes durch die Fertigstraße eine Messgröße entgegen nimmt, die für einen Ist-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die korrespondierende Sollgröße bezogen ist, charakteristisch ist, und
- anhand eines Vergleichs des erwarteten Energieinhalts mit dem Ist-Energieinhalt selbsttätig ein Modell der Fertigstraße (1) adaptiert und
- das Modell der Fertigstraße dadurch adaptiert, dass er bei der Verwendung des Datenfeldes auf die Istgrößen einen Offset addiert, die Leitgeschwindigkeiten mit einem Skalierungsfaktor skaliert und/oder auf sie einen Offset addiert und/oder auf die unter Verwendung des Datenfeldes ermittelten Erwartungsgrößen einen Offset addiert.

25 **[0027]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung gehen für jede Leitgröße in deren Ermittlung die Istgröße und die Sollgröße der bereits in die Fertigstraße eingetretenen Punkte nur dann ein, wenn diese Bandpunkte zu dem Zeitpunkt, für den die jeweilige Leitgröße ermittelt wird, noch nicht aus der Fertigstraße ausgetreten sind. Insbesondere können in die Ermittlung der Leitgröße für einen bestimmten Bandpunkt die Ist- und Sollgrößen aller Bandpunkte eingehen, die sich zum Zeitpunkt des Eintretens des bestimmten Bandpunkts in die Fertigstraße in der Fertigstraße befinden.

30 **[0028]** Das Betriebsverfahren, so wie es bisher beschrieben worden ist, arbeitet bereits recht gut. Es kann dadurch noch weiter verbessert werden, dass der Steuerrechner zumindest für einen Teil der Bandpunkte

- eine jeweilige Erwartungsgröße ermittelt, die für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, der für den jeweiligen Bandpunkt an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße bezogen ist, auf Grund der Leitgeschwindigkeiten, mit denen der Steuerrechner die Fertigstraße während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunkts durch die Fertigstraße betreibt, erwartet wird,
- nach dem Durchlauf des jeweiligen Bandpunktes durch die Fertigstraße eine Messgröße entgegen nimmt, die für einen Ist-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes an dem Ort hinter der Fertigstraße, auf den die korrespondierende Sollgröße bezogen ist, charakteristisch ist, und
- anhand eines Vergleichs des erwarteten Energieinhalts mit dem Ist-Energieinhalt selbsttätig zumindest einen Teil der bereits ermittelten Leitgrößen nachführt.

40 **[0029]** Wenn der Steuerrechner den erwarteten Energieinhalt mit dem Ist-Energieinhalt vergleicht und die Leitgrößen nachführt, ist es möglich, dass der Rechner den Vergleich für alle Bandpunkte nacheinander ausführt. Es ist jedoch hinreichend, den Vergleich für einen Teil der Bandpunkte durchzuführen, beispielsweise für jeden dritten oder jeden zehnten Bandpunkt.

45 **[0030]** Wenn der Steuerrechner die Leitgrößen nachführt, berücksichtigt der Steuerrechner selbstverständlich bei der Ermittlung von Erwartungsgrößen den geänderten Leitgrößenverlauf.

[0031] Es ist möglich, dass der Steuerrechner das Nachführen für alle bereits ermittelten Leitgrößen vornimmt. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, dass der Steuerrechner anhand des Vergleichs selbsttätig nur diejenigen Leitgrößen nachführt, die für Bandpunkte ermittelt wurden, die zum Zeitpunkt des Nachführens vom Eingang der Fertigstraße einen Mindestabstand aufweisen. Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Steuerrechner oder eine andere Steuereinrichtung die ermittelten Leitgrößen zur Ermittlung mindestens einer weiteren Stellgröße verwendet und die weitere Stellgröße um eine Totzeit verzögert und nur lokal auf das Band wirkt. Optimal ist diese Vorgehensweise, wenn der Mindestabstand derart bestimmt ist, dass eine mit dem Mindestabstand korrespondierende Zeitdifferenz mindestens so groß wie die Totzeit ist.

55 **[0032]** Zusätzlich zum Nachführen bereits ermittelter Leitgrößen kann der Steuerrechner - selbstverständlich - die Ermittlungsvorschrift für noch nicht ermittelte Leitgrößen als solche adaptieren. Das Adaptionsergebnis kann, je nach Lage des Einzelfalls, bereits bei der Ermittlung weiterer Leitgrößen desselben Bandes oder erst bei der Ermittlung von Leitgrößen für nachfolgende Bänder berücksichtigt werden.

[0033] Die beiden zuletzt genannten Vorgehensweisen - Stichwort "Nachführen bereits ermittelter Leitgrößen" einerseits und "Adaptieren der Ermittlungsvorschrift" andererseits können beispielsweise derart miteinander verkoppelt sein, dass der Steuerrechner ein Modell der Fertigstraße umfasst, mittels dessen ermittelt wird, welche Temperatur für einen Bandpunkt auslaufseitig der Fertigstraße erwartet wird, wenn der jeweilige Bandpunkt einlaufseitig der Fertigstraße eine gegebene Temperatur aufweist und die Fertigstraße durchläuft, während die Fertigstraße mit einer gegebenen Leitzgeschwindigkeit betrieben wird. In diesem Fall kann das Modell sofort adaptiert werden. Dies entspricht dem Adaptieren der Ermittlungsvorschrift. Sodann wird für mindestens eine der bereits ermittelten Leitgrößen die Leitgröße unter Verwendung des adaptierten Modells der Fertigstraße neu ermittelt. Dies entspricht vom Ansatz her dem Nachführen der bereits ermittelten Leitgrößen. Gegebenenfalls kann ein weicher Übergang von den ursprünglich ermittelten Leitgrößen zu den neu ermittelten Leitgrößen erfolgen.

[0034] Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren stellt bereits dann einen erheblichen Fortschritt gegenüber dem Stand der Technik dar, wenn der Prädiktionshorizont relativ klein ist, beispielsweise drei bis fünf Bandpunkte beträgt. Seine volle Überlegenheit zeigt das erfindungsgemäße Betriebsverfahren jedoch insbesondere dann, wenn der erste Bandpunkt und der Teil der zweiten Bandpunkte, für die deren jeweilige Leitgröße vor dem Einlaufen des ersten Bandpunktes in die Fertigstraße ermittelt wurde, einem Prädiktionshorizont entsprechen, der mindestens so groß wie die Totzeit ist, mit der die weitere Stellgröße auf das Band wirkt. Dies gilt insbesondere im Zusammenwirken mit dem Nachführen der bereits ermittelten Leitgrößen, wenn das Nachführen ebenfalls auf die genannte Totzeit abgestimmt ist.

[0035] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass der Steuerrechner die ermittelten Leitgrößen oder die entsprechenden Leitzgeschwindigkeiten durch einen Spline aneinander kettet, so dass ein sich durch die Verkettung ergebender Leitzgeschwindigkeitsverlauf stetig und differenzierbar ist. Der sich ergebende Vorteil besteht in einem sanfteren und gleichmäßigeren Betrieb der Fertigstraße. Dies gilt ganz besonders, wenn der sich ergebende Leitgrößenverlauf nicht nur differenzierbar ist, sondern stetig differenzierbar ist.

[0036] Der Steuerrechner führt das Ermitteln der Leitgrößen vorzugsweise im Rahmen einer Vorausberechnung online oder in Echtzeit aus.

[0037] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird weiterhin durch ein Computerprogramm der eingangs genannten Art gelöst. Das Computerprogramm ist in diesem Fall derart ausgestaltet, dass der Steuerrechner ein Betriebsverfahren mit allen Schritten eines erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ausführt.

[0038] Die Aufgabe wird weiterhin durch einen Steuerrechner für eine Fertigstraße zum Walzen eines Bandes gelöst, der derart ausgebildet ist, dass er im Betrieb ein derartiges Betriebsverfahren ausführt.

[0039] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Fertigstraße zum Walzen eines Bandes gelöst, die mit einem derartigen Steuerrechner ausgestattet ist.

[0040] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

- FIG 1 schematisch eine Warmbandstraße,
- FIG 2 ein Ablaufdiagramm,
- FIG 3 bis 6 beispielhaft verschiedene Zustände einer Fertigstraße,
- FIG 7 beispielhaft eine Momentaufnahme der Fertigstraße,
- FIG 8 bis 11 Ablaufdiagramme,
- FIG 12 ein Modell der Fertigstraße,
- FIG 13 ein Ablaufdiagramm,
- FIG 14 ein Zeitdiagramm und
- FIG 15 ein Ablaufdiagramm.

[0041] Gemäß FIG 1 umfasst eine Warmbandstraße zumindest eine Fertigstraße 1. In der Fertigstraße 1 soll ein Band 2 gewalzt werden. Das Band 2 ist in der Regel ein Metallband, beispielsweise ein Stahlband. Alternativ (zu Stahl) kann das Band aus Kupfer, Messing, Aluminium oder einem anderen Metall bestehen.

[0042] Die Fertigstraße 1 weist zum Walzen des Bandes 2 ein Walzgerüst 3 oder - wie in FIG 1 dargestellt - mehrere Walzgerüste 3 auf. Dargestellt sind in Figur 1 drei solcher Walzgerüste 3. Die tatsächliche Anzahl an Walzgerüsten 3 kann, wie dargestellt, drei sein. Alternativ kann sie von drei verschieden sein, insbesondere größer sein. In der Regel beträgt die Anzahl an Walzgerüsten 3 vier bis acht, insbesondere 5 bis 7. Weiterhin sind von den Walzgerüsten 3 in FIG 1 nur die Arbeitswalzen dargestellt (2-high). In der Regel umfassen die Walzgerüste 3 zusätzlich zu den Arbeitswalzen Stützwalzen (4-high), manchmal zusätzlich auch noch Zwischenwalzen (6-high).

[0043] Die Fertigstraße 1 kann eine Heizeinrichtung 4 aufweisen, beispielsweise einen Induktionsofen. Wenn die Heizeinrichtung 4 vorhanden ist, befindet sie sich in der Regel am Eingang der Fertigstraße 1. Alternativ oder zusätzlich können - analog zu Zwischengerüstkühleinrichtungen - auch zwischen den Walzgerüsten 3 Heizeinrichtungen vorhanden sein. Die Heizeinrichtung 4 wird, falls sie vorhanden ist, im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Bestandteil der Fertigstraße 1 angesehen. Alternativ oder zusätzlich zur Heizeinrichtung 4 kann die Fertigstraße 1 Zwischengerüstküh-

leinrichtungen 5 aufweisen. Wenn die Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 vorhanden sind, ist jede Zwischengerüstkühleinrichtung 5 von zwei der Walzgerüste 3 eingegabelt. Sie sind, falls sie vorhanden sind, Bestandteil der Fertigstraße 1. Jede Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 weist je mindestens ein Stellventil 5' und mindestens eine Spritzdüse 5'' auf.

[0044] Der Fertigstraße 1 kann weiterhin eine Kühlstrecke 6 nachgeordnet sein. Wenn die Kühlstrecke 6 vorhanden ist, weist sie Kühleinrichtungen 7 auf. Jede Kühleinrichtung 7 weist je mindestens ein Stellventil 7' und mindestens eine Spritzdüse 7'' auf.

[0045] Sowohl mittels der Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 als auch mittels der Kühleinrichtungen 7 wird das Band 2 mit einem flüssigen Kühlmedium (in der Regel Wasser mit oder ohne Beimischungen) gekühlt. Der Unterschied zwischen den Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 und den Kühleinrichtungen 7 der Fertigstraße 6 besteht darin, dass die Kühleinrichtungen 7 hinter dem letzten Walzgerüst 3 der Fertigstraße 1 angeordnet sind, die Zwischengerüstkühleinrichtungen 5 zwischen je zwei der Walzgerüste 3.

[0046] Gemäß Figur 1 ist die Fertigstraße 1 weiterhin mit einem Steuerrechner 8 ausgestattet. Der Steuerrechner 8 dient zumindest der Steuerung der Fertigstraße 1, also der Walzgerüste 3 und - falls vorhanden - der Heizeinrichtung 4 und der Zwischengerüstkühleinrichtungen 5. Gegebenenfalls kann der Steuerrechner 8 auch weitere Einrichtungen steuern, beispielsweise die Kühlstrecke 6 und deren Kühleinrichtungen 7. Alternativ kann die Kühlstrecke 6 von einer anderen Steuereinrichtung 8' gesteuert werden.

[0047] Die Wirkungsweise des Steuerrechners 8 wird durch ein Computerprogramm 9 bestimmt, das dem Steuerrechner 8 - beispielsweise über einen mobilen Datenträger 10 - zugeführt wird. Der mobile Datenträger 10 kann nach Bedarf ausgestaltet sein, beispielsweise als CD-ROM, als USB-Memorystick oder als SD-Speicherkarte. Auf dem Datenträger 10 ist das Computerprogramm 9 in maschinenlesbarer Form gespeichert, beispielsweise in elektronischer Form.

[0048] Das Computerprogramm 9 umfasst Maschinencode 11, mit dem der Steuerrechner 8 programmiert ist und der von dem Steuerrechner 8 unmittelbar abarbeitbar ist. Das Abarbeiten des Maschinencodes 11 durch den Steuerrechner 8 bewirkt, dass der Steuerrechner 8 die Fertigstraße 1 gemäß einem Betriebsverfahren betreibt, das nachfolgend näher erläutert wird. Das Programmieren mit dem Computerprogramm 9 bewirkt also eine entsprechende Ausgestaltung des Steuerrechners 8.

[0049] Im Rahmen des Betriebsverfahrens müssen dem Steuerrechner 8 gemäß FIG 2 in einem Schritt S1 für einen ersten Bandpunkt 12 des Bandes 2, eine Anzahl von zweiten Bandpunkten 13 des Bandes 2 und eine Anzahl von dritten Bandpunkten 13' des Bandes 2 jeweils eine Istgröße G und eine Sollgröße G* bekannt sein, und zwar spätestens zu einem Zeitpunkt, zu dem der erste Bandpunkt 12 sich noch vor der Fertigstraße 1 befindet.

[0050] Aus den nachfolgenden Erläuterungen wird ersichtlich werden, dass dem Steuerrechner 8 die Istgrößen G und die Sollgrößen G* für den ersten Bandpunkt 12, die zweiten Bandpunkte 13 und die dritten Bandpunkte 13' nicht alle zur gleichen Zeit bekannt werden müssen. Es wird aber ebenfalls ersichtlich werden, dass das Bekanntwerden abgeschlossen sein muss, bevor der erste Bandpunkt 12 in die Fertigstraße 1 einläuft.

[0051] Die zweiten Bandpunkte 13 befinden sich alle hinter dem ersten Bandpunkt 12, laufen also nach dem ersten Bandpunkt 12 in die Fertigstraße 1 ein. Die dritten Bandpunkte 13' laufen vor dem ersten Bandpunkt 12 in die Fertigstraße 1 ein. Die Figuren 3 bis 6 zeigen entsprechende Ausgestaltungen.

[0052] Die Istgröße G jedes Bandpunktes 12, 13, 13' ist für den Energieinhalt charakteristisch, den der jeweilige Bandpunkt 12, 13, 13' an einem Ort xE vor der Fertigstraße 1 aufweist. Die Istgröße G ist somit auf den Ort xE vor der Fertigstraße 1 bezogen. Der Ort xE kann nach Bedarf bestimmt sein. Insbesondere kann es sich gemäß FIG 1 um einen Ort handeln, der sich unmittelbar vor der ersten Einrichtung 4, 3 der Fertigstraße 1 befindet, mittels derer - direkt oder indirekt - die Temperatur des Bandes 2 beeinflusst wird. Es ist weiterhin zwar möglich, dass an diesem Ort eine Temperaturmesseinrichtung angeordnet ist. In der Regel ist die Temperaturmesseinrichtung 14 jedoch dem Ort xE vorgeordnet.

[0053] Die Sollgröße G* jedes Bandpunktes 12, 13, 13' ist für den Energieinhalt charakteristisch, den der jeweilige Bandpunkt 12, 13, 13' an einem Ort xA hinter der Fertigstraße 1 aufweisen soll. Die Sollgrößen G* sind daher auf den Ort xA hinter der Fertigstraße 1 bezogen. Der Ort xA kann - analog zum Ort xE vor der Fertigstraße 1 - nach Bedarf bestimmt sein. Beispielsweise kann es sich um den Ort einer Temperaturmesseinrichtung 15 handeln, die der Fertigstraße 1 nachgeordnet, der Kühlstrecke 6 jedoch vorgeordnet ist.

