



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 841 994 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.08.2001 Patentblatt 2001/35**

(21) Anmeldenummer: **96925644.5**

(22) Anmeldetag: **26.07.1996**

(51) Int Cl.7: **B21B 1/46, B21B 37/74**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE96/01441**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 97/04891 (13.02.1997 Gazette 1997/08)**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER STRANGGIESSANLAGE**

METHOD FOR OPERATING A CONTINUOUS CASTING PLANT

PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DE COULEE CONTINUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE DK ES FR GB IT NL**

(30) Priorität: **31.07.1995 DE 19529046**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.05.1998 Patentblatt 1998/21**

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG  
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **PLESCHIUTSCHNIGG, Fritz-Peter  
D-47269 Duisburg (DE)**

(74) Vertreter: **Henze, Lothar, Dipl.-Ing. et al  
Meissner & Meissner,  
Patentanwaltsbüro,  
Hohenzollerndamm 89  
14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 611 610 US-A- 5 150 597  
US-A- 5 396 695**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 258 (M-618), 21.August 1987 & JP,A,62 064462 (NIPPON STEEL CORP), 23.März 1987,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 029 (M-002), 14.März 1980 & JP,A,55 005166 (NIPPON STEEL CORP), 16.Januar 1980,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 055 (M-198), 5.März 1983 & JP,A,57 202907 (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 13.Dezember 1982,**

**EP 0 841 994 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Stranggießanlage mit einer stationären Kokille aufweisende Bandgießmaschine, die über ein Rollgang mit einem Ausgleichsofen verbunden ist.

**[0002]** Aus EP 0 264 459 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung von warmgewalzten Stahlband aus stranggegossenen Brammen bekannt, bei dem der erstarrte Gußstrang in Teilstücke gleicher Länge abgetrennt wird und diese Teilstücke nacheinander in einen Ofen eingeführt werden, in welchen sie über einen Zeitraum gespeichert werden, um abschließend einem Ablaufrollgang einer Walzfertigstraße übergeben zu werden. Das verflüssigte Material zur Bildung des Gußstranges wird in der Bogenführung der Stranggießmaschine abgekühlt. Die Austrittstemperatur des Gußstranges am Ende der Bogenführung liegt noch oberhalb von 1150°C. Auf dem Weg von der Mündung der Stranggießmaschine zum Eintritt des Speicherofens kühlt sich der Gußstrang ab und läuft vom Rollgang mit einer Temperatur von etwa 1150°C auf eine im Speicherofen befindliche Rollbahn ein.

**[0003]** Die zur Durchführung dieses Verfahrens erforderliche Anlage ist an eine festgelegte Strangdicke mit entsprechender Gießgeschwindigkeit gebunden. Änderungen der Gießparameter haben regelmäßig Produktionseinbußen, Qualitätsminderungen und Aufwandserhöhungen zur Folge.

**[0004]** So führt eine Senkung der Gießgeschwindigkeit bei konstanter Erstarrungsdicke, wenn also kein Gießwalzen möglich ist, zu starken Temperatur- Leistungsverlusten durch die zusätzliche Kühlung der Bramme in der Stranggießanlage sowie die große Verweilzeit des Stranges auf seinem Weg zum Ausgleichofen.

**[0005]** Außerdem führt die aus dieser Schrift bekannte Querteilanlage, da hier keine Schere eingesetzt wird, zu großen Strahlungsverlusten bedingt durch die lange Verfahrenszeit.

