



(19)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG



(11)

**EP 2 441 539 A1**

(12)

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.04.2012 Patentblatt 2012/16**

(51) Int Cl.:

**B22D 11/041 (2006.01)**  
**B22D 11/12 (2006.01)**  
**B22D 11/128 (2006.01)**  
**B22D 11/14 (2006.01)**  
**B22D 11/22 (2006.01)**  
**B21B 1/46 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10187209.1**

(22) Anmeldetag: **12.10.2010**

(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 RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA ME**

(72) Erfinder:

- Hohenbichler, Gerald  
4484, Kronstorf (AT)**
- Watzinger, Josef  
4204, Reichenau (AT)**
- Eckerstorfer, Gerald  
4060, Leonding (AT)**

(71) Anmelder: **Siemens VAI Metals Technologies  
GmbH  
4031 Linz (AT)**

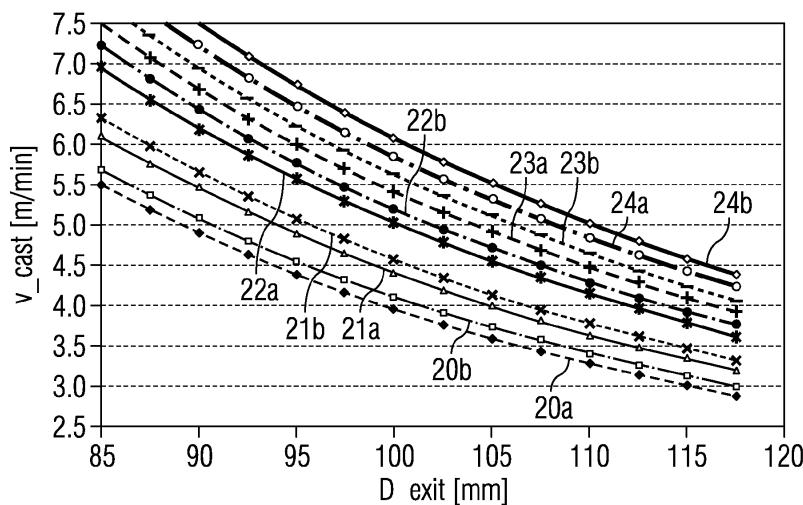
(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver  
Siemens AG  
Postfach 22 16 34  
80506 München (DE)**

### (54) **Energie- und ausbringungsoptimiertes Verfahren und Anlage zur Erzeugung von Stahlwarmband**

(57) Bei einem Verfahren zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwarmband, welches ausgehend von einem durch eine Strangführungsvorrichtung (6) geführten Strang (3) in einer vorzugsweise mindestens viergerüstigen Vorwalzstraße (4) zu einem Zwischenband (3') und in weiterer Folge in einer Fertigwalzstraße (5) zu einem Endband (3'') gewalzt wird, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein in einer Kokille (2) gegossener Strang (3) im Liquid-Core-Reduction (LCR-) Verfahren mittels der anschließenden Strangführungsvorrichtung auf eine Dicke zwischen 85

und 120 mm, vorzugsweise auf eine Dicke zwischen 95 und 115 mm reduziert wird, wobei eine zwischen dem Meniskus (13), d.i. der Badspiegel der Kokille (2) und einem der Vorwalzstraße (4) zugewandten Ende (14) der Strangführungsvorrichtung (6) gemessene Strangstützlänge (L) größer oder gleich 17,5 m ist und wobei eine Gießgeschwindigkeit ( $v_c$ ) in einem Bereich von 3,8 - 7 m/min liegt. Unter Einsatz der erfindungsgemäßen Gießparameter wird einerseits eine hohe Fertigungsgüte gewährleistet, andererseits werden außerordentlich hohe Fertigungskapazitäten erzielt.

**FIG 4**



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

- 5    **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwarmband, welches ausgehend von einem durch eine  
 Strangführungs vorrichtung geführten Strang in einer Vorwalzstraße zu einem Zwischenband und in weiterer Folge in einer Fertigwalzstraße zu einem Endband gewalzt wird, gemäß Anspruch 1 sowie eine dazu korrespondierende Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens gemäß Anspruch 22.
- 10   **[0002]** Man spricht von kontinuierlicher Herstellung oder "Endloswalzen", wenn eine Gießanlage so mit einer Walzanlage verbunden ist, dass der in einer Kokille der Gießanlage gegossene Strang direkt - ohne Abtrennung vom gerade gegossenen Strangteil und ohne Zwischenlagerung - in eine Walzanlage geführt und dort auf eine jeweils gewünschte Enddicke gewalzt wird. Der Beginn des Stranges kann also schon zu einem Stahlband auf die Enddicke fertig gewalzt sein, während die Gießanlage weiterhin an dem gleichen Strang gießt, also gar kein Ende des Stranges existiert. Man spricht auch von direkt gekoppeltem Betrieb oder Endlos-Betrieb der Gieß- und Walzanlage.
- 15   **[0003]** Beim der semikontinuierlichen Herstellung bzw. "Semi-Endloswalzen" werden die gegossenen Stränge nach dem Gießen geteilt und die abgeteilten Stränge bzw. Brammen ohne Zwischenlagerung und Abkühlung auf Umgebungstemperatur der Walzanlage zugeführt.
- 20   **[0004]** Der aus der Kokille der Gießanlage austretende Strang durchläuft zunächst eine unmittelbar an die Kokille anschließende Strangführungs vorrichtung. Die auch als "Strangführungs korsett" bezeichnete Strangführungs vorrichtung umfasst mehrere (üblicherweise drei bis sechs) Führungssegmente, wobei jedes Führungssegment ein oder mehrere (üblicherweise drei bis zehn) Paare an vorzugsweise als Strangstützrollen ausgeführten Führungselementen umfasst. Die Stützrollen sind um eine orthogonal zur Transportrichtung des Stranges verlaufende Achse drehbar.
- 25   **[0005]** Anstelle von Strangstützrollen können einzelne Führungselemente auch als statische, z.B. kufenförmige Bau teile ausgeführt sein.
- 30   **[0006]** Unabhängig von der konkreten Ausführung der Führungselemente sind diese beiderseits der Strangbreitseiten angeordnet, sodass der Strang durch obere und untere Führungselemente-Serien geführt und zu einer Vorwalzstraße befördert wird.
- 35   **[0007]** Genau gesehen wird der Strang nicht nur durch die Strangführungs vorrichtung gestützt, sondern auch schon durch einen unteren Endbereich der Kokille, weshalb man die Kokille auch als Teil der Strangführungs vorrichtung ansehen könnte.
- 40   **[0008]** Die Strangerrstarrung beginnt am oberen Ende der (Durchlauf-)kokille am Badspiegel, am sogenannten "Meniskus", wobei die Kokille typischerweise ca. 1m lang ist (0,3 - 1,5m).
- 45   **[0009]** Der Strang tritt vertikal nach unten aus der Kokille aus und wird in die Horizontale umgelenkt. Die Strangführungs vorrichtung weist daher einen im Wesentlichen über einen Winkelbereich von 90° gekrümmten Verlauf auf.
- 50   **[0010]** Der aus der Strangführungs vorrichtung austretende Strang wird in der Vorwalzstraße (HRM, High-Reduction Mill) dickenreduziert, das dabei entstehende Zwischenband wird mittels einer Heizeinrichtung erwärmt und in einer Fertigwalzstraße fertig gewalzt. In der Fertigwalzstraße wird warm gewalzt, das heißt, dass das Walzgut beim Walzen eine Temperatur oberhalb seiner Rekristallisationstemperatur aufweist. Bei Stahl ist dies der Bereich oberhalb von etwa 750°C, üblicherweise wird bei Temperaturen bis zu 1200°C warm gewalzt.
- 55   **[0011]** Beim Warmwalzen von Stahl befindet sich das Metall meist im austenitischen Zustand, wo die Eisenatome kubisch flächenzentriert angeordnet sind. Man spricht dann von Walzen im austenitischen Zustand, wenn sowohl die Anfangs- als auch die Endwalztemperatur im Austenitgebiet des jeweiligen Stahls liegen. Das Austenitgebiet eines Stahls ist abhängig von der Stahlzusammensetzung, liegt aber in der Regel über 800°C.
- 60   **[0012]** Maßgebliche Parameter beim Herstellungsprozess von Stahlwarmband aus Gieß-Walz-Verbundanlagen sind die Gießgeschwindigkeit, mit der der Strang die Kokille verlässt (und die Strangführungs vorrichtung durchläuft) sowie der Massedurchsatz bzw. Volumenstrom, welcher als Produkt der Gießgeschwindigkeit mit der Dicke des Stranges angegeben wird und üblicherweise die Einheit [mm\*m/min] trägt.
- 65   **[0013]** Die produzierten Stahlbänder werden unter anderem für Kraftfahrzeuge, Haushaltsgeräte und das Bauwesen weiterverarbeitet.