[0054] Die Art der Istgröße G und der Sollgröße G* kann nach Bedarf bestimmt sein. In der Regel handelt es sich um entsprechende Temperaturen. Alternativ kommt insbesondere eine Enthalpie in Frage.

[0055] Der guten Ordnung halber sei erwähnt, dass der Begriff "Ort" sich nachfolgend stets auf einen Ort bezieht, der bezüglich der Fertigstraße 1 ortsfest ist. Der Begriff "Bandpunkt" bezieht sich im Gegensatz hierzu stets auf einen Punkt, der bezüglich des Bandes 2 ortsfest ist. Abstände der Bandpunkte 12, 13, 13' voneinander sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht durch ihre geometrischen Abstände bestimmt, da sich diese Abstände durch das Walzen des Bandes 2 in der Fertigstraße 1 ändern. Die Abstände sind vielmehr definiert durch die Masse, die sich zwischen den Bandpunkten 12, 13, 13' befindet.

[0056] Die Bandpunkte 12, 13, 13' können, bezogen auf die zwischen ihnen befindliche Masse des Bandes 2, äqui-

distant sein. Alternativ können die Bandpunkte 12, 13, 13' dadurch definiert sein, dass - beispielsweise mittels der Temperaturmesseinrichtung 14 - in zeitlich äquidistanten Schritten jeweils ein Messwert für die Istgröße G erfasst wird. Der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Bandpunkten 12, 13, 13' liegt in der Regel zwischen 100 ms und 500 ms, typisch zwischen 150 ms und 300 ms. Beispielsweise kann er bei 200 ms liegen.

[0057] In einem Schritt S2 ermittelt der Steuerrechner 8 - selbstverständlich vor dem Einlaufen des ersten Bandpunktes 12 in die Fertigstraße - für den ersten Bandpunkt 12 anhand einer Ermittlungsvorschrift eine Leitgröße L^* . In einem Schritt S3 ermittelt der Steuerrechner 8 zumindest für einen Teil der zweiten Bandpunkte 13 ebenfalls anhand einer Ermittlungsvorschrift eine jeweilige Leitgröße L^* . Auch den Schritt S3 führt der Steuerrechner 8 vor dem Einlaufen des ersten Bandpunktes 12 in die Fertigstraße 1 aus.

[0058] Die Schritte S2 und S3 von FIG 2 bilden in der Praxis meist eine Einheit. Die separate Darstellung in FIG 2 dient lediglich der besseren Erläuterung der vorliegenden Erfindung.

[0059] Vorzugsweise ermittelt der Steuerrechner 8 im Rahmen des Schrittes S3 für alle zweiten Bandpunkte 13, die - ausgehend vom ersten Bandpunkt 12 - innerhalb eines vorbestimmten Prädiktionshorizontes H liegen, deren Leitgröße L^* . Wenn also im Rahmen des Schrittes S3 für einen bestimmten zweiten Bandpunkt 13 dessen Leitgröße L^* ermittelt wird, wird in der Regel auch für alle anderen zweiten Bandpunkte 13, die zwischen dem ersten Bandpunkt 12 und dem bestimmten zweiten Bandpunkt 13 liegen, deren jeweilige Leitgröße L^* ermittelt.

[0060] Die ermittelten Leitgrößen L^* sind jeweils dafür charakteristisch, mit welcher Leitgeschwindigkeit v_L der Steuerrechner 8 die Fertigstraße 1 betreibt, wenn der Bandpunkt 12, 13, für den die jeweilige Leitgröße L^* ermittelt wurde, in die Fertigstraße 1 einläuft. Die Leitgeschwindigkeit v_L kann beispielsweise die Geschwindigkeit sein, mit der das Band 2 in die Fertigstraße 1 einläuft. Alternativ kann es sich um die Geschwindigkeit handeln, mit der das Band 2 aus der Fertigstraße 1 ausläuft. Auch andere Größen - beispielsweise eine Bestimmung des Massenflusses oder eine Walzendrehzahl oder eine Walzenumfangsgeschwindigkeit - sind denkbar. Entscheidend ist, dass durch die Leitgeschwindigkeit v_L - gegebenenfalls in Verbindung mit Stichabnahmen und Sollzügen - alle in der Fertigstraße 1 auftretenden Band- und Walzenumfangsgeschwindigkeiten eindeutig bestimmt sind.

[0061] In einem Schritt S4 ermittelt der Steuerrechner 8, falls erforderlich, anhand der Leitgrößen L^* die entsprechenden Leitgeschwindigkeiten v_L . In einem Schritt S5 betreibt der Steuerrechner 8 die Fertigstraße 1 entsprechend den im Schritt S4 ermittelten Leitgeschwindigkeiten v_L . Der Steuerrechner 8 stellt die Leitgeschwindigkeit v_L also stets derart ein, dass zu jedem Zeitpunkt die Fertigstraße 1 gerade mit der Leitgeschwindigkeit v_L betrieben wird, die mit der Leitgröße L^* des momentan in die Fertigstraße 1 eintretenden Bandpunktes 12, 13 korrespondiert.

[0062] Die Ermittlungsvorschrift zum Ermitteln der Leitgrößen L^* ist jeweils spezifisch für den jeweiligen Bandpunkt 12, 13. Aus dem ermittelten Wert der Leitgröße L^* für einen bestimmten Bandpunkt 12, 13 kann also nicht ohne weiteres auf den Wert der Leitgröße L^* für einen anderen Bandpunkt 12, 13 geschlossen werden. Insbesondere gehen in die Ermittlungsvorschrift für die Leitgröße L^* für einen bestimmten Bandpunkt 12, 13 zunächst die Istgröße G und die Sollgröße G^* des entsprechenden Bandpunktes 12, 13 ein. Zusätzlich gehen in die jeweilige Ermittlungsvorschrift die Istgrößen G und die Sollgrößen G^* mindestens eines weiteren Bandpunktes 12, 13, 13' ein, der zu dem Zeitpunkt, zu dem der betrachtete Bandpunkt 12, 13 in die Fertigstraße 1 eintritt, bereits in die Fertigstraße 1 eingetreten ist. Dieser Sachverhalt wird nachfolgend in Verbindung mit FIG 7 anschaulich erläutert.

[0063] FIG 7 zeigt exemplarisch eine Momentaufnahme der Fertigstraße 1, während das Band 2 in der Fertigstraße 1 gewalzt wird. Die Bandpunkte 12, 13 werden in Verbindung mit den Erläuterungen zu FIG 7 als Bandpunkte P_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) bezeichnet.

[0064] Man nehme an, entsprechend der Darstellung von FIG 7 befinden sich momentan die Bandpunkte P5 bis P30 in der Fertigstraße 1. Die Bandpunkte P1 bis P4 haben in diesem Fall die Fertigstraße 1 bereits wieder verlassen, sind also aus der Fertigstraße 1 bereits wieder ausgetreten. Die Bandpunkte P31 bis P35 befinden sich noch vor der Fertigstraße 1. Der Bandpunkt P31 tritt in diesem Fall als nächstes in die Fertigstraße 1 ein. Nach dem Bandpunkt P31 treten nacheinander die Bandpunkte P32, P33, P34 und P35 in die Fertigstraße 1 ein. Die Ist- und Sollgrößen G, G^* seien bis einschließlich zum Bandpunkt P35 bekannt.

[0065] Bei der in FIG 7 dargestellten Situation muss die Ermittlung der Leitgröße L^* für den Bandpunkt P4 bereits seit langem abgeschlossen sein, da der Bandpunkt P4 nicht nur bereits in die Fertigstraße 1 eingetreten ist, sondern sogar bereits wieder aus der Fertigstraße 1 ausgetreten ist. In die Ermittlung der Leitgröße L^* , mit der die Fertigstraße 1 zu dem Zeitpunkt betrieben wurde, zu dem der Bandpunkt P4 in die Fertigstraße 1 eingetreten ist, sind erfindungsgemäß eingegangen

- die Istgröße G und die Sollgröße G^* für den Bandpunkt P4 und
- die Istgröße und die Sollgröße G, G^* für mindestens einen der Bandpunkte P1, P2 und P3.

[0066] Unter der Annahme, dass der Prädiktionshorizont H vier Bandpunkten entspricht, muss die Ermittlung der Leitgröße L^* für den Bandpunkt P4 einen Zeittakt vor dem Zeitpunkt des Eintretens des Bandpunktes P1 in die Fertigstraße 1 abgeschlossen gewesen sein.

[0067] In analoger Weise sind in die Ermittlung der Leitgröße L^* für den Bandpunkt P7 eingegangen

- die Ist- und die Sollgröße G , G^* für den Bandpunkt P7 und
- die Ist- und die Sollgröße G , G^* für mindestens einen der Bandpunkte P1 bis P6.

[0068] Diese Ermittlung muss spätestens zum Zeitpunkt des Eintretens des Bandpunktes P3 abgeschlossen gewesen sein.

[0069] Der Bandpunkt P30 ist derjenige Bandpunkt, der gerade in die Fertigstraße 1 eingetreten ist. In die Ermittlung der Leitgröße L^* , die spätestens zum Zeitpunkt des Eintretens des Bandpunktes P26 abgeschlossen gewesen sein muss, sind eingegangen

- die Ist- und die Sollgröße G , G^* für den Bandpunkt P30 und
- die Ist- und die Sollgröße G , G^* für mindestens einen der Bandpunkte P1 bis P29.

[0070] In aller Regel ist es für die Ermittlung der Leitgröße L^* für den Bandpunkt P30 ausreichend, die Ist- und Sollgrößen G , G^* der Bandpunkte P5 bis P30 zu berücksichtigen, also diejenigen Bandpunkte, die sich gemäß der Darstellung von FIG 7 momentan in der Fertigstraße 1 befinden.

[0071] In analoger Weise werden die Leitgrößen L^* für die Bandpunkte P31 bis P35 bestimmt. Der Bandpunkt P31 entspricht in der Darstellung von FIG 7 dem ersten Bandpunkt 12, die Bandpunkte P32 bis P35 den zweiten Bandpunkten 13. Die Ermittlung der Leitgrößen L^* für diese Bandpunkte P31 bis P35 muss jeweils spätestens zum Zeitpunkt des Eintretens des Bandpunktes P27 bis P31 in die Fertigstraße 1 abgeschlossen sein. Die Bandpunkte P1 bis P30 entsprechen den dritten Bandpunkten 13'.

[0072] In die Ermittlung der Leitgröße L^* für den Bandpunkt P31 gehen ein

- die Ist- und die Sollgröße G , G^* für den Bandpunkt P31 und
- die Ist- und Sollgrößen G , G^* für mindestens einen der Bandpunkte P1 bis P30, vorzugsweise für mindestens einen der Bandpunkte P6 bis P30.

[0073] Letzteres gilt insbesondere deshalb, weil die Bandpunkte P1 bis P5 zu dem Zeitpunkt, zu dem der Bandpunkt P31 in die Fertigstraße 1 eintritt, bereits wieder aus der Fertigstraße 1 ausgetreten sind.

[0074] In analoger Weise können auch die Leitgrößen L^* für die Bandpunkte P32 bis P35 bestimmt werden. Beispielsweise für den Bandpunkt P35 gehen in die Ermittlung für dessen Leitgröße L^* ein

- die Ist- und die Sollgröße G , G^* für den Bandpunkt P35 und
- die Ist- und Sollgrößen G , G^* für mindestens einen der Bandpunkte P1 bis P34.

[0075] Die Ist- und Sollgrößen G , G^* für die Bandpunkte P1 bis P9 können hierbei unberücksichtigt bleiben, da die Bandpunkte P1 bis P9 zu dem Zeitpunkt, zu dem der Bandpunkt P35 in die Fertigstraße 1 eintritt, bereits wieder aus der Fertigstraße 1 ausgetreten sind.

[0076] Für die übrigen Bandpunkte P32, P33 und P34 gelten analoge Ausführungen.

[0077] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird für jeden in die Fertigstraße 1 eintretenden Bandpunkt 12, 13 - beispielsweise für den Bandpunkt P31 gemäß FIG 7 - die Leitgröße L^* somit anhand der Ist- und Sollgrößen G , G^* derjenigen Bandpunkte 12, 13, 13' bestimmt, die sich zu diesem Zeitpunkt gerade in der Fertigstraße 1 befinden, also noch nicht aus der Fertigstraße 1 ausgetreten sind.

[0078] In der Fertigstraße 1 befinden sich in der Regel gleichzeitig eine Vielzahl von Bandpunkten 12, 13, 13'. Typische Zahlenwerte liegen zwischen 10 und 200, beispielsweise zwischen 50 und 100. Es ist möglich, von den Bandpunkten 12, 13, 13' die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt gerade in der Fertigstraße 1 befinden, nur einige Bandpunkte 12, 13, 13' zu berücksichtigen, beispielsweise jeden zweiten oder jeden vierten Bandpunkt 12, 13, 13'. Diese Vorgehensweise führt zu einem reduzierten Rechenaufwand und liefert dennoch akzeptable Ergebnisse. Vorzugsweise werden für die Ermittlung der Leitgröße L^* für einen bestimmten Bandpunkt 12, 13 jedoch die Ist- und Sollgrößen G , G^* aller Bandpunkte 12, 13, 13' berücksichtigt, die sich zum Zeitpunkt des Eintretens desjenigen Bandpunktes 12, 13, dessen Leitgröße L^* ermittelt wird, in die Fertigstraße 1 bereits in der Fertigstraße 1 befinden.

[0079] Die in FIG 7 gezeigte Darstellung ist selbstverständlich rein beispielhaft. So ist beispielsweise die Anzahl an in der Fertigstraße 1 befindlichen (dritten) Bandpunkten 13' rein beispielhaft. Auch ist die Anzahl an (zweiten) Bandpunkten 13, deren Leitgröße L^* prädictiert wird (hier die Bandpunkte P32 bis P35) rein beispielhaft. Auch der Prädiktionshorizont H ist rein beispielhaft. Insbesondere kann in praktischen Anwendungen der Prädiktionshorizont H etliche Sekunden betragen, d. h. bei einem Zeittakt von beispielsweise 200 ms pro Messwerterfassung der Istgröße G eine entsprechend fünffache Anzahl an Bandpunkten 12, 13. Teilweise ist sogar ein Prädiktionshorizont H von bis zu einer

Minute und mehr möglich, was bei einem Zeittakt von 200 ms von Bandpunkt zu Bandpunkt einem Prädiktionshorizont H von 300 Bandpunkten und mehr entspricht.

[0080] Es ist möglich, dass dem Steuerrechner 8 im Schritt S1 von FIG 2 die Ist- und Sollgrößen G, G* für alle Bandpunkte 12, 13, 13' des (gesamten) Bandes 2 bekannt sind. In diesem Fall ist es möglich, dass der Steuerrechner 8 die Schritte S2 und S3 nur einmal durchläuft und in den Schritten S2 und S3 - sozusagen in einem Schlag - die Leitgrößen L* für alle Bandpunkte 12, 13, 13' des Bandes 2 ermittelt. In diesem Fall führt der Steuerrechner 8 das Ermitteln der Leitgrößen L* im Rahmen einer Vorausberechnung online aus.

[0081] Alternativ ist es möglich, dass dem Steuerrechner 8 zwar im Rahmen des Schrittes S1 von FIG 2 die Ist- und Sollgrößen G, G* für alle Bandpunkte 12, 13, 13' des gesamten Bandes 2 bekannt sind, er in den Schritten S2 und S3 von FIG 2 aber stets nur für einige der Bandpunkte 12, 13, 13' deren Leitgrößen L* ermittelt. In diesem Fall sind die Schritte S2 und S3, wie in FIG 2 gestrichelt angedeutet, in eine Schleife eingebunden. In diesem Fall führt der Steuerrechner 8 das Ermitteln der Leitgrößen L* in Echtzeit mit der Ansteuerung der Fertigstraße 1 aus. Der Steuerrechner 8 ermittelt in diesem Fall die Leitgrößen L* sozusagen um den Prädiktionshorizont H vorausschauend.