**[0006]** Die Erfindung hat sich das Ziel gesetzt, ein Verfahren zu schaffen, mit dem mit einfachen Mitteln die Gießparameter einer vorgegebenen Produktionskette, bestehend aus Stranggießanlage, Ausgleichsofen und Walzwerk, veränderbar sind und dabei die Gießleistung mindestens erhalten bleibt.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß beim Verbund der Stranggießstufe mit der Walzstufe sowohl beim Knüppel-, Brammen- als auch insbesondere beim Dünnbrammengießen der Energieinhalt des Stranges in den unmittelbar hinter der Stranggießanlage sich anschließenden Temperatenausgleichsofen die Rollenherd- bzw. Quertransportofen von großer Bedeutung ist. In überraschender Weise zeigt sich, daß der Energieinhalt der Bramme beim Eintritt in den Ausgleichsofen als Leitgröße für das Betreiben der Gesamtanlage genutzt werden kann. Dabei wird der Energieinhalt der Bramme beim Eintritt in den Ausgleichsofen der

gewünschten Walztemperatur des zu erzeugenden Warmbandes eingestellt. Der Ofen läßt sich dabei so betreiben, daß dem Strang keine Energie zuzuführen ist, sondern daß er nur noch zum Ausgleich der Brammentemperatur dient.

**[0008]** Mit der Auswahl der Brammentemperatur beim Eintritt in den Ausgleichsofen als Fixpunkt ist der Stahlwerker frei, die Parameter in den vorgeschalteten Anlagenteilen zu variieren. Hierbei werden unerwartete Lösungen aufgefunden, wenn bei einer Basisauslegung z.B. eine Erstarrungsdicke von 60 mm bei einer Gießgeschwindigkeit von 5 m/min. die Erstarrungsdicke der Bramme verringert und Einfluß auf die Gießgeschwindigkeit genommen wird, abgesehen von Einflußgröße wie Strangkühlung oder Isolation zwischen Stranggießmaschine und Ofen.

**[0009]** Eine weitere Steigungsmöglichkeit der Gießleistung verbunden mit einem höheren Wärmeinhalt der Bramme beim Einlauf in einen der Stranggießanlage direkt nachgeschalteten Ofen wird möglich durch ein Gießwalzen in der Gießmaschine, d.h. der Reduktion der Gießdicke während der Erstarrung.

**[0010]** Erfindungsgemäß werden nach Festlegung des Brammenformates vom Kokillenaustritt die Gießparameter in der Weise eingestellt, daß die Bramme bei Eintritt des Ausgleichsofens der gewünschten Walztemperatur des zu erzeugenden Warmbandes entspricht. Das System erlaubt es nunmehr, die Gießleistung bei konstanter Gießdicke und maximaler Gießgeschwindigkeit zu steigern sowie den Wärmeinhalt der in den Ausgleichofen einlaufenden Bramme zu steuern. Die Parameter werden dabei so eingestellt, daß die Sumpfspitze sich stets im Mündungsbereich der Bandgießmaschine befindet. In Abhängigkeit des aktuellen Energieinhaltes des Stranges unmittelbar hinter der Stranggießmaschine wird der Bramme durch aktive Kühlung vorgebar Wärme entzogen oder durch eine Isoliereinrichtung die Wärmeabstrahlung weitgehendst verhindert.

**[0011]** Bei der Basisauslegung einer Stranggießanlage mit einer Erstarrungsdicke der Bramme von 60 mm und einer maximalen möglichen Geschwindigkeit von 5 m/min, ist beispielsweise eine metallurgische Länge von 9,3 m vorgesehen. Wird die Erstarrungsdicke von 60 auf 50 mm durch Gießwalzen oder durch Umrüstung der Stranggießmaschine verringert, so wird unter Beibehaltung der Gießgeschwindigkeit und unter Berücksichtigung, daß die Strahlungsverluste in Abhängigkeit von der abnehmenden Bramme zunehmen und gleichzeitig die Erstarrungszeit eines Stranges mit kleiner werdender Dicke mit dem Quadrat der halben Dicke abnimmt, die Produktionsleistung verringert.

**[0012]** Wird hingegen entgegen der üblichen Vorgehensweise, die Gießgeschwindigkeit in Abhängigkeit der abnehmenden Dicke bei gleicher Breite der Bramme auf ihren maximalen Wert von 7,2 m/min. Gießgeschwindigkeit erhöht, so wird die Gießleistung von 2,31 auf 2,77 t/min., also von 100 auf 120 % angehoben. Die Gießleistung läßt sich durch diese Maßnahme nicht nur

halten, sondern sogar erhöhen. Bei dieser Verfahrensweise steigt gleichzeitig der Energieinhalt und damit die entsprechende durchschnittliche Brammentemperatur am Ofeneintritt von 1111°C auf 1150°C.