## Stand der Technik

- 55   **[0014]** Aus dem Stand der Technik ist das kontinuierliche und semikontinuierliche Herstellen von Stahlwarmbändern bereits bekannt. Aufgrund der Kopplung von Gießanlage und Walzanlage stellt die Beherrschung sämtlicher Anlagen parameter eine hohe prozesstechnische Anforderung dar. Modifikationen beim Gieß- und Walzprozess, insbesondere durch Änderung der Gießgeschwindigkeit in Kombination mit der Strangdicke sowie eines werkstoffspezifischen und

über eine Abkühlung aussteuerbaren Erstarrungskoeffizienten haben eine beträchtliche Auswirkung auf die Fertigungs-  
güte und Energieeffizienz der Anlage.

[0015] Gattungsgemäße Verfahren bzw. Anlagen sind z.B. aus EP 0 415 987 B1, EP 1 469 954 B1 und DE 10 2007  
058 709 A1 und WO 2007/086088 A1 bekannt.

5 [0016] Bedeutende Fortschritte in der Warmwalztechnik wurden insbesondere von der Acciaieria Arvedi S.p.A. erzielt,  
welche ein auf der ISP-Technologie (In-line Strip Production) basierendes Dünnbrammen-Endlosverfahren unter dem  
Namen Arvedi ESP (Endless Strip Production) entwickelt hat.

10 [0017] Bei diesem ESP-Verfahren werden der Guss- und der Walzvorgang in besonders vorteilhafter Weise mitein-  
ander verbunden, sodass ein nachfolgendes Kaltwalzen für viele Stahlwarmbandgüten nicht mehr erforderlich ist. Bei  
solchen Stahlwarmbandgüten, bei welchen ein nachfolgendes Kaltwalzen weiterhin erforderlich ist, kann die Anzahl der  
Walzgerüste gegenüber konventionellen Walzwerken reduziert werden.

15 [0018] Eine z.B. in der Rolling & Processing Conference '08 (September) veröffentlichte und in Cremona, Italien  
installierte ESP-Anlage zur Stahlwarmbanderzeugung der Fa. Arvedi umfasst eine an eine Stranggießanlage anschlie-  
ßende Vorwalzstraße mit drei Vorwalzgerüsten, zwei Band-Abtrennvorrichtungen, einen Induktionsofen zur Zwischen-  
erwärmung des vorgewalzten Zwischenbandes, gefolgt von einer Fertigwalzstraße mit fünf Fertigwalzgerüsten. Das aus  
der Vorwalzstraße austretende Endband wird in einer Kühlstrecke gekühlt und mittels dreier Unterflurhaspeln zu Band-  
rollen mit einem Gewicht von bis zu 32 Tonnen aufgewickelt. Den Unterflurhaspeln ist eine Abtrennvorrichtung in Form  
einer Schnellschere vorgelagert. Abhängig von den Stahlsorten und der Stärke des gewalzten Stahlbands liegt die  
Produktionskapazität dieser einsträngigen Produktionslinie bei etwa 2 Millionen Tonnen pro Jahr (mtpy).

20 [0019] Als nachteilig erweist sich insbesondere eine zu kurze Strangstützlänge von 17 m, das ist jener genauer als  
"metallurgische Länge" bezeichneter Abstand zwischen dem Ausgussbereich der Kokille, genau gesagt zwischen dem  
als "Meniskus" bezeichneten Badspiegel des flüssigen Stahls und dem der Vorwalzstraße zugewandten Ende der  
Strangführungs vorrichtung.

25 [0020] Wie bereits eingangs beschrieben, bildet die Strangführungs vorrichtung zwischen den Führungselementen  
bzw. den Strangstützrollen einen zum Teil gekrümmten Aufnahmeschacht zur Aufnahme des frisch gegossenen (noch  
einen flüssigen Kern aufweisenden) Stranges aus.

30 [0021] Als Ende der Strangführungs vorrichtung wird somit im vorliegenden Zusammenhang die zur Strangkontakte-  
rung vorgesehene führungsaktive Fläche bzw. Mantellinie des letzten der Vorwalzstraße zugewandten Führungsele-  
mentes bzw. der letzten Stützrolle der oberen Führungselemente-Serie verstanden.