[0082] Wie in FIG 2 ebenfalls gestrichelt angedeutet ist, ist es sogar möglich, dass auch der Schritt S1 in die Schleife mit eingebunden ist. Auch in diesem Fall führt der Steuerrechner 8 das Ermitteln der Leitgrößen L* in Echtzeit aus.

[0083] In dem Fall, dass auch der Schritt S1 in die Schleife mit eingebunden ist, werden dem Steuerrechner 8 bei einem bestimmten Durchlauf der Schleife nur die Ist- und Sollgrößen G, G* von Bandpunkten 12, 13 bekannt, welche noch nicht in die Fertigstraße 1 eingetreten sind. Die Ist- und Sollgrößen G, G* der Bandpunkte 13', welche bereits in die Fertigstraße 1 eingelaufen sind, sind dem Steuerrechner 8 in diesem Fall jedoch auf Grund von früheren Schleifendurchläufen bekannt. Es ist in diesem Fall also lediglich erforderlich, dass der Steuerrechner 8 sich die "alten" Ist- und Sollgrößen G, G* "merkt".

[0084] Zum Ermitteln der Leitgrößen L* für einen bestimmten Bandpunkt 12, 13 - also zur Implementierung der Schritte S2 und S3 von FIG 2 - sind verschiedene Vorgehensweisen möglich. Die verschiedenen Alternativen werden nachfolgend nacheinander in Verbindung mit den FIG 8, 9 und 10 näher erläutert. Nach Bedarf ist hierbei FIG 7 mit heranzuziehen.

[0085] In einer ersten möglichen Ausgestaltung der Schritte S2 und S3 von FIG 2 selektiert der Steuerrechner 8 gemäß FIG 8 in einem Schritt S11 zunächst einen der Bandpunkte 12, 13, dessen Ist- und Sollgröße G, G* dem Steuerrechner 8 bereits bekannt sind. Beispielsweise selektiert der Steuerrechner 8 den Bandpunkt P31 von FIG 7.

[0086] In einem Schritt S12 ermittelt der Steuerrechner 8 alle Bandpunkte 12, 13, 13', deren Ist- und Sollgrößen G, G* in die Ermittlung der Leitgröße L* für den Bandpunkt 12, 13 eingehen, den der Steuerrechner 8 im Schritt S11 selektiert hat. Beispielsweise kann der Steuerrechner 8 - siehe FIG 7 für den Bandpunkt P31 die Bandpunkte P6 bis P31 ermitteln. In analoger Weise würde der Steuerrechner im Schritt S12 beispielsweise für den Bandpunkt P32 die Bandpunkte P7 bis P32 ermitteln, für den Bandpunkt P33 die Bandpunkte P8 bis P33 usw..

[0087] In einem Schritt S13 selektiert der Steuerrechner 8 einen der im Schritt S12 ermittelten Bandpunkte 12, 13, 13'. In einem Schritt S14 ermittelt der Steuerrechner 8 für den im Schritt S13 selektierten Bandpunkt 12, 13, 13' - beispielsweise für den Bandpunkt P6 - eine Einzelleitgröße I*. In die Ermittlung der Einzelleitgröße I* gehen nur die Istgröße G und die Sollgröße G* des im Schritt S13 selektierten Bandpunktes 12, 13, 13' ein. Die jeweilige Einzelleitgröße I* ist daher auf diesen einen Bandpunkt 12, 13, 13' bezogen.

[0088] Die Einzelleitgröße I* bestimmt eine korrespondierende Leitgeschwindigkeit vL. Der Steuerrechner 8 nimmt an, dass der im Schritt S14 betrachtete Bandpunkt 12, 13, 13' die Fertigstraße 1 durchläuft und die Fertigstraße 1 während des gesamten Durchlaufs des betrachteten Bandpunktes 12, 13, 13' durch die Fertigstraße 1 - also von dem Zeitpunkt des Einlaufens in die Fertigstraße 1 bis zum Zeitpunkt des Auslaufens aus der Fertigstraße 1 - konstant mit dieser Leitgeschwindigkeit vL betrieben wird, die durch die entsprechende Einzelleitgröße I* bestimmt ist. In diesem Fall wird für den betrachteten Bandpunkt 12, 13, 13' am Ort xA, auf den die Sollgröße G* des betrachteten Bandpunktes 12, 13, 13' bezogen ist, ein Energieinhalt erwartet. Der Steuerrechner 8 ermittelt diesen erwarteten Energieinhalt. Die Ermittlung des erwarteten Energieinhalts kann vom Steuerrechner 8 beispielsweise mittels eines Fertigstraßenmodells ermittelt werden. Geeignete Fertigstraßenmodelle sind als solche bekannt. Sie werden beispielsweise zur Ermittlung der erwarteten Endwalztemperatur eingesetzt, siehe die bereits genannte DE 103 21 791 A1.

[0089] Der erwartete Energieinhalt ist durch eine entsprechende Erwartungsgröße GE charakterisiert. Die Erwartungsgröße GE kann alternativ die Temperatur oder die Enthalpie sein, analog zu den Ist- und Sollgrößen G, G*. Der Steuerrechner 8 ermittelt die Einzelleitgröße I* für den betrachteten Bandpunkt 12, 13, 13' im Schritt S14 derart, dass die Erwartungsgröße GE mit der Sollgröße G* für den betrachteten Bandpunkt 12, 13, 13' übereinstimmt.

[0090] In einem Schritt S15 prüft der Steuerrechner 8, ob er den Schritt S14 bereits für alle heranzuziehenden Bandpunkte 12, 13, 13' ausgeführt hat. Wenn dies nicht der Fall ist, geht der Steuerrechner 8 zum Schritt S13 zurück. Bei der erneuten Ausführung des Schrittes S13 selektiert der Steuerrechner 8 selbstverständlich einen anderen, bisher noch nicht betrachteten Bandpunkt 12, 13, 13', der in die Ermittlung der gesuchten Leitgröße L* eingeht, beispielsweise den Bandpunkt P7.

[0091] Wenn der Steuerrechner 8 im Schritt S15 feststellt, dass er bereits alle erforderlichen Einzelleitgrößen I* ermittelt hat, geht der Steuerrechner 8 zu einem Schritt S16 über. Im Schritt S16 ermittelt der Steuerrechner 8 anhand aller

Einzelleitgrößen I^* , die er im Rahmen des wiederholten Abarbeitens des Schrittes S14 ermittelt hat, die Leitgröße L^* für den im Schritt S11 selektierten Bandpunkt 12, 13. Beispielsweise kann der Steuerrechner 8 den gewichteten oder ungewichteten Mittelwert der Einzelleitgrößen I^* bilden.

[0092] In einem Schritt S17 prüft der Steuerrechner 8, ob er die Schritte S11 bis S16 bereits für alle Bandpunkt 12, 13 ausgeführt hat, deren Leitgrößen L^* berechnet werden sollen. Wenn dies nicht der Fall ist, geht der Steuerrechner 8 zum Schritt S11 zurück. Dort selektiert der Steuerrechner 8 selbstverständlich einen anderen, bisher noch nicht betrachteten Bandpunkt 12, 13. Anderenfalls ist das Verfahren von FIG 8 beendet.

[0093] Die Vorgehensweise von FIG 8 wird in der Praxis geringfügig anders implementiert als obenstehend erläutert. Denn die Einzelleitgröße I^* für einen bestimmten Bandpunkt 12, 13, 13' - beispielsweise für den Bandpunkt P28 von FIG 7 - geht in die Ermittlung der Leitgröße L^* vieler Bandpunkte 12, 13, 13' ein, beispielsweise - bezogen auf FIG 7 - in die Ermittlung der Bandpunkte P28, P29, ... P53. Selbstverständlich ist es möglich und sogar bevorzugt, die jeweilige Einzelleitgröße I^* nur einmal zu ermitteln und dann zu speichern, so dass sie für spätere Verwendungen nur noch aus dem Speicher abgerufen werden muss.

[0094] Alternativ zur Vorgehensweise von FIG 8 ist es gemäß FIG 9 möglich, die Schritte S13 bis S16 von FIG 8 gemäß FIG 9 durch Schritte S21 bis S23 zu ersetzen. Die Schritte S11, S12 und S17 von FIG 8 werden bei der Vorgehensweise von FIG 9 aus FIG 8 übernommen.

[0095] Im Schritt S21 ermittelt der Steuerrechner 8 anhand der Istgrößen G der im Schritt S12 ermittelten Bandpunkte 12, 13, 13' eine effektive Istgröße G' . In analoger Weise ermittelt der Steuerrechner 8 im Schritt S22 anhand der Sollgrößen G^* der im Schritt S12 ermittelten Bandpunkte 12, 13, 13' eine effektive Sollgröße G^* . Beispielsweise kann der Steuerrechner 8 in den Schritten S21 und S22 eine gewichtete oder ungewichtete Mittelwertbildung vornehmen. Unabhängig davon, welche Vorgehensweise ergriffen wird, sollten die Vorgehensweisen der Schritte S21 und S22 jedoch miteinander korrespondieren.

[0096] Im Schritt S23 ermittelt der Steuerrechner 8 die Leitgröße L^* für den im Schritt S11 selektierten Bandpunkt 12, 13.

[0097] Die im Schritt S23 ermittelte Leitgröße L^* korrespondiert mit einer entsprechenden Leitgeschwindigkeit v_L . Wenn der im Schritt S11 selektierte Bandpunkt 12, 13 an den Ort x_E , auf den die Istgröße G des im Schritt S11 selektierten Bandpunktes 12, 13 bezogen ist, die effektive Istgröße G' aufweisen würde und der Steuerrechner 8 die Fertigstraße 1 während des gesamten Durchlaufs des im Schritt S11 selektierten Bandpunktes 12, 13 mit dieser Leitgeschwindigkeit v_L betreiben würde, würde für diesen Bandpunkt 12, 13 am Ort x_A , auf den die Sollgröße G^* des im Schritt S11 selektierten Bandpunktes 12, 13 bezogen ist, ein Ist-Energieinhalt erwartet werden, der durch eine Erwartungsgröße GE charakterisiert ist. Der Steuerrechner 8 ermittelt die Leitgröße L^* im Schritt S23 derart, dass die ermittelte Erwartungsgröße GE mit der effektiven Sollgröße G^* übereinstimmt. Die Ermittlung der Erwartungsgröße GE kann - analog zur Vorgehensweise des Schrittes S14 von FIG 8 - mittels eines entsprechenden, an sich bekannten Fertigstraßenmodells erfolgen.

[0098] Alternativ zu den Vorgehensweisen der FIG 8 und 9 ist es möglich, dass die Leitgrößen L^* gemäß FIG 10 wie folgt ermittelt werden:

[0099] Gemäß FIG 10 setzt der Steuerrechner 8 in einem Schritt S31 die Leitgrößen L^* , die er ermitteln soll, - also die Leitgrößen L^* für den ersten Bandpunkt 12 und für zumindest einen Teil der zweiten Bandpunkte 13 - zunächst als vorläufige Werte an.

[0100] In einem Schritt S32 ermittelt der Steuerrechner 8 für die im Schritt S31 betrachteten Bandpunkte 12, 13 eine jeweilige Erwartungsgröße GE . Die im Schritt S32 ermittelten Erwartungsgrößen GE sind jeweils für den erwarteten Energieinhalt des jeweils korrespondierenden Bandpunktes 12, 13 charakteristisch, der für den jeweiligen Bandpunkt 12, 13 erwartet wird, wenn der jeweilige Bandpunkt 12, 13 die Fertigstraße 1 entsprechend dem angesetzten Verlauf der Leitgeschwindigkeit v_L - wie er durch die Abfolge der Leitgrößen L^* definiert ist - durchläuft. Die erwarteten Energieinhalte GE sind jeweils auf den Ort x_A bezogen, auf den die Sollgrößen G^* für die Bandpunkte 12, 13 bezogen sind.

[0101] In einem Schritt S33 bildet der Steuerrechner 8 eine Zielfunktion Z . In die Zielfunktion Z gehen zumindest die Beträge der Differenzen der Erwartungsgrößen GE von den korrespondierenden Sollgrößen G^* ein. Beispielsweise kann die Zielfunktion Z eine Summe enthalten, wobei entsprechend der Darstellung in FIG 10 beispielsweise jeder Summand dem Quadrat der Differenz einer Erwartungsgröße GE von der korrespondierenden Sollgröße G^* ist.

[0102] Es ist möglich, die obenstehend beschriebene Zielfunktion Z so zu verwenden, wie sie bisher beschrieben wurde. Vorzugsweise gehen in die Zielfunktion Z jedoch weitere Größen ein. Insbesondere kann in die Zielfunktion Z zusätzlich ein Strafterm eingehen, mittels dessen Änderungen der Leitgeschwindigkeit v_L bestraft werden. Beispielsweise kann die Zielfunktion Z also folgende Form aufweisen:

$$Z = \sum_i \alpha_i (GE_i - G^*_i)^2 + \sum_j \beta_j (vL_j - vL_{j-1})^2$$

[0103] In den beiden Summen wurden hierbei verschiedene Indizes i, j verwendet, weil die Indizes i und j über ver-

schiedene Bereiche laufen. α_i und β_j sind - prinzipiell beliebig wählbare, nicht negative - Wichtungsfaktoren.

[0104] In einem Schritt S34 variiert der Steuerrechner 8 die angesetzten Leitgrößen L^* mit dem Ziel, die Zielfunktion Z zu optimieren, gemäß der oben stehenden Ausgestaltung zu minimieren. Bei entsprechender anderer Gestaltung der Zielfunktion Z käme auch ein Maximieren in Frage.

[0105] Die Vorgehensweisen der FIG 8 und 9 sind unabhängig davon anwendbar, ob bei einer einzelnen Abarbeitung der Schritte S2 und S3 von FIG 2 nur einige wenige Leitgrößen L^* ermittelt werden oder ob die Leitgrößen L^* für alle Bandpunkte 12, 13, 13' des Bandes 2 vorab ermittelt werden. Die Vorgehensweise von FIG 10 hingegen liefert in der Regel nur dann sinnvolle Ergebnisse, wenn der Prädiktionshorizont H das gesamte Band 2 abdeckt oder - falls das Band 2 lang genug ist - hinreichend groß ist. Insbesondere sollte bei der Vorgehensweise von FIG 10 im Falle eines langen Bandes 2 der Prädiktionshorizont H so groß sein, dass er mindestens der effektiven Fertigstraßenlänge entspricht, besser mindestens doppelt so groß ist. Die effektive Fertigstraßenlänge ist durch die maximale Anzahl an gleichzeitig in der Fertigstraße 1 befindlichen Bandpunkten 12, 13, 13' bestimmt.

[0106] Sowohl im Rahmen der Vorgehensweise von FIG 8 als auch im Rahmen der Vorgehensweise von FIG 9 als auch im Rahmen der Vorgehensweise von FIG 10 müssen Erwartungsgrößen GE ermittelt werden. Die Ermittlung der Erwartungsgrößen GE erfolgt - vom Ansatz her - mittels eines Modells der Fertigstraße 1, welche die thermischen Vorgänge (Wärmeleitung und Wärmeübergang, eventuell auch Phasenumwandlungen und Gefügebildung) in der Fertigstraße 1 modelliert. Derartige Modelle sind an sich bekannt, siehe die DE 103 21 791 A1.

[0107] Es ist möglich, ein derartiges Modell als solches auch in den Schritten S14, S23 und S32 zu verwenden. Bevorzugt ist jedoch, dass der Steuerrechner 8 entsprechend der Darstellung von FIG 11 in einem Schritt S41 vorab - das heißt vor dem Ermitteln der Leitgrößen L^* - ein Datenfeld erstellt. In dem Datenfeld hinterlegt der Steuerrechner 8 in einem Schritt S42 für eine Vielzahl von möglichen Leitgeschwindigkeiten v_L und möglichen Istgrößen G , welche Erwartungsgröße GE sich bei der jeweiligen möglichen Istgröße G und der jeweiligen möglichen Leitgeschwindigkeit v_L ergibt. Denn in diesem Fall kann der Steuerrechner 8 im Rahmen der entsprechend ausgestalteten Schritte S2 und S3 von FIG 2 (bzw. der Schritte S14, S23 und S32) die Leitgrößen L^* für die Bandpunkte 12, 13 unter Verwendung des Datenfeldes ermitteln. Bei der Vorgehensweise gemäß FIG 8 ermittelt der Steuerrechner 8 die Einzeleleitgrößen l^* unter Verwendung des Datenfeldes, so dass die Verwendung des Datenfeldes indirekter Natur ist. Bei der Vorgehensweise gemäß FIG 9 wird direkt die jeweilige Leitgröße L^* ermittelt. Bei der Vorgehensweise gemäß FIG 10 wird das Datenfeld zur Ermittlung der sich jeweils ergebenden Erwartungsgrößen GE verwendet.