**[0013]** Diese Temperaturerhöhung kann dazu führen, daß die Bramme im Bereich des Rollganges vor dem Ausgleichofen durch Kühlung auf die gewünschte Brammentemperatur am Ofeneintritt einzustellen ist.

**[0014]** Durch die Verfahrenstechnik ist eine energie-neutrale Ofenfahrweise unter Sicherstellung des gewünschten Energieinhaltes der Bramme am Ofeneintritt und der entsprechenden Walztemperatur am Ofenaus-tritt möglich. Ein solches System läßt auch eine unterschiedliche Walztemperatur von Bramme zu Bramme zu, da der Ofen im wesentlichen nur noch als Aus-gleichofen und somit neutral arbeitet und keine Aufhei-zug mehr vorzunehmen hat.

**[0015]** Neben diesen Energievorteilen sind noch wei-tere Vorteile zu nennen wie:

- Verbesserte Gußstruktur durch den Gießwalzvorgang während der Erstarrung
- Ein erhöhter Schlackenschmierfilm in der Kokille, der zu einem:
  - verringertem Wärmestau in die Kokille führt und damit zu einer geringeren thermischen Bela-stung:

der Strangschale - Verringerung von Spannun-gen und von Vermeidung von Rissen - und der Kokillenplatte - Erhöhung der Kokillenhalt-barkeit-.

**[0016]** Ein Beispiel der Erfindung ist in der beiliegen-den Zeichnung dargelegt. Dabei zeigt die

Figur 1 Ein Schema der Stranggießanlage.

Figur 2 Ein Diagramm der Brammendurch-schnittstemperatur in Abhängigkeit von der Gießgeschwindigkeit.

**[0017]** Die Figur 1 zeigt eine Stranggießmaschine 10 mit einer stationären Kokille 11. Im Strang S erstreckt sich die Sumpfspitze F bis zur Mündung 13 der Strang-gießmaschine 10.

**[0018]** An die Stranggießmaschine 10 schließt sich ein Rollgang 21 an, der eine möglichst kurze Verbin-dung, beispielsweise eine Länge von 10 m aufweist, zum Ausgleichofen 50 herstellt. Im oberen Teil des Bil-des ist ein Quertransportofen 51 vorgesehen und im un-teren Teil des Bildes ein Rollenherdofen 52 vorgesehen.

**[0019]** Weiterhin sind im Bereich des Rollganges 21 im oberen Teil des Bildes Isolierhauben 32 und im un-teren Teil des Bildes Kühlelemente 31 zur Einflußnahme des Wärmeinhaltes der Bramme vorgesehen.

**[0020]** Die Stranggießmaschine 10 besitzt eine me-tallurgische Länge von 9,3 m, der Rollgang 21 weist eine Länge von 10 m auf, die Brammen werden durch eine

Quertrenneinrichtung 22 auf eine Länge von etwa 43 m getrennt, so daß der Quertransportofen 51 eine Länge von rund 45 m und der Rollenherdofen 52 eine Länge von 150 m aufweist.

**[0021]** An den Ausgleichsofen 51 oder 52 schließt sich ein übliches Walzwerk 60 zur Herstellung von Warmbändern von 1 mm Dicke an. Es kann z.B. aus einem ein- oder zweigerüstigen Vorstufe mit sich an-schließender Wickelstation und Fertigstraße bestehen.

**[0022]** In der Figur 2 ist in a) die Standardsituation bei einer Basisauslegung von einer Erstarrungsdicke von 60 mm beim Eintritt des Ausgleichsofens, der 10 m ent-fernt vom Ende der Stranggießanlage vorgesehen ist, und einer Gießgeschwindigkeit von 5 m/min, ausgelegt.