35 [0022] Mit zunehmender Entfernung vom Meniskus kühlst der in der Strangführungs vorrichtung geführte Strang bzw.  
das in seiner Ausgangsform befindliche Stahlband immer mehr ab. Jener innere Bereich des Stranges, welcher noch  
flüssig bzw. von teigig-sumpfiger Konsistenz ist, wird im Folgenden als Flüssigumpf bezeichnet. Eine kokillenfernere  
"Sumpf spitze" des Flüssigumpfes ist als jener zentrische Querschnittsbereich des Stranges definiert, in welchem die  
Temperatur gerade noch im Wesentlichen der Stahl-Solidustemperatur entspricht und anschließend unter diese abfällt.  
Die Temperatur der Sumpf spitze entspricht daher der Solidustemperatur der jeweiligen Stahlsorte (typischerweise zwi-  
schen 1300 °C und 1535°C).

40 [0023] Das Walzen eines komplett durcherstarren bzw. kühleren Gießstranges erfordert einen wesentlich höheren  
Energieaufwand als das Walzen eines Gießstranges mit heißem Querschnittskern.

[0024] Für Volumenströme unterhalb von 380-400 mm<sup>2</sup>/m/min fand bisher im ISP- oder ESP-Verfahren lediglich eine  
diskontinuierliche Herstellung ("batch-Betrieb") statt.

45 [0025] Aus dem Stand der Technik bekannte CSP (Compact Strip Production) Verfahren arbeiten bei Strangdicken  
von 45-65 mm ebenfalls mit Volumenströmen unterhalb von ca. 400 mm<sup>2</sup>/m/min unter Einsatz eines Rollenherdofens  
mit einer Länge von 250 m und mehr, wobei ausschließlich eine diskontinuierliche Herstellung ("batch-Betrieb") oder  
eine semikontinuierliche Herstellung stattfindet. Bei letzterer werden 3-6 abgetrennte (nicht mehr mit der Gießanlage  
bzw. Kokille verbundene) Stränge bzw. Brammen endlos verwaltet.

50 [0026] In der EP 0 889 762 B1 wird zum endlosen Gießen und Walzen von Warmband ein Volumenstrom > 0,487  
mm<sup>2</sup>/min (umgerechnet auf die eingangs erwähnte gebräuchliche Einheit: >487 mm<sup>2</sup>\*m/min) vorgeschlagen. Ein Gießen  
mit solch hohem Volumenstrom bei verhältnismäßig geringer Strangdicke erweist sich jedoch für viele Stahlsorten als  
zu schnell, um eine hinreichende Fertigungsqualität gewährleisten zu können.

55 [0027] Im Zuge zunehmenden Kosten- und Fertigungsdruckes wird eine Kapazitätssteigerung der Anlage bei gleich-  
zeitiger weiterer Optimierung der Fertigung von Stahlwarmband für eine Vielzahl an Stahlgüten, Kühlparametern und  
Strangdicken angestrebt.

55 [0028] Auch die Energieeffizienz gattungsgemäßer Anlagen zur Herstellung von Stahlwarmband soll gesteigert und  
dadurch eine wirtschaftlichere Fertigung ermöglicht werden.

[0029] Um die Gießhitze während des Fertigungsprozesses von Warmbandstahl optimal auszunutzen, soll es ge-

währleistet sein, dass die Sumpfspitze, d.i. der gerade noch teigflüssige Querschnittskern des in der Strangführungsrichtung transportierten Stranges sich stets möglichst fernab der Kokille und möglichst nahe am Ende der Strangführungsrichtung und somit möglichst nahe am Eintritt in die Vorwalzstraße befindet.

**[0030]** Bei dieser Aufgabe ist zu berücksichtigen, dass sich in Abhängigkeit eines materialspezifischen Erstarrungsfaktors und einer jeweils eingestellten Strangdicke die Gießgeschwindigkeit bzw. der die Strangführungsrichtung passierende Volumenstrom auch nicht zu groß sein dürfen, da in solchem Falle ein Hinausverlagern der Sumpfspitze über die Strangführungsrichtung hinaus und somit ein Aufblasen und Ausbauchen des Stranges bzw. des Stahlwärmbandes zu stattfinden könnte.

**[0031]** Die genannten Aufgaben werden durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 22 gelöst.

**[0032]** Ein Verfahren zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwärmband, welches ausgehend von einem durch eine Strangführungsrichtung geführten Strang in einer Vorwalzstraße zu einem Zwischenband und in weiterer Folge in einer Fertigwalzstraße zu einem Endband gewalzt wird ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass ein in einer Gießanlage gegossener Strang im Liquid-Core-Reduction (LCR-) Verfahren mittels der anschließenden Strangführungsrichtung bei flüssigem Querschnittskern des Stranges auf eine Dicke zwischen 85 und 120 mm, vorzugsweise auf eine Dicke zwischen 95 und 115 mm reduziert wird, wobei eine zwischen dem Meniskus, d.i. der Gießspiegel der Gießanlage und einem der Vorwalzstraße zugewandten Ende der Strangführungsrichtung gemessene Strangstütlänge größer oder gleich 17,5 m ist und wobei eine Gießgeschwindigkeit  $V_C$  in einem Bereich von 3,8 - 7 m/min liegt.

**[0033]** Durch Einsatz dieser erfindungsgemäßen Gießparameter wird einerseits eine hohe Fertigungsgüte gewährleistet, indem die Sumpfspitze des Stranges unabhängig von jeweiligen materialgüteabhängigen Maximalgießgeschwindigkeiten immer bis nahe an das Ende der Strangführungsrichtung heranreicht, andererseits wird eine außerordentlich hohe Fertigungskapazität erzielt.

**[0034]** Das Stahlband weist während seiner Dickenreduzierung in der Strangführungsrichtung nachgelagerten Vorwalzstraße einen ausreichend heißen Querschnittskern auf, um mit relativ geringem Energieaufwand gewalzt zu werden.

**[0035]** Der Energieaufwand beim Walzen von Stahlwärmband wird somit wesentlich verringert und die Effizienz gatungsgemäßer Anlagen gesteigert.

**[0036]** Berechnungen haben ergeben, dass bei Einsatz erfindungsgemäßer Gießparameter bei Strängen zw. 1400 und 1850 mm Breite eine Fertigungskapazität von mehr als 3 Millionen Tonnen pro Jahr (mtpy) möglich sind, was gegenüber Anlagen bzw. Verfahren gemäß dem Stand der Technik eine große Steigerung bedeutet und eine deutlich wirtschaftlichere Fertigung von Stahlwärmband ermöglicht, jedoch ohne Qualitätseinbußen zu riskieren. Mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens sind auch Stahlgüten verarbeitbar, welche sich für einen kontinuierlichen bzw. endlosen Herstellungsprozess lt. bis dato herrschender Fachmeinung gar nicht geeignet haben.