[0108] Durch die Verwendung des Datenfeldes ist eine erhebliche Beschleunigung erreichbar. Denn auch das Datenfeld muss zwar im Rahmen einer Vorabberechnung, also wenn das heiße Band 2 zum Walzen in der Fertigstraße 1 schon bereit steht, ermittelt werden. Das Datenfeld kann also nicht offline ermittelt werden. Vielmehr muss das Datenfeld online ermittelt werden, also nachdem die Banddaten dem Steuerrechner 8 vorgegeben worden sind. Es stehen für die Ermittlung des Datenfeldes daher nur wenige Sekunden zur Verfügung. Dennoch tritt eine erhebliche Beschleunigung auf. Denn im Rahmen des Datenfeldes müssen nur relativ wenige Werte mittels des Modells der Fertigstraße 1 vollständig durchgerechnet werden, beispielsweise für je 10 mögliche Istgrößen G und je 10 mögliche Leitgeschwindigkeiten v_L , so dass die Modellrechnung für insgesamt 100 Werte durchgeführt werden muss. Dies ist aber immer noch erheblich schneller, als später im Rahmen der Schritte S14, S23, S32 stets für jeden einzelnen Bandpunkt 12, 13, 13' mittels des Modells der Fertigstraße 1 dessen Erwartungsgröße GE zu ermitteln.

[0109] Die Art der Einbindung des Datenfeldes in die Vorgehensweisen der FIG 8 und 9 ist sofort ersichtlich, da die Istgröße G dem Steuerrechner 8 bekannt ist und die Beziehung zwischen der möglichen Leitgeschwindigkeit v_L und der Erwartungsgröße GE eineindeutig ist (je größer bei gegebener Istgröße G die Leitgeschwindigkeit v_L ist, desto größer ist auch der erwartete Energieinhalt des entsprechenden Bandpunktes 12, 13, 13'). Das Datenfeld ist aber auch in Verbindung mit der Vorgehensweise von FIG 10 anwendbar. Denn es kann in erster und in der Regel bereits sehr guter Näherung für einen bestimmten Bandpunkt 12, 13, 13' der Mittelwert aller Leitgrößen G^* bzw. aller Leitgeschwindigkeiten v_L gebildet werden, mit der die Fertigstraße 1 während des Durchlaufs des betreffenden Bandpunktes 12, 13, 13' durch die Fertigstraße 1 betrieben wird. Dieser Mittelwert kann als effektive Leitgeschwindigkeit v_L angesehen werden. Das Datenfeld kann also an dieser Stelle ausgewertet werden, um die Erwartungsgröße GE für den entsprechenden Bandpunkt 12, 13, 13' zu ermitteln.

[0110] Das Datenfeld kann nach Bedarf ausgebildet sein. Beispielsweise kann es sich um ein reines Stützstellenfeld mit beispielsweise 5, 8, 10, ... Stützstellen je Dimension handeln. Zwischen einzelnen Stützstellen kann in diesem Fall linear oder nicht linear (beispielsweise mittels Splines) interpoliert werden. Alternativ kann das Datenfeld beispielsweise als neuronales Netz ausgebildet sein.

[0111] Wenn die Istgröße G auf einer gemessenen Größe basiert, beispielsweise mittels der Temperaturmesseinrichtung 14 erfasst wird, ist es möglich, die gemessenen Größen direkt zu verarbeiten. In der Regel befindet sich der Ort x_E vor der Fertigstraße 1, auf den die Istgrößen G bezogen sind, jedoch hinter der Temperaturmesseinrichtung 14. Es ist daher erforderlich, die gemessenen Größen in die Istgrößen G (die auf den Ort x_E bezogen sind) umzurechnen. Dies ist relativ einfach möglich, da lediglich eine Luftstrecke durchgerechnet werden muss. Eingangswerte für die Luftstrecke sind der mittels der Temperaturmesseinrichtung 14 gemessene Temperaturwert sowie die Zeit, die für den

jeweiligen Bandpunkt 12, 13, 13' anfällt, bis der entsprechende Bandpunkt 12, 13, 13' den Ort xE vor der Fertigstraße 1 erreicht. Die Zeit ergibt sich für jeden Bandpunkt 12, 13, 13' durch die Leitgeschwindigkeiten der vorgeordneten Bandpunkte 12, 13, 13'.

[0112] Es entsteht somit ein rückgekoppeltes Problem. Zur Lösung dieses Problems wird zunächst ein vorläufiger Verlauf der Leitgeschwindigkeit vL angesetzt. Unter der Annahme, dass dieser angesetzte Verlauf zutrifft, werden die Istgrößen G ermittelt, die auf den Ort xE vor der Fertigstraße 1 bezogen sind. Mit den nunmehr ermittelten Istgrößen G wird der Verlauf der Leitgeschwindigkeit vL ermittelt. Der ermittelte Verlauf der Leitgeschwindigkeit vL wird wiederum herangezogen, um die Istgrößen G neu zu ermitteln. In der Praxis zeigt sich, dass die Vorgehensweise sehr schnell konvergiert. In der Regel sind nur wenige Iterationen erforderlich - beispielsweise drei bis fünf Iterationen -, um zu

hinreichend stabilen Ergebnissen zu gelangen.

[0113] Im Rahmen der bisherigen Erläuterungen der vorliegenden Erfindung wurde angenommen, dass die Fertigstraße 1 weder eine eingangsseitige Heizeinrichtung 4 noch Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 aufweist. Falls die Heizeinrichtung 4 und/oder die Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 vorhanden sind, kann das erfindungsgemäße Betriebsverfahren entsprechend angepasst werden. Die erforderlichen Anpassungen werden nachfolgend in Verbindung mit einer einzigen Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 erläutert. Die entsprechenden Ausführungen sind jedoch ohne weiteres auch bei Ausgestaltungen der Fertigstraße 1 anwendbar, die mehr als eine Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 und/oder eine eingangsseitige Heizeinrichtung 4 aufweist, wobei die Heizeinrichtung 4 alternativ oder zusätzlich zu den Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 vorhanden sein kann.

[0114] Man nehme also an, die Fertigstraße 1 weise eine einzige Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 auf, beispielsweise zwischen dem zweiten und dem dritten Walzgerüst 3 gemäß der Darstellung von FIG 1. In diesem Fall kann das Modell der Fertigstraße 1 - dies ist sofort und ohne weiteres ersichtlich - in drei Teilmodelle aufgeteilt werden, die in FIG 12 als Teilmodell TM1, Teilmodell TM2 und Teilmodell TM3 bezeichnet sind.

[0115] Das Teilmodell TM1 entspricht vom Ansatz her einem Modell einer Fertigstraße 1, wie es bisher angenommen wurde, also einem Modell einer Fertigstraße 1 ohne Zwischengerüst-Kühleinrichtungen. Es modelliert das Verhalten des Bandes 2 in der Fertigstraße 1 bis vor die Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5. Das Teilmodell TM1 erhält als Eingangsgrößen die Istgröße G eines Bandpunktes 12, 13, 13' und dessen Leitgeschwindigkeit vL bzw. den entsprechenden Leitgeschwindigkeitsverlauf. Das Teilmodell TM1 liefert als Ausgangsgröße eine Erwartungsgröße TE, die einem erwarteten Energieinhalt entspricht, mit dem der entsprechende Bandpunkt 12, 13, 13' in die Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 einläuft. Das Teilmodell TM1 ist zweidimensional, denn es weist zwei Eingangsgrößen auf, nämlich die

Istgröße G und die Leitgeschwindigkeit vL.

[0116] Das Teilmodell TM2 modelliert die Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 als solche. Es erhält als Eingangsgrößen die vom Teilmodell TM1 gelieferte Erwartungsgröße TE, die Leitgeschwindigkeit vL, mit der der betreffende Bandpunkt 12, 13, 13' die Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 durchläuft und eine - als solche gegebene - Kühlmittelmenge M, mit der das Band 2 pro Zeiteinheit beaufschlagt wird. Die Menge M an Kühlflüssigkeit pro Zeiteinheit ist vorzugsweise als Funktion der Materialmenge des Bandes 2 definiert, welche die Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 bereits passiert hat. Alternativ kann die Menge M an Kühlflüssigkeit pro Zeiteinheit beispielsweise als Funktion des betreffenden Bandpunktes 12, 13, 13' definiert sein, der gerade in die Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 einläuft.

[0117] Das Teilmodell TM2 weist also - im Gegensatz zu einem Modell einer Fertigstraße 1 ohne Zwischengerüst-Kühleinrichtungen - drei Eingangsgrößen auf. Das Aufstellen eines entsprechenden dreidimensionalen Datenfeldes für das dreidimensionale Teilmodell TM2 kann - je nach zur Verfügung stehender Rechenleistung - noch möglich sein. Vorzugsweise wird das Teilmodell TM2 jedoch in zwei Untermodelle TM2', TM2'' aufgespalten, die multiplikativ miteinander verknüpft sind. Denn mit hinreichender Genauigkeit kann eine dreidimensionale Funktion f, welche eine Erwartungsgröße TA hinter der Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 als Funktion der Erwartungsgröße TE vor der Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5, der Leitgeschwindigkeit vL und der Menge M an Kühlflüssigkeit pro Zeiteinheit angibt, als Produkt einer zweidimensionalen Funktion g und einer eindimensionalen Funktion h dargestellt werden. Die Funktion g ist hierbei von dem Erwartungswert TE, der vom Teilmodell TM1 geliefert wird, und der Leitgeschwindigkeit vL abhängig. Die Funktion h ist nur von der Menge M an Kühlflüssigkeit pro Zeiteinheit abhängig. Es kann also angesetzt werden

$$TA = f(TE, vL, M) = g(TE, vL) \cdot h(M)$$

[0118] Hierbei bezeichnen

- TA die Erwartungsgröße für den Energieinhalt des betrachteten Bandpunktes 12, 13, 13' hinter der Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5,
- TE die Erwartungsgröße für den Energieinhalt des betrachteten Bandpunktes 12, 13, 13' vor der Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5,

- v_L die Leitgeschwindigkeit und
- M die Menge an Kühlflüssigkeit, die pro Zeiteinheit auf das Band 2 aufgebracht wird.

[0119] Das Teilmodell TM3 ist vom Ansatz her ebenso aufgebaut wie das Teilmodell TM1. Es modelliert den Teil der Fertigstraße 1, der hinter der Zwischengerüstkühleinrichtung 5 angeordnet ist.

[0120] Die Teilmodelle TM1 bis TM3 werden aneinander geschaltet und miteinander verkettet, so dass die Ausgangsgrößen des einen Teilmodells TM1, TM2 Eingangsgrößen des jeweils nächsten Modells TM2, TM3 sind. Durch das Verketteten der Teilmodelle TM1 bis TM3 miteinander kann bereits die Dimensionalität des Modellierungsproblems erheblich reduziert werden, nämlich auf die Betrachtung eines dreidimensionalen und zweier zweidimensionaler Probleme. Durch die Aufspaltung des dreidimensionalen Problems - Stichwort Teilmodell TM2 - in eine eindimensionale und eine zweidimensionale Funktion kann die Komplexität noch weiter reduziert werden. Insbesondere durch diese Reduzierung der Komplexität des dreidimensionalen Problems bleibt die Echtzeit- und Onlinefähigkeit auch dann erhalten, wenn die Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 und/oder die Heizeinrichtung 4 vorhanden sind.

[0121] Wenn die Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 und/oder die Heizeinrichtung 4 vorhanden sind, können also unter der Voraussetzung, dass der Verlauf der Menge M an Kühlflüssigkeit pro Zeiteinheit gegeben ist, die Leitgrößen L^* berechnet werden. In einem zweiten Schritt kann sodann - bei nunmehr bekanntem Verlauf der Leitgrößen L^* - für jede Zwischengerüst-Kühleinrichtung 5 die Menge M variiert werden, um die erwarteten Energieinhalte der Bandpunkte 12, 13, 13' so weit wie möglich an die entsprechenden Soll-Energieinhalte der Bandpunkte 12, 13, 13' anzunähern. Die Ermittlung der korrekten Mengen M erfolgt völlig analog zur Ermittlung der korrekten Mengen an Kühlflüssigkeit für die Kühleinrichtungen 7 der Kühlstrecke 6.

[0122] Es ist möglich, dass der Steuerrechner 8 die Fertigstraße 1 steuert, ohne eine Messgröße GM zu erfassen, die für den tatsächlichen Energieinhalt der Bandpunkte 12, 13, 13' hinter der Fertigstraße 1 charakteristisch ist. In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung hingegen nimmt der Steuerrechner 8 - in diesem Fall selbstverständlich nach dem Durchlauf der jeweiligen Bandpunkte 12, 13, 13' durch die Fertigstraße 1 - gemäß FIG 13 in einem Schritt S51 für die entsprechenden Bandpunkte 12, 13, 13' jeweils eine entsprechende Messgröße GM entgegen. Beispielsweise kann der Steuerrechner 8 einen entsprechenden Temperaturmesswert entgegen nehmen, der mittels der Temperaturmesseinrichtung 15 erfasst wurde.

[0123] Weiterhin ermittelt der Steuerrechner 8 gemäß FIG 13 in einem Schritt S52 für mindestens einen Teil der Bandpunkte 12, 13, 13' - vorzugsweise für alle Bandpunkte 12, 13, 13' - jeweils eine Erwartungsgröße GE' . In der Regel ermittelt der Steuerrechner 8 für jeden Bandpunkt 12, 13, 13' dessen Erwartungsgröße GE' , während der jeweilige Bandpunkt 12, 13, 13' die Fertigstraße 1 durchläuft. Es ist jedoch alternativ möglich, dass der Steuerrechner 8 die entsprechende Erwartungsgröße GE' ermittelt, bevor der jeweilige Bandpunkt 12, 13, 13' die Fertigstraße 1 durchläuft. Jede derartige ermittelte Erwartungsgröße GE' ist für den Energieinhalt charakteristisch, der für den jeweiligen Bandpunkt 12, 13, 13' an dem Ort x_A , auf den die Sollgrößen G^* bezogen sind, erwartet wird. Der Steuerrechner 8 ermittelt die Erwartungsgrößen GE' unter Verwendung des Leitgeschwindigkeitsverlaufs, mit dem der jeweilige Bandpunkt 12, 13, 13' die Fertigstraße 1 tatsächlich durchläuft.

[0124] In dem Fall, dass das Modell der Fertigstraße 1 - unabhängig von der genauen Art des Modells der Fertigstraße 1 - fehlerfrei ist, entsprechen die im Schritt S52 ermittelten Ist-Energieinhalte der Bandpunkte 12, 13, 13' exakt den tatsächlichen Energieinhalten, die durch die entsprechenden Messgrößen GM bestimmt sind. In vielen Fällen ist das Modell der Fertigstraße 1 jedoch fehlerhaft. Die Gründe hierfür können vielfältiger Natur sein. Beispielsweise kann die Modellierung zu einfach angesetzt sein oder es kann das Modell einen systematischen Fehler aufweisen, beispielsweise der Wärmeübergang falsch modelliert sein. In einem Schritt S53 vergleicht der Steuerrechner 8 daher den Energieinhalt gemäß der Messgröße GM und den Energieinhalt gemäß der korrespondierenden Erwartungsgröße GE' miteinander. In Abhängigkeit von dem Vergleich des Schrittes S53 führt der Steuerrechner 8 in einem Schritt S54 selbsttätig zumindest einen Teil derjenigen Leitgrößen L^* nach, die der Steuerrechner 8 zum Zeitpunkt des Vergleichs bereits ermittelt hat.

[0125] Das Nachführen der Leitgrößen L^* bezieht sich im Rahmen des Schrittes S54 selbstverständlich nur auf diejenigen Leitgrößen L^* , die zu diesem Zeitpunkt zwar bereits ermittelt sind, aber noch zur Ausführung anstehen. Der Schritt S54 wird also nur für Leitgrößen L^* durchgeführt, die für Bandpunkte 12, 13 ermittelt wurden, die zum Zeitpunkt des Nachführens noch nicht in die Fertigstraße 1 eingelaufen sind.