In der Stranggießmaschine wird ca. 0,3 bis 0,5 l Wasser/ Kg Stahl Spritzwasser soweit gekühlt, so die Bramme am Ende der Maschine eine Durchschnittsgeschwindig-keit von 1325 ° C auf weist. Bei der Geschwindigkeit von 5 m/min. weist diese Bramme beim Einlauf in den Aus-gleichsofen eine Temperatur von 1111 ° C auf.

**[0023]** Wird die Brammendicke auf 50 mm verringert, so ergeben sich folgende Situationen:

Bei der üblichen Erhöhung der Gießgeschwindig-keit von 5 auf 6 m/min, und konstanter Gießleistung sinkt die Oberflächentemperatur der Bramme und sie tritt mit nur 1067 ° C in den Ausgleichofen ein (Punkt g)). Um eine Erhöhung der Brammentemperatur zu ermög-lichen, kann erfindungsgemäß der Strang im Bereich des Rollganges isoliert und damit die Temperaturmin-derung verringert werden (siehe Pfeil in Richtung Punkt III). Im diesem Fall führt dies zur konstanten Produkti-onsmenge (siehe die Gerade durch die Punkte a) und k)).

**[0024]** Wird hingegen die Gießgeschwindigkeit stär-ker erhöht als bei einer Steigerung bei konstanter Dicke der Bramme entsprechen würde, etwa auf ihren maxi-malen Wert gebracht und die Berücksichtigung der Ein-stellung der Sumpfspitze am Ende der Maschine, so tritt eine Temperaturerhöhung ein, im vorliegenden Fall wer-den 1150 ° C beim Eintritt in den Ausgleichofen erwartet (Punkt h)). Sollte diese Temperatur für das gewünschte Walzverfahren zu hoch ist, so kann durch Kühlung dem Strang Wärme entzogen werden.

**[0025]** Der Punkt i) zeigt die zu erwartenden Kapazi-täts-Temperaturerhöhungen bei einer Brammendicke von 55 mm und einer möglichen Gießgeschwindigkeit von 6 m/min.

**[0026]** Insgesamt zeigt sich, daß bei der maximalen Geschwindigkeit von 7,2 m/min. und einem ggf. durch-geführten Gießwalzen von 60 auf 50 mm Brammendike eine Steigerung der Gießleistung von 2,31 t/min auf 2,77 t/min. realistisch ist. Dabei wird eine Temperatur-erhöhung der Bramme von 1111 auf 1150 ° C am Einlauf in den Ausgleichofen nach freier Abstrahlung zwischen Stranggießmaschine und Ausgleichofen erzielt.

**[0027]** Die Geraden D zeigen die Verhältnisse bei den jeweiligen Brammendicken, wobei der Index jeweils die Dicke D in mm angibt.

**[0028]** Die römischen Ziffern zeigen die Einflußmöglichkeit bei den einzelnen Brammendicken bezüglich der Einflußnahme auf die Temperatur der Bramme und zwar:

- I Variation der Spritzwassermenge in  $I_{\text{Wasser/Kg Stahl}}$
- II Kühlung zwischen der Stranggießmaschine und dem Ofen.
- III Isolierung zwischen der Stranggießmaschine und dem Ausgleichofen.

**[0029]** Die eingekreisten Werte zeigen die relative Gießleistung. So ist beispielsweise im Punkt k) eine Leistungssteigerung bezogen zur Gießleistung im Punkt a) um den Faktor 1,2 möglich.