**[0037]** Um das erfindungsgemäße Verfahren weiter zu optimieren, wurden durch Berechnungen und Versuchsanordnungen spezielle Verfahrensparameter ermittelt, welche hinsichtlich Fertigungsqualität und Energieeffizienz einen bedeutenden Fortschritt in der Herstellung von Stahlwärmband ermöglichen.

**[0038]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass Stränge mit unterschiedlichen Strangdicken in Abhängigkeit folgender Gießgeschwindigkeiten gegossen werden:

- bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 3,8 und 5,0 m/min mit 100 - 120 mm Strangdicke, vorzugsweise mit 110 bis 120 mm Strangdicke,
- bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 5,0 und 5,9 m/min mit 85
- 110 mm Strangdicke, vorzugsweise mit 95 bis 110 mm Strangdicke,
- bei Gießgeschwindigkeiten größer oder gleich 5,9 m/min mit maximal 102 mm Strangdicke.

**[0039]** Durch eine solche Einstellung entsprechender Strangdicken in Abhängigkeit jeweiliger (stahlspezifischer) maximaler Gießgeschwindigkeiten wird gewährleistet, dass die Sumpfspitze des Stranges - mit Ausnahme der Angießphase - immer einigermaßen nahe am Ende der Strangführungsrichtung gehalten und dadurch die Gießhitze zur Effizienzsteigerung nachfolgender Walzprozesse optimal ausgenutzt werden kann.

**[0040]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Strangstütlänge größer oder gleich 18,5 m beträgt, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 18,7 und 23 m, besonders bevorzugt zwischen 20,1 und 23 m, liegt.

**[0041]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass in der Vorwalzstraße ein Vorwalzen des Stranges zu einem Zwischenband in mindestens vier Walzstichen, d.h. unter Einsatz von vier Vorwalzgerüsten, vorzugsweise in fünf Walzstichen, d.h. unter Einsatz von fünf Vorwalzgerüsten erfolgt.

**[0042]** Während bei Verfahren gemäß dem Stand der Technik meist ein Vorwalzen des Stranges in drei Walzstichen erfolgt, kann durch eine erfindungsgemäße Vornahme von vier oder fünf Walzstichen die Energieeffizienz des Walzverfahrens weiter gesteigert werden. Indem vier oder fünf Walzstiche in möglichst rascher Abfolge durchgeführt werden, wird die noch im Strang befindliche Gießhitze optimal ausgenutzt. Des Weiteren wird bei Vornahme von vier oder fünf

5 Walzstichen, beinahe unabhängig von der Ausgangsdicke des Gießstranges, ein sehr enger Dickenbereich des Zwischenbandes (zwischen 3 und 15 mm, bevorzugt zwischen 4 und 10 mm) erzielt, sodass eine der Vorwalzstraße nachgeordnete Heizeinrichtung, z.B. ein induktiver Querfelderwärmungsofen, exakt auf einen spezifischen Dickenbereich des Zwischenbandes ausgelegt werden kann. Energieverluste durch eine zu große Dimensionierung der Aufnahme der Heizeinrichtung können somit vermieden werden.

10 **[0043]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass die in der Vorwalzstraße erfolgenden vier oder fünf Walzstiche innerhalb von längstens 80 Sekunden, vorzugsweise innerhalb längstens 5 Sekunden erfolgen.

15 **[0044]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass der erste Walzstich in der Vorwalzstraße innerhalb von längstens 7 Minuten, vorzugsweise innerhalb von längstens 6,2 Minuten ab Erstarrungsbeginn des in der Gießanlage befindlichen flüssigen Strangstahls erfolgt. Idealerweise erfolgt der erste Walzstich in der Vorwalzstraße innerhalb von längstens 5,8 Minuten, dies auch bei Gießgeschwindigkeiten im Bereich von 4 m/min.

20 **[0045]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass zwischen dem Ende der Strangführungsvorrichtung und einem Einlaufbereich der Vorwalzstraße lediglich eine durch die Umgebungsbedingungen in Form natürlicher Konvektion und Abstrahlung bedingte Abkühlung des Stranges zugelassen wird, d.h. keine artifizielle Kühlung des Stranges mittels einer Kühlvorrichtung erfolgt.

25 **[0046]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass in der Vorwalzstraße pro Walzstich eine Reduktion der Dicke des Stranges um 35-60 %, vorzugsweise um 40-55 % erfolgt. Bei einer Vorsehung von genau vier Walzgerüsten ergibt sich somit, dass ein Zwischenband mit einer Dicke von etwa 3 bis 15 mm, vorzugsweise mit einer Dicke von 4 bis 10 mm aus der Vorwalzstraße 4 ausläuft.

30 **[0047]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Temperaturverlustrate des aus der Vorwalzstraße austretenden Zwischenbandes unterhalb von maximal 3 K/m, vorzugsweise unterhalb von maximal 2,5 K/m liegt. Denkbar wäre auch eine Realisierung von Temperaturverlustraten < 2 K/m. Eine solche Temperaturverlustrate erfolgt durch Wärmeabstrahlung und/oder -konvektion vom Zwischenband und ist durch eine entsprechende Wahl der thermischen Randbedingungen (Abdeckungen, Tunnel, Kaltluft, Luftfeuchtigkeit, ...) und Transportgeschwindigkeit bzw. Massenstrom steuerbar.

35 **[0048]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Erwärmung des aus der Vorwalzstraße ausgetretenen Zwischenbandes mittels einer induktiven Heizeinrichtung, vorzugsweise im Querfelderwärmungsverfahren, beginnend bei einer Temperatur oberhalb von 770°C, vorzugsweise oberhalb von 820°C auf eine Temperatur von mindestens 1110°C, vorzugsweise auf eine Temperatur oberhalb von 1170°C erfolgt.

40 **[0049]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Erwärmung des Zwischenbandes innerhalb einer Zeitspanne von 4 bis 25 Sekunden, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von 5 bis 13 Sekunden erfolgt.

45 **[0050]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass bei Vornahme von genau vier Walzstichen in der Vorwalzstraße vorgesehen ist, dass der Zeitverlauf zwischen dem ersten Walzstich und dem Einlauf in die Heizeinrichtung bei Zwischenbanddicken von 5-10 mm nicht länger als 105 Sekunden, vorzugsweise nicht länger als 70 Sekunden beträgt.

50 **[0051]** Bei Einhaltung dieser Parameter ergibt sich eine sehr kompakte Anlage, bei welcher der Abstand der Heizeinrichtung zur Gießanlage bzw. zur Vorwalzstraße sehr gering gehalten ist, was einen thermischen Effizienzvorteil ermöglicht.