[0126] Es ist möglich, alle nachgeführten Leitgrößen L^* sofort in vollem Umfang nachzuführen. Bevorzugt ist jedoch, einen sanfteren Übergang vorzunehmen. Beispielsweise kann die erste nachgeführte Leitgröße L^* um 10 % ihrer Änderung nachgeführt werden, die zweite nachgeführte Leitgröße um 20 % ihrer Änderung, die dritte nachgeführte Leitgröße L^* um 30 % ihrer Änderung usw..

[0127] Alternativ oder zusätzlich zum Vorhandensein des Schrittes S54 ist es möglich, dass der Steuerrechner 8 in einem Schritt S55 auf Grund des Vergleichs die Ermittlungsvorschrift zum Ermitteln der Leitgrößen L^* als solches adaptiert. Dadurch wird erreicht, dass zukünftig ermittelte Leitgrößen L^* , die zum Zeitpunkt des Vergleichs des Schrittes S53 noch nicht ermittelt sind, auf verbesserte Weise ermittelt werden. Das Adaptieren der Ermittlungsvorschrift kann insbesondere ein Adaptieren des Modells der Fertigstraße 1 und hier insbesondere des Wärmeübergangsmodells um-

fassen.

[0128] Insbesondere, wenn die Erwartungsgrößen GE , GE' mittels des oben stehend erwähnten Datenfeldes ermittelt werden, ist es möglich, das Adaptieren des Modells der Fertigstraße 1 für das Band 2, das die Fertigstraße 1 momentan durchläuft, auf vereinfachte Weise vorzunehmen. Denn in diesem Fall kann das Adaptieren beispielsweise dadurch erfolgen, dass auf die Istgrößen G ein Offset addiert wird, bevor sie als Eingangsgröße des Datenfeldes verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Leitgeschwindigkeit v_L mit einem Faktor skaliert werden und/oder auf sie ein Offset addiert werden, bevor sie als Eingangsgröße des Datenfeldes verwendet wird. Alternativ oder zusätzlich kann auf die jeweils unter Verwendung des Datenfeldes ermittelte Erwartungsgröße GE , GE' ein Offset addiert werden. Insbesondere die Echtzeitfähigkeit des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens bleibt bei dieser vereinfachten Art der Adaptierung des Modells der Fertigstraße 1 erhalten.

[0129] Es ist möglich, im Rahmen des Schrittes S54 alle Leitgrößen L^* nachzuführen, die zu diesem Zeitpunkt bereits ermittelt, aber noch nicht ausgeführt sind, also beispielsweise auch die Leitgröße L^* für den als nächstes in die Fertigstraße 1 eintretenden (ersten) Bandpunkt 12. Vorzugsweise führt der Steuerrechner 8 anhand des Vergleichs des Schrittes S53 selbstständig jedoch nur diejenigen Leitgrößen L^* nach, die für (zweite) Bandpunkte 13 ermittelt wurden, die zum Zeitpunkt des Nachführens vom Eingang der Fertigstraße 1 einen Mindestabstand MIN (siehe FIG 14) aufweisen.

[0130] Denn wie in FIG 14 dargestellt, weist das erfindungsgemäße Betriebsverfahren bezüglich des Leitgrößenverlaufs einen Prädiktionshorizont H auf. Der Prädiktionshorizont H ist durch denjenigen zweiten Bandpunkt 13 bestimmt, dessen Leitgröße L^* zwar bereits ermittelt wird und der von den zweiten Bandpunkten 13, deren Leitgrößen L^* bereits ermittelt wurden, den größten Abstand zur Fertigstraße 1 aufweist. Es kann sinnvoll sein, wenn der Steuerrechner 8 anhand des Vergleichs selbstständig nur diejenigen Leitgrößen L^* nachführt, die für zweite Bandpunkte 13 ermittelt wurden, die zum Zeitpunkt des Nachführens vom Eingang der Fertigstraße 1 den Mindestabstand MIN aufweisen. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit FIG 7 veranschaulicht werden.

[0131] Gemäß der Darstellung von FIG 7 sind

- die Bandpunkte P1 bis P4 bereits aus der Fertigstraße 1 ausgetreten,
- befinden sich die Bandpunkte P5, P6, P7 ... P30 in der Fertigstraße 1,
- tritt der Bandpunkt P31 als nächstes in die Fertigstraße 1 ein und
- erstreckt sich der Prädiktionshorizont H , ausgehend vom Bandpunkt P31, bis zum Bandpunkt P35.

[0132] Anhand der Isttemperatur beispielsweise des Bandpunkts P2 vor der Fertigstraße 1 und anhand des Leitgeschwindigkeitsverlaufs, mit dem der Bandpunkt P2 die Fertigstraße 1 durchlaufen hat, ermittelt der Steuerrechner 8 die Temperatur, die für den Bandpunkt P2 am Ausgang der Fertigstraße 1 (also am Ort x_A) erwartet wird. Dies entspricht dem Schritt S52 von FIG 13. Der Steuerrechner 8 nimmt weiterhin von der Temperaturmesseinrichtung 15 die Isttemperatur entgegen, die für den Bandpunkt P2 gemessen wird. Dies entspricht dem Schritt S51 von FIG 13. Man nehme an, der Vergleich des Schrittes S53 ergebe eine Abweichung. Trotz der Abweichung lässt der Steuerrechner 8 - beispielsweise - die bereits ermittelten Leitgrößen L^* für die Bandpunkte P31 bis P34 unverändert. Er führt anhand des Vergleichs des Schrittes S53 im Schritt S54 nur die Leitgröße L^* des Bandpunktes P35 nach. Die Leitgrößen L^* für nachfolgende Bandpunkte P36, P37, ..., die zu diesem Zeitpunkt noch nicht ermittelt sind, ermittelt der Steuerrechner 8 anhand einer Ermittlungsvorschrift, die er im Schritt S55 anhand des Vergleichs des Schrittes S53 adaptiert.

[0133] Es mag in Einzelfällen zwar zulässig sein, auch die Leitgrößen L^* der Bandpunkte P31 bis P34 ebenfalls zu ändern. In diesem Fall erfolgt die Änderung der entsprechenden Leitgrößen L^* aber nicht auf Grund des Vergleichs des Schrittes S53, sondern auf Grund eines übergeordneten Steuereingriffs, der dem Steuerrechner 8 von einer anderen Steuereinrichtung - beispielsweise der Steuereinrichtung 8' - oder von einer Bedienperson vorgegeben wird.

[0134] Wie bereits erwähnt, ist der Fertigstraße 1 in der Regel eine Kühlstrecke 6 nachgeordnet. Die Kühlstrecke 6 weist Kühleinrichtungen 7 auf. Jede Kühleinrichtung weist (mindestens) ein Stellventil 7' und eine Anzahl dem jeweiligen Stellventil 7' zugeordneter Spritzdüsen 7'' auf. Mittels des jeweiligen Stellventils 7' wird eingestellt, wie viel Kühlflüssigkeit lokal auf das Band 2 abgegeben wird. Die Stellventile 7' reagieren relativ träge. Gerechnet von dem Zeitpunkt, zu dem ein Stellventil 7' mit einer geänderten Stellgröße S angesteuert wird bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die geänderte Ansteuerung sich auf das Band 2 auswirkt, liegt eine Totzeit T , die oftmals im Sekundenbereich liegt. Totzeiten von zwei bis fünf Sekunden sind durchaus üblich. Weiterhin beeinflusst der Verlauf der Leitgeschwindigkeit v_L auch die Durchlaufzeit der Bandpunkte 12, 13, 13' durch die Kühlstrecke 6. Es ist daher erforderlich, dass die Steuereinrichtung 8', welche die Ansteuerung der Kühleinrichtungen 7 der Kühlstrecke 6 vornimmt, nicht nur den momentanen Wert der Leitgeschwindigkeit v_L kennt, sondern auch deren zukünftigen Verlauf. Denn nur dann kann die Steuereinrichtung 8' der Kühlstrecke 6 rechtzeitig vorher auf zukünftig anstehende Veränderungen der Leitgeschwindigkeit v_L reagieren. Die Steuereinrichtung 8' der Kühlstrecke 6 muss also die Leitgröße L^* - und zwar auch zukünftig anstehende Leitgrößen L^* - zur Ermittlung der Stellgrößen S für die Stellventile 7' verwenden, wenn die korrekten Kühlmittelmengen auf die "richtigen" Stellen des Bandes 2 aufgebracht werden sollen. Dies gilt selbstverständlich in analoger Form auch dann, wenn die Steuerung der Kühlstrecke 6 vom Steuerrechner 8 vorgenommen wird.

[0135] In dem Fall, dass Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 vorhanden sind, treten bei den Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 analoge Totzeiten auf. Auch hier sollte daher der Leitgrößenverlauf bei der Ermittlung der Stellgrößen S für die Zwischengerüst-Kühleinrichtungen 5 mit verwendet werden, um rechtzeitig vorher auf zukünftig anstehende Veränderungen der Leitgeschwindigkeit vL reagieren zu können. Vorzugsweise ist daher der Prädiktionshorizont H gemäß FIG 14 mindestens so groß wie die obenstehend erläuterte Totzeit T. Vorzugsweise ist der Prädiktionshorizont H sogar größer als die Totzeit T. Wenn beispielsweise - siehe FIG 7 - die Totzeit T mit den Bandpunkten P31 bis P33 korrespondiert, sollte sich der Prädiktionshorizont H über mehr als zwei Bandpunkte erstrecken, beispielsweise entsprechend der Darstellung von FIG 7 über vier Bandpunkte.

[0136] Aus im Wesentlichen gleich gelagerten Gründen sollte der Mindestabstand MIN, innerhalb dessen das Nachführen der Leitgrößen L* unterdrückt wird, mindestens so groß wie die Totzeit T sein, beispielsweise gemäß FIG 7 drei Bandpunkte betragen.

[0137] Die Leitgrößen L* werden vom Ansatz her punktuell für die einzelnen Bandpunkte 12, 13 ermittelt. Zum Ermitteln eines kontinuierlichen Leitgeschwindigkeitsverlaufs ist gemäß FIG 15 der Schritt S4 in Form eines Schrittes S61 ausgebildet. Im Schritt S61 kettet der Steuerrechner 8 die ermittelten Leitgrößen L* durch einen Spline aneinander, so dass sich durch die Verkettung ein Leitgrößenverlauf ergibt, der stetig und differenzierbar ist. Hiermit korrespondierend ist auch der so definierte Leitgeschwindigkeitsverlauf stetig und differenzierbar.

[0138] Alternativ zum Schritt S61 könnte ein Schritt S62 vorhanden sein. Im Schritt S62 ermittelt der Steuerrechner 8 anhand der punktuell ermittelten Leitgrößen L* die korrespondierenden punktuellen Leitgeschwindigkeiten vL. In diesem Fall kettet der Steuerrechner 8 die entsprechenden Leitgeschwindigkeiten vL durch einen Spline aneinander, so dass sich durch die Verkettung ein stetiger und differenzierbarer Leitgeschwindigkeitsverlauf ergibt.

[0139] Die Schritte S61 und S62 sind alternativ zueinander. Sie sind daher zwar beide in FIG 15 dargestellt, jedoch beide nur gestrichelt eingezeichnet.

[0140] Das obenstehend beschriebene Betriebsverfahren für die Fertigstraße 1 liefert - zunächst - Leitgeschwindigkeiten vL, bis der letzte Bandpunkt 13 des Bandes 2 in die Fertigstraße 1 eingelaufen ist. Die Leitgeschwindigkeit vL muss jedoch definiert sein, so lange sich mindestens ein Bandpunkt 12, 13 in der Fertigstraße 1 befindet, also auch dann, wenn keine weiteren Bandpunkte 12, 13 mehr in die Fertigstraße 1 einlaufen. Es ist ohne weiteres möglich, die erfindungsgemäße Vorgehensweise entsprechend zu erweitern. Es ist lediglich erforderlich, innerhalb des Steuerrechners 8 zusätzlich zu den Bandpunkten 12, 13, 13' für das physikalisch vorhandene Band 2 virtuelle Bandpunkte zu berücksichtigen, die an die erstgenannten Bandpunkte angehängt werden. Auch für diese virtuellen Bandpunkte wird eine entsprechende Leitgröße L* ermittelt. Den virtuellen Bandpunkten ist jedoch weder eine Istgröße G noch eine Sollgröße G* zugeordnet, so dass die virtuellen Bandpunkte selbst nicht zur Ermittlung der entsprechenden Leitgrößen L* beitragen.

[0141] Im Rahmen der Erläuterung der vorliegenden Erfindung wurde weiterhin die Leitgröße L* jeweils in Verbindung mit den Bandpunkten 12, 13 erläutert, die zu bestimmten Zeitpunkten in die Fertigstraße 1 einlaufen. Dies ist jedoch nicht so zu verstehen, dass die entsprechenden Leitgrößen L* den entsprechenden Bandpunkten 12, 13 fest zugeordnet sind. Denn die entsprechende Leitgröße L* wirkt global auf das gesamte Band 2. Entscheidend ist daher lediglich die Zuordnung der jeweiligen Leitgröße L* zu einem bestimmten Zeitpunkt, wobei der Zeitpunkt dadurch definiert ist, dass der entsprechende Bandpunkt 12, 13 zu diesem Zeitpunkt in die Fertigstraße 1 einläuft.

[0142] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere wird es ermöglicht, einen Leitgrößen- bzw. Leitgeschwindigkeitsverlauf vorherzusagen, der später im Betrieb der Fertigstraße 1 auch tatsächlich eingehalten wird. Damit verbunden ergibt sich eine verbesserte Genauigkeit beim Einhalten des Sollenergieinhalts am Auslauf der Fertigstraße 1 und darüber hinaus auch eine verbesserte - sogar erheblich verbesserte - Genauigkeit, mit der die Kühlstrecke 6 gesteuert werden kann. So ist es möglich, beispielsweise sowohl eine Endwalztemperatur (am Auslauf der Fertigstraße 1) als auch eine Haspeltemperatur (am Auslauf der Kühlstrecke 6) hochgenau einzuhalten.

[0143] 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 Fertigstraße (1) zum Walzen eines Bandes (2),

- wobei einem Steuerrechner (8) für die Fertigstraße (1) spätestens zu einem Zeitpunkt, zu dem ein erster Bandpunkt (12) des Bandes (2) sich noch vor der Fertigstraße (1) befindet, für den ersten Bandpunkt (12), eine Anzahl von zweiten Bandpunkten (13) und eine Anzahl von dritten Bandpunkten (13') des Bandes (2) jeweils eine Istgröße (G) und eine Sollgröße (G*) bekannt sind,

- wobei für jeden Bandpunkt (12, 13, 13') die jeweilige Istgröße (G) für den Ist-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') und die jeweilige Sollgröße (G*) für den Soll-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes

(12, 13, 13') charakteristisch sind,

- wobei für jeden Bandpunkt (12, 13, 13') die jeweilige Istgröße (G) auf einen Ort (xE) vor der Fertigstraße (1) bezogen ist und die jeweilige Sollgröße (G*) auf einen Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1) bezogen ist,
- wobei die zweiten Bandpunkte (13) nach dem ersten Bandpunkt (12) und die dritten Bandpunkte (13') vor dem ersten Bandpunkt (12) in die Fertigstraße (1) einlaufen,
- wobei der Steuerrechner (8) vor dem Einlaufen des ersten Bandpunktes (12) in die Fertigstraße (1) für den ersten Bandpunkt (12) und zumindest einen Teil der zweiten Bandpunkte (13) anhand einer für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13) spezifischen Ermittlungsvorschrift jeweils eine Leitgröße (L*) ermittelt,
- wobei der Steuerrechner (8) anhand der für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13) ermittelten Leitgröße (L*) jeweils eine Leitgeschwindigkeit (vL) ermittelt und die Fertigstraße (1) zum Zeitpunkt des Einlaufens des jeweiligen Bandpunktes (12, 13) in die Fertigstraße (1) mit der jeweiligen Leitgeschwindigkeit (vL) betreibt und
- wobei für die jeweilige Leitgröße (L*) in deren Ermittlungsvorschrift die Istgröße (G) und die Sollgröße (G*) des zu diesem Zeitpunkt jeweils in die Fertigstraße (1) eintretenden Bandpunktes (12, 13) sowie die Istgröße (G) und die Sollgröße (G*) mindestens eines zu diesem Zeitpunkt bereits in die Fertigstraße (1) eingetretenen Bandpunktes (12, 13) eingehen.