### Positionenliste

#### **[0030]**

- 10 Stranggießmaschine
- 11 Kokille
- 12 Kokillenaustritt
- 13 Mündung der Stranggießmaschine

### **Transporteinrichtung**

#### **[0031]**

- 21 Rollgang
- 22 Quertrenneinrichtung/Schere
- 30 Einrichtung zur Beeinflussung des Wärmeenergieinhaltes des Stranges
- 31 Kühlelemente/Düsen
- 32 Warmhalteelemente/Haube

### **Regeleinrichtung**

#### **[0032]**

- 41 Thermofühler
- 42 Aktuatoren
- 50 Ausgleichofen
- 51 Quertransportofen
- 52 Rollenherd
- 60 Walzwerk
- s Strang
- B Flüssige Sumpfspitze

### **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betreiben einer Stranggießanlage mit einer stationären Kokille aufweisende Stranggießmaschine, die über einen Rollgang mit einem Ausgleichofen verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet,**

daß nach Festlegung des Brammenformates am Kokillenaustritt von den Gießparametern mindestens die Gießgeschwindigkeit in der Weise eingestellt wird,

daß die Bramme bei Eintritt in den Ausgleichofen die gewünschte Walztemperatur des zu erzeugenden Warmbandes besitzt und sich die Sumpfspitze stets im Mündungsbereich der Stranggießmaschine befindet, und

daß Maßnahmen zur Beeinflussung des Wärmeenergieinhaltes der Bramme nach Verlassen der Stranggießmaschine getroffen werden, wobei bei Änderung der Brammendicke die Gießgeschwindigkeit um ein Maß geändert wird, das größer ist als das umgekehrte Verhältnis der Querschnittsflächen bei der Formatumstellung.

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

daß das Brammenformat nach Verlassen der Kokille in der Bandgießmaschine durch Gießwalzen reduziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß dem durchgestarteten Strang durch ein Kühlmedium Wärme entzogen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß der durchgestarrte Strang isoliert geführt wird, so daß ein Abstrahlen der Wärme minimiert wird.

### **Claims**

1. A method for operating a continuous casting plant, having a continuous casting machine comprising a stationary mould, which machine is connected to an equalising furnace via a roller table, **characterised in that,**

once the slab format is fixed at the mould outlet, at least the casting parameter relating to casting rate is adjusted in such a way that the slab exhibits the desired rolling temperature for the hot strip to be produced when it enters the equalising furnace and the tip of the liquid phase is constantly located in the mouth area of the continuous casting machine, and in that measures are taken to influence the thermal energy content of the slab after it has left the continuous casting machine, the casting rate being varied upon variation of the slab thickness by an amount which is greater than the inverse ratio of the cross-sectional areas upon format modification.

2. A method according to claim 1, **characterised in that,**

after the slab has left the mould, the slab format is

reduced in the strip casting machine by direct reduction.

3. A method according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** heat is withdrawn from the thoroughly solidified strand by a cooling medium. 5
4. A method according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the thoroughly solidified strand is guided in insulated manner, to minimise heat radiation. 10

**Revendications** 15

1. Procédé pour mettre en oeuvre une installation de coulée continue, comportant une machine de coulée continue présentant une coquille fixe, qui est reliée, par l'intermédiaire d'un train de rouleaux, à un four de compensation, **caractérisé en ce que**, après détermination du format de brame à la sortie de la coquille, par les paramètres de coulée, au moins la vitesse de coulée est réglée de façon que la brame, à l'entrée du four de compensation, possède la température de laminage souhaitée du feuillard chaud à engendrer, et l'extrémité du bassin de coulée se trouve toujours dans la zone d'embouchure de la machine de coulée continue, et en ce que des mesures sont prises pour influencer le contenu énergétique thermique de la brame après avoir quitté la machine de coulée continue, la vitesse de coulée, lors d'une modification de l'épaisseur de la brame, étant modifiée d'une valeur qui est plus grande que le rapport inverse des surfaces de section transversale lors du changement de format. 20 25 30 35
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le format de la brame est réduit, après avoir quitté la coquille, dans la machine de coulée de feuillard par laminage de coulée continue. 40
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** de la chaleur est évacuée de la barre solidifiée par un agent de refroidissement. 45
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la barre solidifiée est guidée de façon isolée, de sorte qu'un rayonnement de chaleur est minimisé. 50

55