**[0052]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass ein Fertigwalzen des erwärmten Zwischenbandes in der Fertigwalzstraße in vier Walzstichen, d.h. unter Einsatz von vier Fertigwalzgerüsten oder in fünf Walzstichen, d.h. unter Einsatz von fünf Fertigwalzgerüsten zu einem Endband mit einer Dicke < 1,5 mm, vorzugsweise < 1,2 mm erfolgt. Mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist auch ein Walzen auf Enddicken von < 1 mm möglich.

**[0053]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass die innerhalb der Fertigwalzstraße durch die fünf oder vier Fertigwalzgerüste durchgeführten Walzstiche innerhalb einer Zeitspanne von maximal 16 Sekunden, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von maximal 8 Sekunden erfolgen.

55 **[0054]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass der aus der Kokille austretende und in die Strangführungsvorrichtung eintretende Strang eine Strangdicke zwischen 105 und 130 mm, vorzugsweise eine Strangdicke zwischen 115 und 125 mm aufweist.

**[0055]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung sind zur Liquid Core Reduction (LCR-)Dickenreduzierung des Stranges zu dessen Kontaktierung vorbestimmte Führungselemente der Strangführungs-

vorrichtung relativ zu einer Längsachse des Stranges (quer-)verstellbar, wobei eine Verstellung der Führungselemente in Abhängigkeit des Materials des Stranges und/oder der Gießgeschwindigkeit vorgenommen wird, um die Strangdicke um bis zu 30 mm zu vermindern.

**[0056]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es hierbei vorgesehen, dass die Strangdicke quasi-statisch, d.h. kurz nach Gießbeginn bzw. dem Angießen einer Gießsequenz, sobald der als "Strangkopf" bezeichnete, warme vordere Strangendbereich die zur Dickenreduzierung vorgesehenen Führungselemente passiert hat, einmalig eingestellt wird.

**[0057]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante kann es aber auch vorgesehen sein, dass die Strangdicke dynamisch einstellbar, d.h. während des Gießprozesses bzw. während des Durchgangs des Stranges durch die Strangführungsvorrichtung beliebig variiert ist. Die dynamische Einstellung wird dann bevorzugt von der Betriebsmannschaft in Abhängigkeit der Stahlgüte und der aktuellen Gießgeschwindigkeit eingestellt, sofern sich diese nur fallweise ändert. Die LCR Dickenreduzierung beträgt zwischen 0 und 30 mm, vorzugsweise zwischen 3 und 20 mm.

**[0058]** In einer bevorzugten Ausführungsform der dynamischen Anwendung von LCR kann diese Funktion auch von einer automatisierten Einrichtung übernommen werden, insbesondere dann, wenn sehr häufige Dicken- oder Geschwindigkeitsänderungen üblich oder erforderlich wären.

**[0059]** Der Zusammenhang der Einstellung der Strangdicke in Zusammenhang mit der Gießgeschwindigkeit erfolgt mittels erfindungsgemäß vorgeschlagener Geschwindigkeitsfaktoren K, deren Auswahl in Abhängigkeit der Strangstützlänge und der Güte des Strangstahls erfolgt.

**[0060]** Für den Geschwindigkeitsfaktor K sind jeweils Korridorbereiche angegeben, innerhalb welcher ein gießtechnischer Betrieb effizient und sinnvoll durchführbar ist.

**[0061]** Die Abkühlcharakteristik jeweiliger Stahlgüten hat großen Einfluss auf die Position der Sumpfspitze innerhalb des Stranges. Schnell erstarrende Stahlgüten erlauben einen Betrieb der Anlage mit relativ hohen Gießgeschwindigkeiten  $v_c$ , während für langsamer erstarrende Stahlgüten geringere Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  zu wählen sind, um ein Ausbauchen und Aufplatzen des Stranges im Bereich der Sumpfspitze zu verhindern. In Zusammenhang mit der Schnelligkeit der Kühlung des Stranges spricht man von "harter Kühlung" (schnelle Erstarrung), "mittelharter Kühlung" und "weicher Kühlung" (eher langsame Erstarrung).

**[0062]** Zur Kühlung des Stranges wird auf diesen im Bereich der Strangführungsvorrichtung (zwischen dem Ende der Kokille und dem der Vorwalzstraße zugewandten Ende der Strangführungsvorrichtung) ein Kühlmittel, vorzugsweise Wasser, aufgebracht. Das Aufbringen des Kühlmittels auf den Strang erfolgt mittels einer Spritzeinrichtung, welche eine beliebige Anzahl an Spritzdüsen umfassen kann.

**[0063]** Für eine harte Kühlung werden 3 bis 4 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl aufgewendet, während für eine mittelharte Kühlung 2 bis 3,5 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl und für eine weiche Kühlung < 2,2 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl aufgewendet werden. Die angeführten Kühlmittelmengen für harte, mittelharte und weiche Kühlung überschneiden sich, da die Realisierung einer harten, mittelharten oder weichen Kühlung in der Praxis nicht nur von der Kühlmittelmenge, sondern auch von der konstruktiven Ausführung der Spritzeinrichtung, insbesondere der Düsenaufbauart (es existieren Reinwasserdüsen und Luft/Wasser-Düsen, sogenannte "2-Phasen-Düsen"). Weitere Einflussfaktoren für die Schnelligkeit der Strangkühlung sind die Bauart der Führungselemente bzw. Strangstützrollen der Strangführungsvorrichtung (innen- oder mantelgekühlte Strangstützrollen), die Anordnung der Stützrollen, insbesondere das Verhältnis des Stützrollendurchmessers zum Abstand benachbarter Stützrollen, der Spritzcharakter der Düsen sowie die Kühlmittel- bzw. Wassertemperatur.

**[0064]** Innerhalb der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Korridorbereiche erfolgt die Wahl eines konkreten Geschwindigkeitsfaktors K insbesondere in Abhängigkeit der Stahlgüte bzw. der Abkühlcharakteristik des Stranges. Für schnell zu kühlende Stahlgüten kann ein im oberen Bereich eines erfindungsgemäß vorgeschlagenen Korridorbereichs liegender Geschwindigkeitsfaktor K herangezogen werden, während für langsamer zu kühlende Stahlgüten ein im mittleren oder unteren Bereich eines erfindungsgemäß vorgeschlagenen Korridorbereichs liegender Geschwindigkeitsfaktor K herangezogen wird.