**2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet ,**

- **dass** der Steuerrechner (8) jede der Leitgrößen (L*) anhand einer Vielzahl von Einzelleitgrößen (I*) ermittelt,
- **dass** jede Einzelleitgröße (I*) jeweils auf einen der Bandpunkte (12, 13, 13') bezogen ist, dessen Ist- und Sollgröße (G, G*) in die Ermittlung der jeweiligen Leitgröße (L*) eingehen,
- **dass** der Steuerrechner (8) für jeden Bandpunkt (12, 13, 13') dessen Einzelleitgröße (I*) derart ermittelt, dass eine jeweilige Erwartungsgröße (GE) mit der korrespondierenden Sollgröße (G*) übereinstimmt, und
- **dass** die jeweilige Erwartungsgröße (GE) für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, den der jeweilige Bandpunkt (12, 13, 13') an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße (G*) bezogen ist, annehmen würde, wenn der Steuerrechner (8) die Fertigstraße (1) während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') durch die Fertigstraße (1) mit einer mit der Einzelleitgröße (I*) korrespondierenden Leitgeschwindigkeit (vL) betreiben würde.

**3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,**

dass der Steuerrechner (8) für jeden Bandpunkt (12, 13), für den er dessen Leitgröße (L*) ermittelt,

- anhand der Istgrößen (G), die in die Ermittlung der Leitgröße (L*) für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13) eingehen, eine effektive Istgröße (G') und anhand der Sollgrößen (G*), die in die Ermittlung der Leitgröße (L*) für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13) eingehen, eine effektive Sollgröße (G'*) ermittelt,
- eine Erwartungsgröße (GE) ermittelt, die für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, den der jeweilige Bandpunkt (12, 13) an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die effektive Sollgröße (G'*) bezogen ist, annehmen würde, wenn der Steuerrechner (8) die Fertigstraße (1) während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes (12, 13) durch die Fertigstraße (1) mit einer mit der Leitgröße (L*) für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13) korrespondierenden Leitgeschwindigkeit (vL) betreiben würde, und
- die Leitgröße (L*) derart ermittelt, dass die Erwartungsgröße an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die effektive Sollgröße (G'*) bezogen ist, die effektive Sollgröße (G'*) aufweist.

**4. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** der Steuerrechner (8) zum Ermitteln der Leitgrößen (L*) die Leitgrößen (L*) zunächst als vorläufige Werte ansetzt,
- **dass** der Steuerrechner (8) für den ersten Bandpunkt (12) und zumindest einen Teil der zweiten und dritten Bandpunkte (13, 13') eine jeweilige Erwartungsgröße (GE) ermittelt,
- **dass** jede Erwartungsgröße (GE) für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, den der jeweilige Bandpunkt (12, 13, 13') an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße (G*) bezogen ist, annehmen würde, wenn der Steuerrechner (8) die Fertigstraße (1) während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') durch die Fertigstraße (1) mit Leitgeschwindigkeiten (vL) betreiben würde, die mit den angesetzten Leitgrößen (L*) korrespondieren, und
- **dass** der Steuerrechner (8) die angesetzten Leitgrößen (L*) variiert, so dass eine Zielfunktion (Z) optimiert

wird, in die die Beträge der Differenzen der Erwartungsgrößen (GE) von den korrespondierenden Sollgrößen (G*) eingehen.

5. Betriebsverfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass in die Zielfunktion (Z) zusätzlich auch ein Strafterm eingeht, mittels dessen Änderungen der Leitgeschwindigkeit (vL) bestraft werden.

6. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** der Steuerrechner (8) vorab ein Datenfeld erstellt, in dem der Steuerrechner (8) für eine Vielzahl von möglichen Leitgeschwindigkeiten (vL) und möglichen Istgrößen (G) die sich für die jeweilige mögliche Istgröße (G) bei der jeweiligen möglichen Leitgeschwindigkeit (vL) ergebende Erwartungsgröße (GE) hinterlegt, und
- **dass** der Steuerrechner (8) die Leitgrößen (L*) für die Bandpunkte (12, 13) unter Verwendung des Datenfeldes ermittelt.

7. Betriebsverfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Steuerrechner (8)

- zumindest für einen Teil der Bandpunkte (12, 13, 13') eine jeweilige Erwartungsgröße (GE') ermittelt, die für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, der für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13, 13') an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße (G*) bezogen ist, auf Grund der Leitgeschwindigkeiten (vL), mit denen der Steuerrechner (8) die Fertigstraße (1) während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') durch die Fertigstraße (1) betreibt, erwartet wird,
- nach dem Durchlauf des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') durch die Fertigstraße (1) eine Messgröße (GM) entgegen nimmt, die für einen Ist-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die korrespondierende Sollgröße (G*) bezogen ist, charakteristisch ist,
- anhand eines Vergleichs des erwarteten Energieinhalts mit dem Ist-Energieinhalt selbsttätig ein Modell der Fertigstraße (1) adaptiert und
- das Modell der Fertigstraße (1) dadurch adaptiert, dass er bei der Verwendung des Datenfeldes auf die Istgrößen (G) einen Offset addiert, die Leitgeschwindigkeiten (vL) mit einem Skalierungsfaktor skaliert und/oder auf sie einen Offset addiert und/oder auf die unter Verwendung des Datenfeldes ermittelten Erwartungsgrößen (GE, GE') einen Offset addiert.

8. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass für jede Leitgröße (L*) in deren Ermittlung die Istgröße (G) und die Sollgröße (G*) der bereits in die Fertigstraße (1) eingetretenen Bandpunkte (12, 13, 13') nur dann eingehen, wenn diese Bandpunkte (12, 13, 13') zu dem Zeitpunkt, für den die jeweilige Leitgröße (L*) ermittelt wird, noch nicht aus der Fertigstraße (1) ausgetreten sind.

9. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Steuerrechner (8) zumindest für einen Teil der Bandpunkte (12, 13, 13')

- eine jeweilige Erwartungsgröße (GE') ermittelt, die für einen erwarteten Energieinhalt charakteristisch ist, der für den jeweiligen Bandpunkt (12, 13, 13') an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die jeweils korrespondierende Sollgröße (G*) bezogen ist, auf Grund der Leitgeschwindigkeiten (vL), mit denen der Steuerrechner (8) die Fertigstraße (1) während des gesamten Durchlaufs des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') durch die Fertigstraße (1) betreibt, erwartet wird,
- nach dem Durchlauf des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') durch die Fertigstraße (1) eine Messgröße (GM) entgegen nimmt, die für einen Ist-Energieinhalt des jeweiligen Bandpunktes (12, 13, 13') an dem Ort (xA) hinter der Fertigstraße (1), auf den die korrespondierende Sollgröße (G*) bezogen ist, charakteristisch ist, und
- anhand eines Vergleichs des erwarteten Energieinhalts mit dem Ist-Energieinhalt selbsttätig zumindest einen Teil der bereits ermittelten Leitgrößen (L*) nachführt.

10. Betriebsverfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Steuerrechner (8) anhand des Vergleichs selbsttätig nur diejenigen Leitgrößen (L*) nachführt, die für Bandpunkte (12, 13) ermittelt wurden, die zum Zeitpunkt des Nachführens vom Eingang der Fertigstraße (1) einen

Mindestabstand (MIN) aufweisen.

11. Betriebsverfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Steuerrechner (8) oder eine andere Steuereinrichtung (8') die ermittelten Leitgrößen (L*) zur Ermittlung mindestens einer weiteren Stellgröße (S) verwendet,
- **dass** die weitere Stellgröße (S) um eine Totzeit (T) verzögert und nur lokal auf das Band (2) wirkt und
- **dass** der Mindestabstand (MIN) derart bestimmt ist, dass eine mit dem Mindestabstand (MIN) korrespondierende Zeitdifferenz mindestens so groß wie die Totzeit (T) ist.

12. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** der Steuerrechner (8) oder eine andere Steuereinrichtung (8') die ermittelten Leitgrößen (L*) zur Ermittlung mindestens einer weiteren Stellgröße (S) verwendet,
- **dass** die weitere Stellgröße (S) um eine Totzeit (T) verzögert und nur lokal auf das Band (2) wirkt und
- **dass** der erste Bandpunkt (12) und der Teil der zweiten Bandpunkte (13), für die deren jeweilige Leitgröße (L*) vor dem Einlaufen des ersten Bandpunkts (12) in die Fertigstraße (1) ermittelt wurde, einem Prädiktionshorizont (H) entsprechen, der mindestens so groß wie die Totzeit (T) ist.

13. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Steuerrechner (8) die ermittelten Leitgrößen (L*) oder die entsprechenden Leitgeschwindigkeiten (vL) durch einen Spline aneinander kettet, so dass ein sich durch die Verkettung ergebender Leitgeschwindigkeitsverlauf stetig und differenzierbar ist.

14. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Steuerrechner (8) das Ermitteln der Leitgrößen (L*) im Rahmen einer Vorausberechnung online oder in Echtzeit ausführt.

15. Computerprogramm, das Maschinencode (11) umfasst, der von einem Steuerrechner (8) für eine Fertigstraße (1) zum Walzen eines Bandes (2) unmittelbar abarbeitbar ist und dessen Abarbeitung durch den Steuerrechner (8) bewirkt, dass der Steuerrechner (8) die Fertigstraße (1) gemäß einem Betriebsverfahren mit allen Schritten eines Betriebsverfahrens nach einem der obigen Ansprüche betreibt.

16. Steuerrechner für eine Fertigstraße (1) zum Walzen eines Bandes (2),
dadurch gekennzeichnet,

dass der Steuerrechner derart ausgebildet ist, dass er die Fertigstraße (1) gemäß einem Betriebsverfahren mit allen Schritten eines Betriebsverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14 betreibt.

17. Fertigstraße zum Walzen eines Bandes (2),
dadurch gekennzeichnet,

dass die Fertigstraße mit einem Steuerrechner (8) nach Anspruch 16 ausgestattet ist.