**[0065]** So ist es gemäß einer verfahrenstechnischen Optimierung vorgesehen, dass für mittels einer Spritzeinrichtung im Bereich der Strangführungsvorrichtung hart zu kühlende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von 3 bis 4 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl, in einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage der Zusammenhang einer in [mm] gemessenen Strangdicke d mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit  $v_c$  nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten wird, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor K bei einer Strangstützlänge L=17,5 m in einem Korridorbereich von 42000 bis 48900, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 45500 bis 48900 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor K bei einer Strangstützlänge L=23 m in einem Korridorbereich von 55200 bis 64600, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 59900 bis 64600 liegt, wobei zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  oder (Ziel-)Strangdicken d für Anlagen mit zwischen den Strangstützlängen L=17,5 m und L=23 m liegenden Strangstützlängen L eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen durchführbar ist.

**[0066]** Unter einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage werden im vorliegenden Zusammenhang Betriebsphasen mit einer Zeitdauer > 10 Minuten verstanden, während welcher die Gießgeschwindigkeit im Wesentlichen konstant ist. Die Definition des stationär-kontinuierlichen Anlagenbetriebs dient einerseits lediglich zur Abgrenzung gegenüber

einer Angießphase, während welcher der flüssige Stahl initial die Strangführungsvorrichtung durchläuft und während welcher die Gießgeschwindigkeit außerordentlichen Parametern unterliegt bzw. andererseits gegenüber auch zwischenzeitlich möglichen Beschleunigungsphasen zur Erhöhung des Durchsatzes und/oder betrieblich erforderlichen Verzögerungsphasen (wenn auf die Flüssigstahlanlieferung gewartet werden muss oder wegen der Strangqualität, Kühlwassermangel, ...).

[0067] Für mittelhart zu kühlende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von 2 bis 3,5 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl, wird in einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage der Zusammenhang einer in [mm] gemessenen Strangdicke  $d$  mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit  $v_c$  nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor  $K$  bei einer Strangstützlänge  $L$  von 17,5 m in einem Korridorbereich von 39600 bis

10 46500, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 43050 bis 46500 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor  $K$  bei einer Strangstützlänge  $L=23$  m in einem Korridorbereich von 52100 bis 61900, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 57000 bis 61900 liegt, wobei zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  oder (Ziel-)Strangdicken  $d$  für Anlagen mit zwischen den Strangstützlängen  $L=17,5$  m und  $L=23$  m liegenden Strangstützlängen  $L$  eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen durchführbar ist.

15 [0068] Für weich zu kühlende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von weniger als 2,2 Liter (vorzugsweise zwischen 1,0 und 2,2 Liter) Kühlmittel pro kg Strangstahl, wird in einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage der Zusammenhang einer in [mm] gemessenen Strangdicke ( $d$ ) mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit  $v_c$  nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor  $K$  bei einer Strangstützlänge  $L$  von 17,5 m in einem Korridorbereich von 37100 bis 44100, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 40600 bis 20 44100 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor  $K$  bei einer Strangstützlänge  $L=23$  m in einem Korridorbereich von 48900 bis 59000, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 53950 bis 59000 liegt, wobei zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  oder (Ziel-)Strangdicken  $d$  für Anlagen mit zwischen den Strangstützlängen  $L=17,5$  m und  $L=23$  m liegenden Strangstützlängen  $L$  eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen durchführbar ist.

25 [0069] Die detaillierte/verfeinerte Wahl des Geschwindigkeitsfaktors ist neben der Strangstützlänge insbesondere vom Kohlenstoffgehalt der vergossenen Stähle, deren Erstarrungs- oder Umwandlungscharakteristik, deren Festigkeits- bzw. Duktilitätseigenschaften etc. abhängig.

[0070] Eine Betriebsführung gemäß der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Geschwindigkeitfaktoren  $K$  ermöglicht ein optimales Ausnutzen der im Strang enthaltenen Gießhitze für den nachfolgenden Walzprozess sowie eine Optimierung des Materialdurchsatzes und somit einen Produktivitätsvorteil (bei betriebsbedingter Abnahme der Gießgeschwindigkeit kann die Strangdicke erhöht und dadurch der Materialdurchsatz erhöht werden).

[0071] Anspruch 22 richtet sich auf eine Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwarmband, umfassend eine Gießanlage mit einer Kokille, eine dieser nachgeordnete Strangführungsvorrichtung, eine dieser nachgeordnete Vorwalzstraße, eine dieser nachgeordnete, induktive Heizeinrichtung und eine dieser nachgeordnete Fertigwalzstraße, wobei die Strangführungsvorrichtung eine untere Serie an Führungselementen und eine dazu parallel oder konvergierend angeordnete obere Serie an Führungselementen aufweist und zwischen den beiden Führungselemente-Serien ein zur Aufnahme des aus der Gießanlage austretenden Stranges vorgesehener Aufnahmeschacht ausgebildet ist, welcher durch Ausbildung unterschiedlicher Abstände gegenüberliegender Führungselemente zueinander in Transportrichtung des Stranges zumindest abschnittsweise verjüngt ist und dadurch der Strang dickenreduzierbar ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Aufnahmeschacht an seinem der Vorwalzstraße zuweisenden Ende eine der Strangdicke des Stranges entsprechende lichte Aufnahmehöhe zwischen 85 und 120 mm, vorzugsweise zwischen 95 und 115 mm aufweist, wobei eine zwischen dem Gießspiegel der Gießanlage und dem der Vorwalzstraße zugewandten Ende des Aufnahmeschachts der Strangführungsvorrichtung gemessene Strangstützlänge größer oder gleich 17,5 m ist und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mittels welcher die Gießgeschwindigkeit  $v_c$  des Stranges 3 in einem Bereich zwischen 3,8 - 7 m/min haltbar ist.

[0072] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die lichte Aufnahmehöhe des Aufnahmeschachts an seinem der Gießanlage zuweisenden Eingangsbereich zwischen 105 und 130 mm, vorzugsweise zwischen 115 und 125 mm beträgt.

[0073] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die Strangstützlänge größer oder gleich 18,5 m ist, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 18,7 und 23 m, besonders bevorzugt zwischen 20,1 und 23 m, liegt.

[0074] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die Vorwalzstraße vier oder fünf Vorwalzgerüste umfasst.

[0075] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass zwischen dem Ende des Aufnahmeschachts bzw. der Strangführungsvorrichtung und einem Einlaufbereich der Vorwalzstraße keine Kühlvorrichtung, jedoch eine thermische Abdeckung vorgesehen ist, welche eine zum Transport des Stranges vorgesehene Fördervorrichtung zumindest abschnittsweise umgibt und somit ein Auskühlen des Stranges verzögert.

[0076] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass mittels in der Vorwalzstraße angeordneter Vorwalzgerüste eine Reduktion der Dicke des Stranges um jeweils 35-60 %, vorzugsweise um jeweils 40-55 % pro Vorwalzgerüst durchführbar ist, sodass ein Zwischenband mit einer Dicke von 3 bis 15 mm, vorzugsweise mit einer Dicke von 4 bis 10 mm erzeugbar ist.

5 [0077] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die Heizeinrichtung als induktiver Querfelderwärmungsofen ausgebildet ist, mittels welchem der Strang, beginnend bei einer Temperatur oberhalb von 770°C, vorzugsweise oberhalb von 820°C auf eine Temperatur von mindestens 1110°C, vorzugsweise auf eine Temperatur von oberhalb von 1170°C aufheizbar ist.

10 [0078] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die Fertigwalzstraße vier oder fünf Fertigwalzgerüste umfasst, mittels welchen ein aus der Vorwalzstraße austretendes Zwischenband zu einem Endband mit einer Dicke < 1,5 mm, vorzugsweise < 1,2 mm reduzierbar ist.

15 [0079] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die Fertigwalzgerüste jeweils unter Abständen von < 7 m, vorzugsweise unter Abständen von < 5 m zueinander angeordnet sind, wobei die Abstände zwischen den Arbeitswalzenachsen der Fertigwalzgerüste gemessen werden.

20 [0080] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass zur Dickenreduzierung des Stranges bestimmte Führungselemente (spalt-)verstellbar sind und dadurch eine lichte Aufnahmehöhe des Aufnahmeschachts verkleiner- oder vergrößerbar ist, wobei die Strangdicke bzw. die lichte Aufnahmehöhe in Abhängigkeit des Materials des Stranges und/oder der Gießgeschwindigkeit einstellbar ist.

25 [0081] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass die verstellbaren Führungselemente in einer der Kokille zugewandten vorderen Hälfte, vorzugsweise in einem der Kokille zugewandten vorderen Viertel der Längserstreckung der Strangführungsvorrichtung angeordnet sind.

30 [0082] Um zumindest während der ersten beiden Walzstiche das Vorhandensein eines möglichst heißen Strangkerns des Stranges zu gewährleisten, ist es gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage vorgesehen, dass eine Arbeitswalzenachse eines zur Strangführungsvorrichtung nächst benachbarten ersten Vorwalzgerüstes der Vorwalzstraße maximal 7 m, vorzugsweise maximal 5 m nach dem Ende der Strangführungsvorrichtung angeordnet ist.

35 [0083] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Anlage ist es vorgesehen, dass ein der Vorwalzstraße zugewandtes Einlaufende der Heizeinrichtung maximal 25 m, vorzugsweise maximal 19 m nach der Arbeitswalzenachse des der Heizeinrichtung nächstgelegenen Vorwalzgerüstes angeordnet ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0084] Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt:

- 35 Fig.1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwarmband in Seitenansicht  
 Fig.2 eine Detaildarstellung einer Strangführungsvorrichtung der Anlage aus Fig.1 in vertikaler Schnittansicht  
 Fig.3 ein Abschnitt der Strangführungsvorrichtung in geschnittener Detailansicht  
 40 Fig.4 ein Prozessdiagramm eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens (Gießgeschwindigkeit / Strangdicke)  
 Fig.5 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Jahressatzes einer erfindungsgemäßen Anlage in Abhängigkeit der Strangdicke (Gießgeschwindigkeit / Strangdicke)  
 Fig.6 ein Prozessdiagramm eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens (Zusammenhang von Ziel-Gießgeschwindigkeiten und Ziel-Strangdicken)

#### 45 Ausführung der Erfindung

[0085] Fig.1 zeigt in schematischer Weise eine Anlage 1, mittels welcher ein erfindungsgemäßes Verfahren zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwarmband durchführbar ist.

50 [0086] Ersichtlich ist eine vertikale Gießanlage mit einer Kokille 2, in der Stränge 3 gegossen werden, welche eine Strangdicke d zwischen 105 und 130 mm, vorzugsweise eine Strangdicke d zwischen 115 und 125 mm am Ende der Kokille 2 aufweisen.

[0087] Der Kokille 2 vorgelagert ist eine Pfanne 35, welche über eine keramische Zulaufdüse einen Verteiler 36 mit flüssigem Stahl beschickt. Der Verteiler 36 beschickt in weiterer Folge die Kokille 2, an welche eine Strangführungsvorrichtung 6 anschließt.

55 [0088] Dann erfolgt die Vorwalzung in einer Vorwalzstraße 4, die aus einem - wie hier - oder aus mehreren Gerüsten bestehen kann und in der der Strang 3 auf eine Zwischendicke gewalzt wird. Beim Vorwalzen findet die Umwandlung von Gussgefüge feinkörnigeres Walzgefüge statt.

**[0089]** Die Anlage 1 umfasst des Weiteren eine Reihe an in Fig.1 nicht dargestellten Komponenten wie z.B. Entzunderungseinrichtungen 37,38 und in Fig.1 nicht dargestellte Abtrenneinrichtungen, welche im Wesentlichen dem Stand der Technik entsprechen und auf welcher daher an dieser Stelle nicht näher eingegangen sei. Die z.B. in Form von Schnellscheren ausgeführten Abtrenneinrichtungen können an beliebiger Position der Anlage 1, insbesondere zwischen der Vorwalzstraße 4 und der Fertigwalzstraße 5 und/oder in einem der Fertigwalzstraße 5 nachgeordneten Bereich angeordnet sein.

**[0090]** Hinter der Vorwalzstraße 4 ist eine Heizeinrichtung 7 für das Zwischenband 3' angeordnet. Die Heizeinrichtung 7 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Induktionsofen ausgeführt. Vorzugsweise findet ein Querfelderwärmungs-Induktionsofen Einsatz, was die Anlage 1 besonders energieeffizient macht.

**[0091]** Alternativ könnte die Heizeinrichtung 7 auch als konventioneller Ofen z.B. mit Flammenbeaufschlagung ausgeführt sein.

**[0092]** In der Heizeinrichtung 7 wird das Zwischenband 3' relativ gleichmäßig über den Querschnitt auf eine gewünschte Einlauftemperatur für den Einlauf in die Fertigwalzstraße 5 gebracht, wobei die Einlauftemperatur in der Regel je nach Stahlsorte und nachfolgendem Walzvorgang in der Fertigwalzstraße 5 zwischen 1000°C und 1200°C liegt.

**[0093]** Hinter der Erwärmung in der Heizeinrichtung 7 erfolgt - nach einer zwischengeschalteten optionalen Entzunderung - die Fertigwalzung in der mehrgerüstigen Fertigwalzstraße 5 auf eine gewünschte Enddicke und Endwalztemperatur und anschließend eine Bandkühlung in einer Kühlstrecke 18 sowie letztlich ein Aufwickeln zu Bünden mittels Unterflurhaspeln 19.