FIG 1

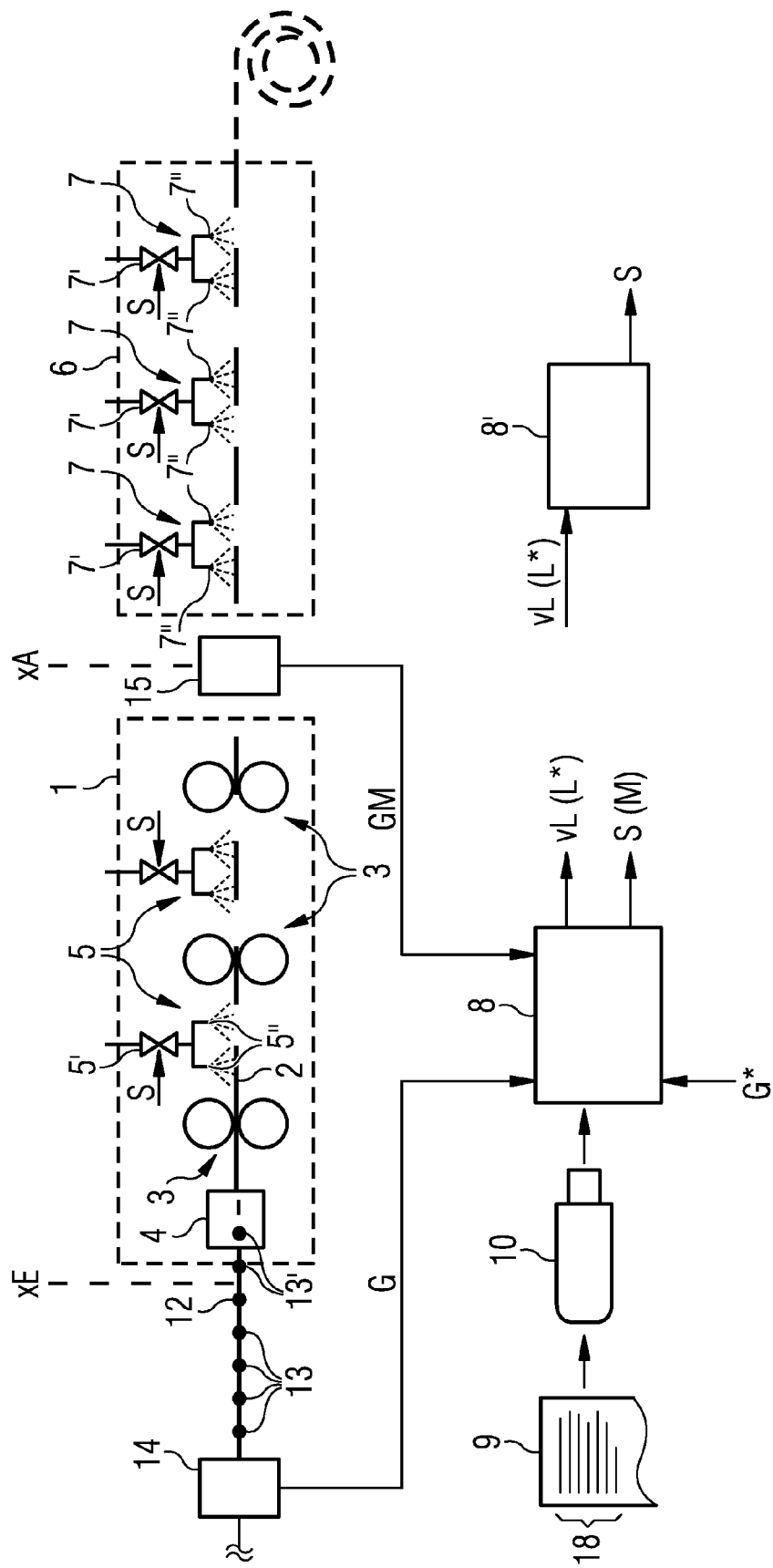


FIG 2

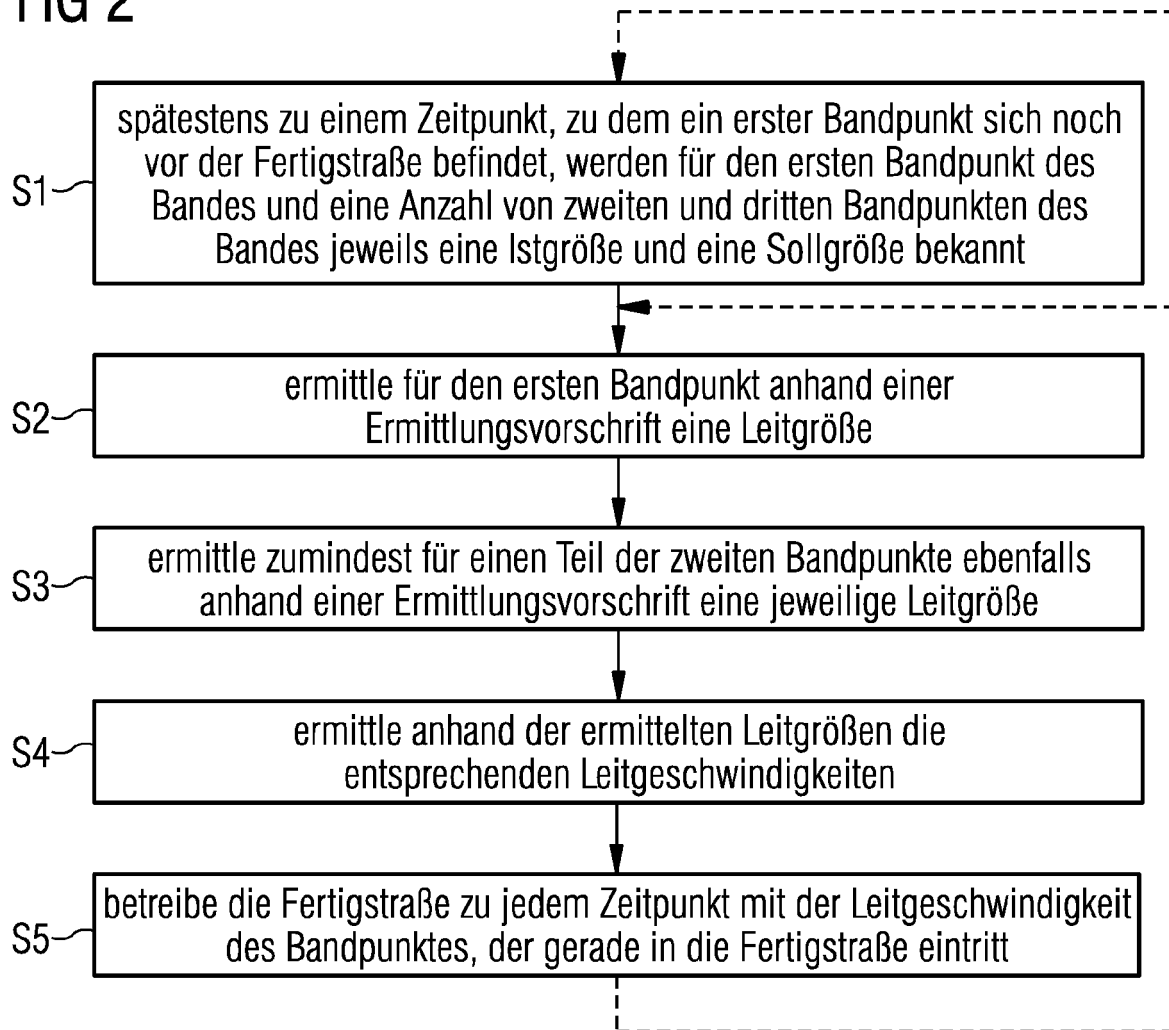


FIG 3

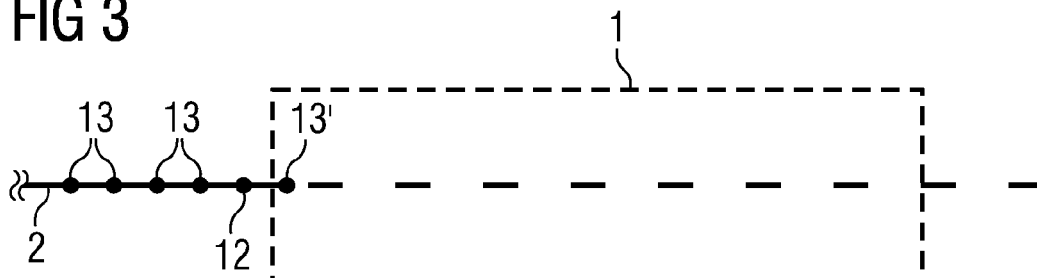


FIG 4

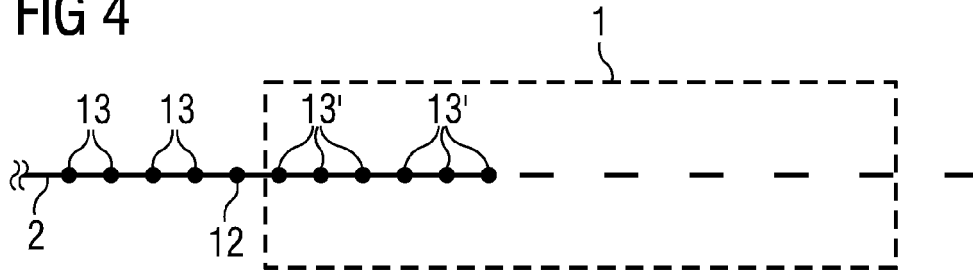


FIG 5

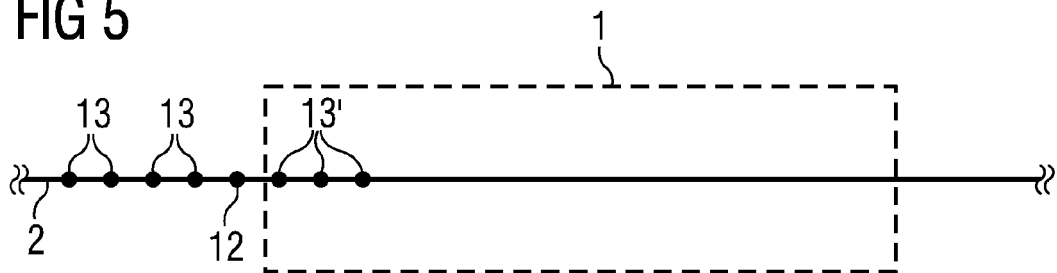


FIG 6

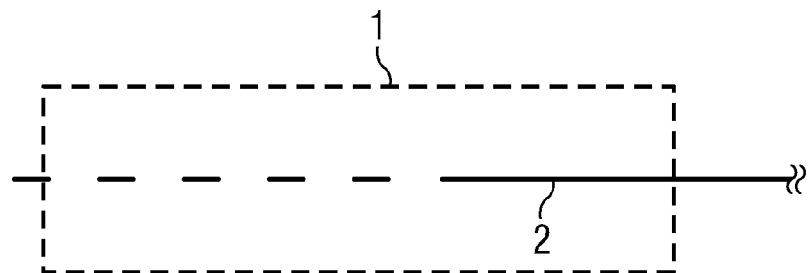


FIG 7

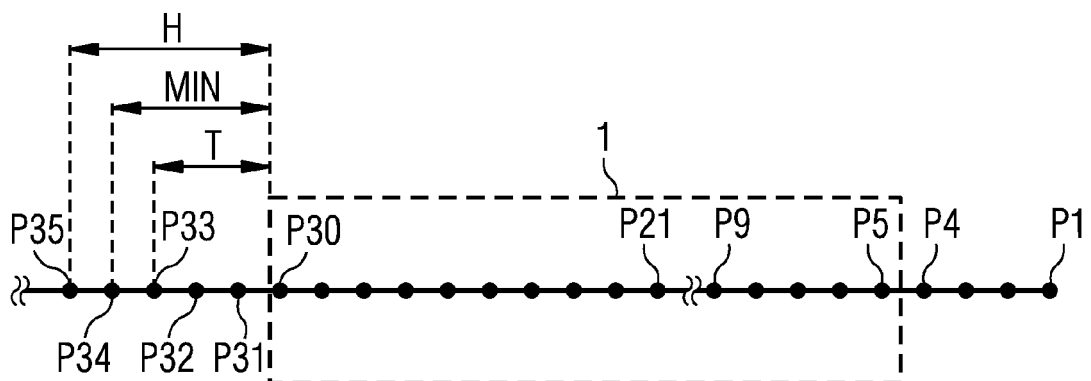


FIG 8

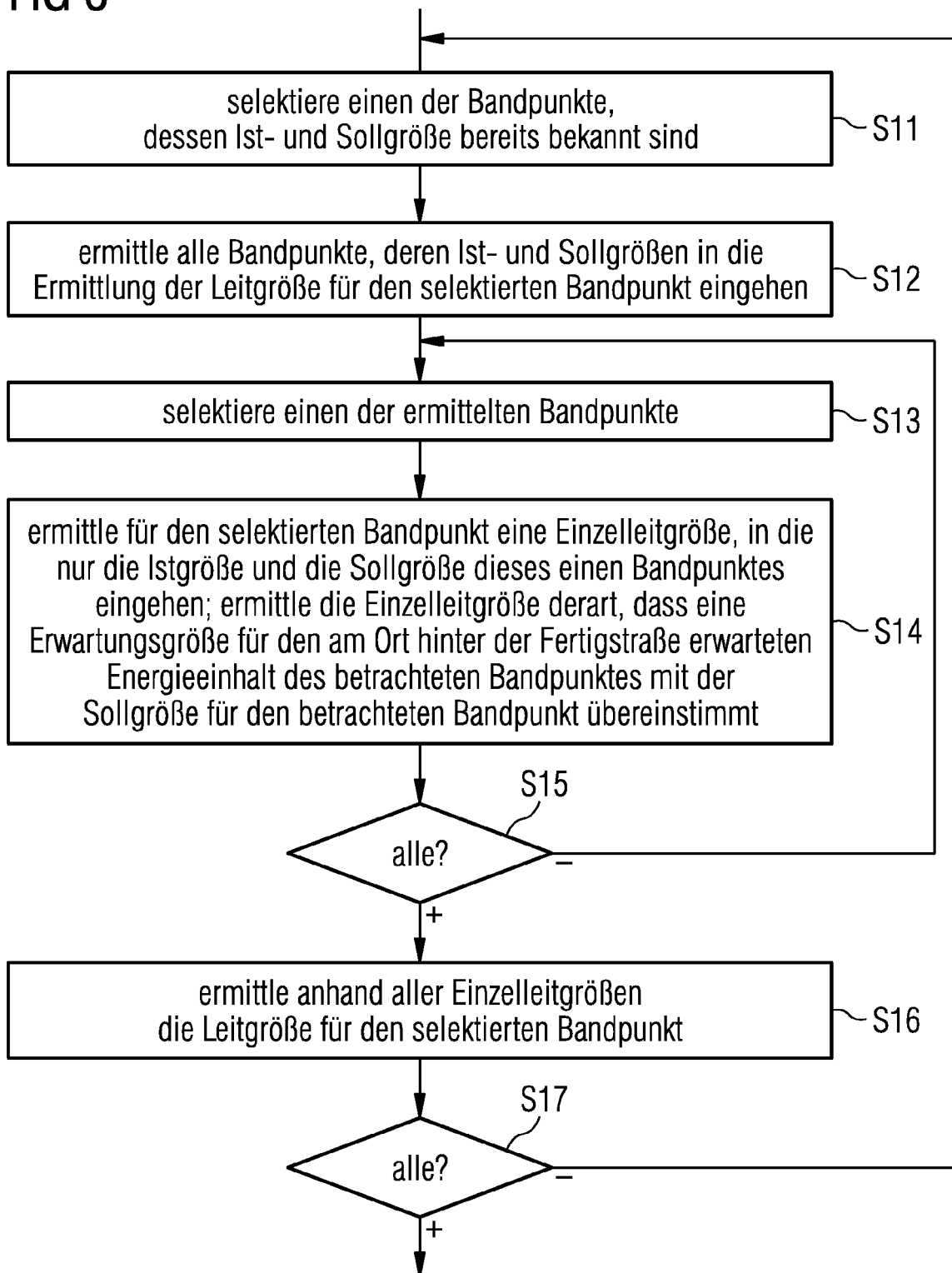


FIG 9

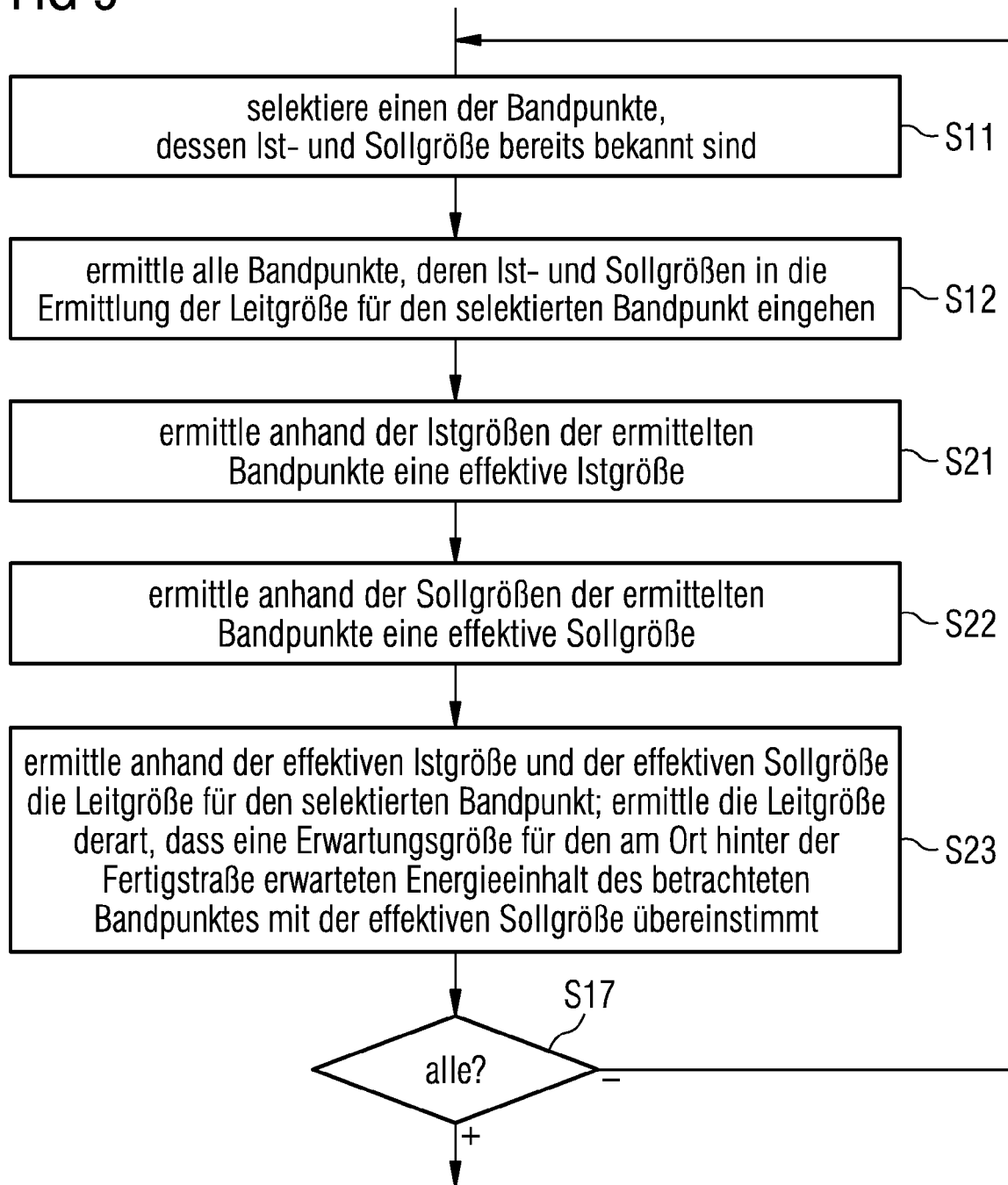


FIG 10

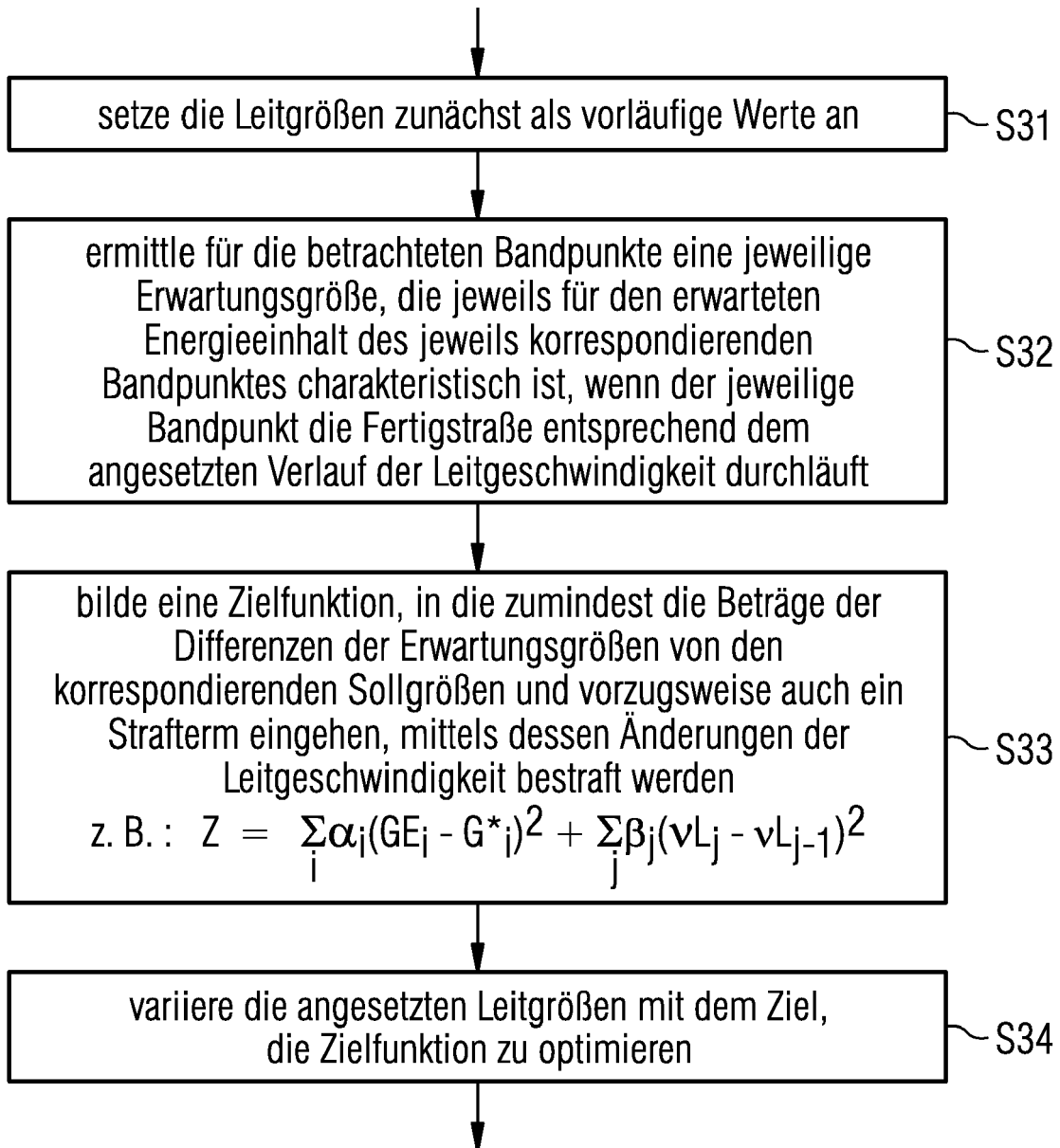


FIG 11

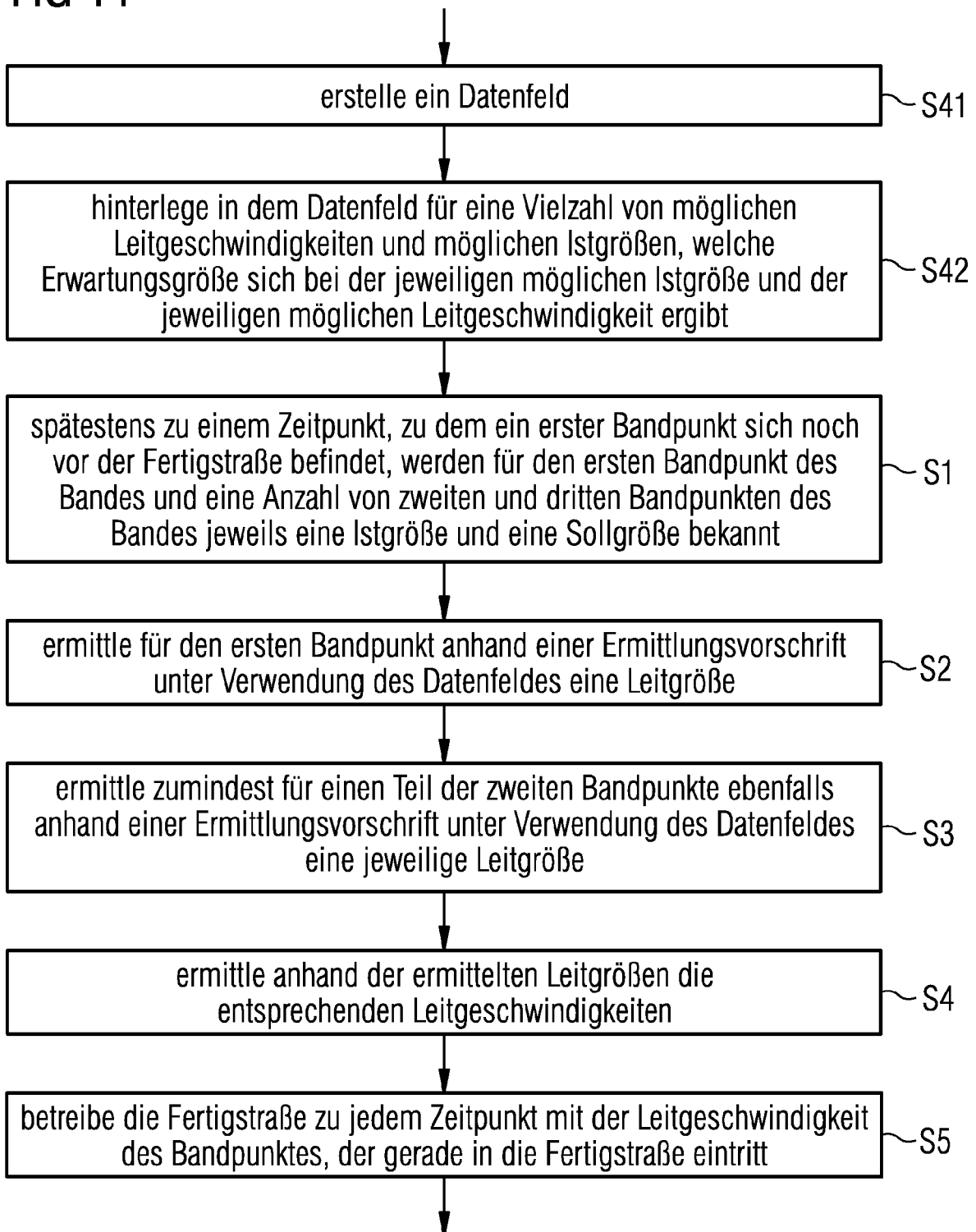


FIG 12

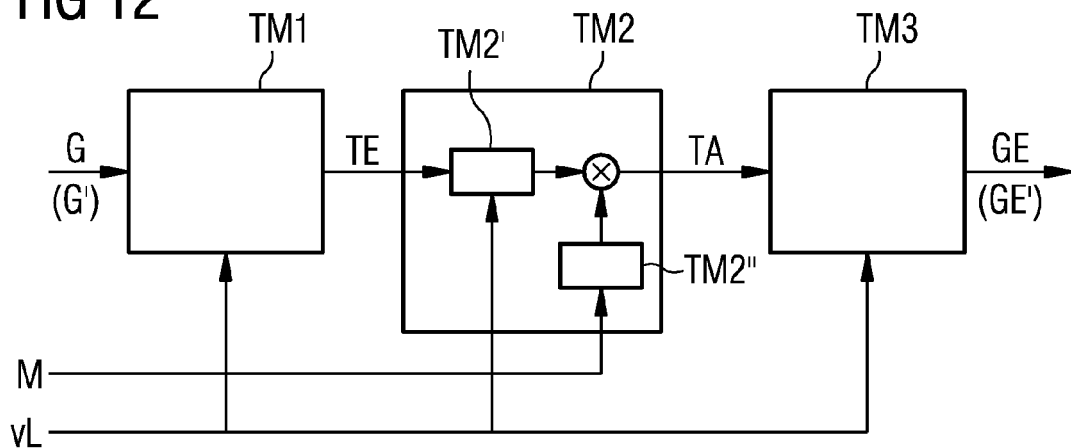


FIG 13

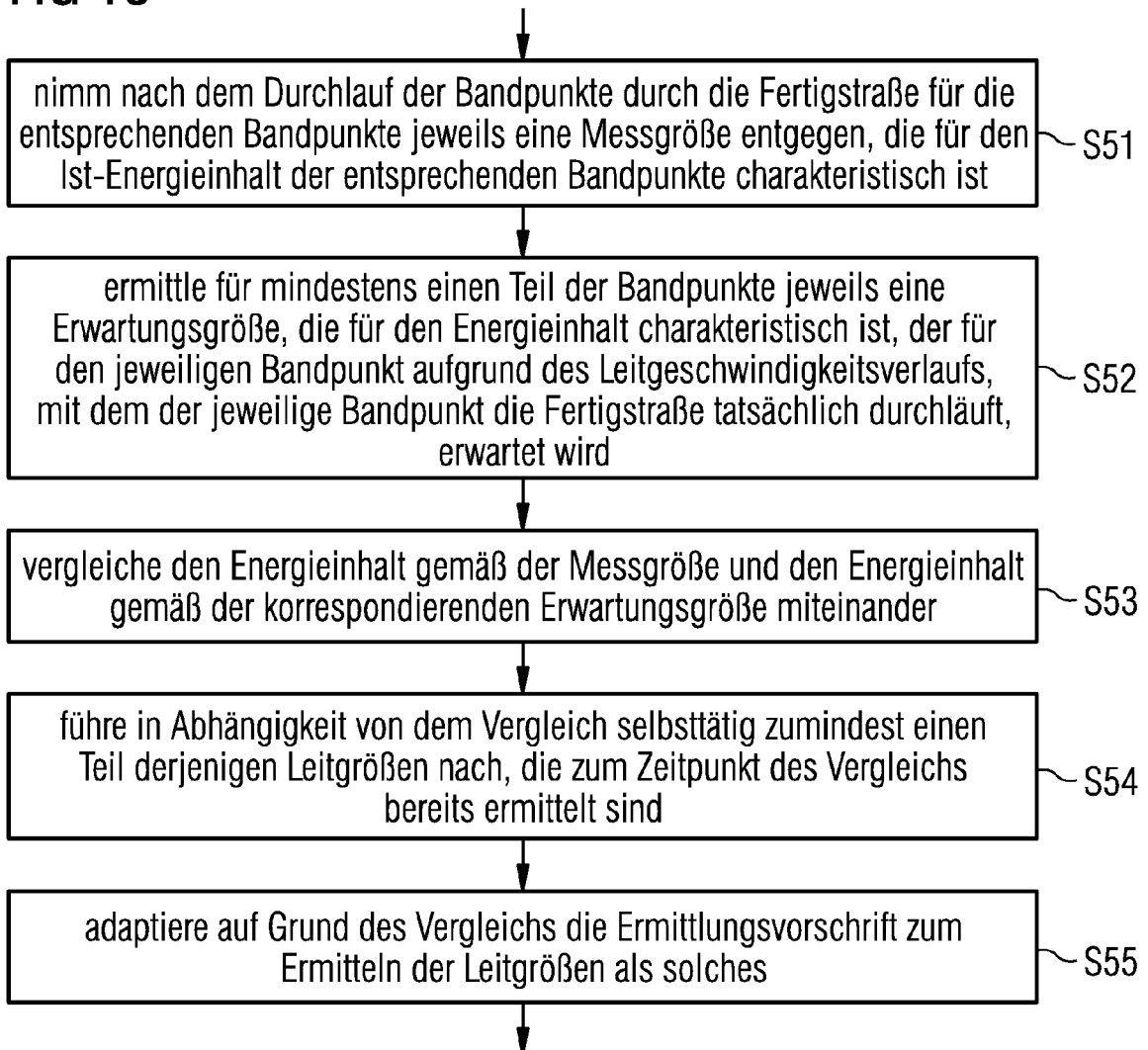


FIG 14

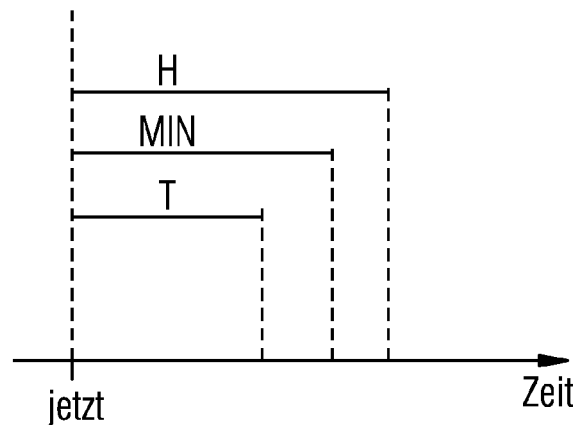
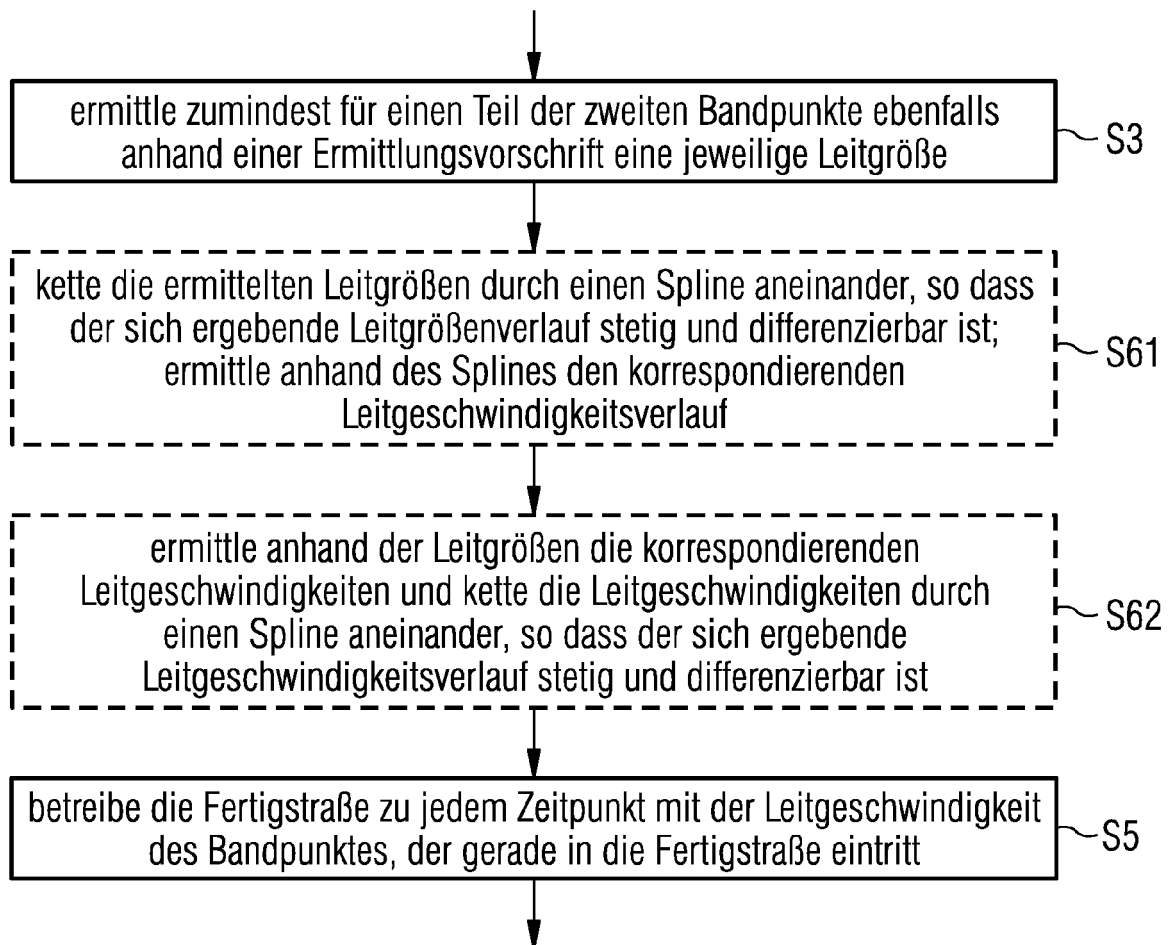


FIG 15





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 16 2135

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 03/045599 A1 (SIEMENS AG [DE]; WEINZIERL KLAUS [DE]; METZGER MICHAEL [DE]; KURZ MATT) 5. Juni 2003 (2003-06-05) * Seite 7, Zeile 17 - Seite 13, Zeile 37; Ansprüche 1,4-6,10-12,19; Abbildungen 1-5 *	1-17	INV. B21B37/74 C21D11/00
X	----- US 6 220 067 B1 (SANO MITSUHIKO [JP]) 24. April 2001 (2001-04-24) * Anspruch 1; Abbildungen 1-3 *	1-17	
A,D	----- DE 103 21 791 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) * Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-3 *	1-17	
A	----- JP 63 168211 A (SUMITOMO METAL IND) 12. Juli 1988 (1988-07-12) * Zusammenfassung *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. Oktober 2010	Prüfer Forciniti, Marco
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 16 2135

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.

01-10-2010

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

US 6220067	B1	24-04-2001	AU	729594 B2		08-02-2001
			AU	1251400 A		28-09-2000
			JP	2000210708 A		02-08-2000

DE 10321791	A1	30-12-2004	KEINE			

JP 63168211	A	12-07-1988	KEINE			

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 10321791 A1 [0013] [0015] [0088] [0106]
- EP 09171068 A [0016]