**[0094]** Erfindungsgemäß werden folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

Zunächst wird mit einer Gießanlage 2 (in den Figuren 1-3 ist eine Kokille der Gießanlage dargestellt) ein Strang 3 gegossen. Der Strang 3 wird im Liquid-Core-Reduction (LCR-) Verfahren mittels der Strangführungsvorrichtung 6 bei flüssigem Querschnittskern auf eine Strangdicke  $d$  zwischen 85 und 120 mm, vorzugsweise auf eine Strangdicke zwischen 95 und 115 mm reduziert.

**[0095]** Eine zwischen dem Meniskus 13, d.i. der Gießspiegel der Gießanlage 2 und einem der Vorwalzstraße 4 zugewandten Ende 14 der Strangführungsvorrichtung 6 gemessene Strangstützlänge  $L$  ist größer oder gleich 17,5 m, vorzugsweise größer oder gleich 17,5. In einer optimierten Auslegung der Anlage 1 ist die Strangstützlänge  $L$  größer oder gleich 18,5 m, vorzugsweise liegt die Strangstützlänge  $L$  in einem Bereich zwischen 18,7 (noch besser 20,1) und 23 m. Eine während eines stationär-kontinuierlichen Betriebs der Anlage gemessene Gießgeschwindigkeit  $v_c$  des Stranges 3 liegt hierbei in einem Bereich von 3,8 - 7 m/min.

**[0096]** Der in Fig.3 im Detail ersichtliche Meniskus 13 befindet sich i.d.R. wenige Zentimeter unterhalb der Oberkante 34 der üblicherweise aus Kupfer gefertigten Kokille 2.

**[0097]** Die Strangstützlänge  $L$  wird hierbei zwischen dem Meniskus 13 der Kokille bzw. der Gießanlage 2 und der Achse der letzten, einer Vorwalzstraße 4 zugewandten Rolle einer und unten noch näher beschriebenen oberen Führungselemente-Serie 10 gemessen (betrachtet in einer Seitenansicht der Anlage 1 bei zu den Achsen der Rollen paralleler Blickrichtung gemäß Fig.1). Bei exakter Messung wird die Strangstützlänge  $L$  an einer gegenüber dem Mittelpunkt des Krümmungsradius des Stranges 3 bzw. der Strangführungsvorrichtung 6 äußeren Breitseite des Stranges 3 bzw. der Strangführungsvorrichtung 6 (sowie eines Abschnitts des Inneren der Kokille 2) gemessen. Zur besseren Erkennbarkeit der von Stützrollen 10 tangierten äußeren Breitseite des Stranges 3 bzw. der Strangstützlänge  $L$  ist in Fig.2 eine zur Strangstützlänge  $L$  konzentrische Hilfsbemaßungslinie  $L'$  eingezeichnet.

**[0098]** Um zu gewährleisten, dass eine eingangs definierte Sumpfspitze des Stranges 3 unabhängig von jeweiligen materialgüteabhängigen maximalen Gießgeschwindigkeiten immer bis nahe an das Ende der Strangführungsvorrichtung 6 heranreicht und dadurch der Strang 3 mit relativ geringem Energieaufwand und unter Gewährleistung hoher Fertigungsqualität auf eine gewünschte Zwischendicke vor- und darauffolgend auch fertiggewalzt werden kann, werden Stränge 3 mit unterschiedlichen Strangdicken  $d$  in Abhängigkeit folgender Gießgeschwindigkeiten gegossen:

- bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 3,8 und 5,0 m/min mit 100 - 120 mm Strangdicke, vorzugsweise mit 110 bis 120 mm Strangdicke,
- bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 5,0 und 5,9 m/min mit 85
- 110 mm Strangdicke, vorzugsweise mit 95 bis 110 mm Strangdicke,
- bei Gießgeschwindigkeiten größer oder gleich 5,9 m/min mit maximal 102 mm Strangdicke.

**[0099]** In der Vorwalzstraße 4 erfolgt ein Vorwalzen des Stranges 3 zu einem Zwischenband 3' in mindestens vier Walzstichen, d.h. unter Einsatz von vier Vorwalzgerüsten  $4_1, 4_2, 4_3, 4_4$ , vorzugsweise in fünf Walzstichen, d.h. unter Einsatz von fünf Vorwalzgerüsten  $4_1, 4_2, 4_3, 4_4, 4_5$  erfolgt.

**[0100]** Die in der Vorwalzstraße 4 erfolgenden vier oder fünf Walzstiche erfolgen innerhalb von längstens 80 Sekunden, vorzugsweise innerhalb von längstens 5 Sekunden.

[0101] Des Weiteren ist es vorgesehen, dass der erste Walzstich in der Vorwalzstraße 4 innerhalb von längstens 7 Minuten, vorzugsweise innerhalb von längstens 6,2 Minuten ab Erstarrungsbeginn des in der Gießanlage 2 befindlichen flüssigen Strangstahls erfolgt. Idealerweise erfolgt der erste Walzstich in der Vorwalzstraße 4 innerhalb von längstens 5,8 Minuten, dies auch bei Gießgeschwindigkeiten im Bereich von 4 m/min.

5 [0102] Zwischen dem Ende 14 der Strangführungs vorrichtung 6 und einem Einlaufbereich der Vorwalzstraße 4 wird lediglich eine durch eine Umgebungstemperatur bedingte Abkühlung des Stranges 3 zugelassen, d.h. es erfolgt keine artifizielle Kühlung des Stranges 3 mittels einer Kühlvorrichtung. Die Oberfläche des Stranges 3 weist in diesem Bereich im Mittel eine Temperatur  $> 1050^{\circ}\text{C}$ , bevorzugt  $> 1000^{\circ}\text{C}$  auf.

10 [0103] Zwischen dem Ende 14 der Strangführungs vorrichtung 6 und dem ersten Vorwalzgerüst 4<sub>1</sub> ist eine vorzugsweise klappbare thermische Abdeckung vorgesehen, um die Wärme möglichst im Strang 3 zu halten. Die thermische Abdeckung umgibt eine zum Transport des Stranges 3 vorgesehene, üblicherweise als Rollenband ausgeführte Fördervorrichtung zumindest abschnittsweise. Unmittelbar vor den Unterflurhaspeln 19 wird das Endband 3" zwischen Treibrollen 38 geklemmt, die das Endband" auch führen und unter Bandzug halten.

15 [0104] Hierbei kann die thermische Abdeckung die Fördervorrichtung von oben und/oder von unten und/oder seitlich umgeben.

[0105] In der Vorwalzstraße 4 erfolgt pro Walzstich eine Reduktion der Dicke des Stranges 3 um 35-60 %, vorzugsweise um 40-55 %. Bei einer Vorsehung von genau vier Walzgerüsten ergibt sich somit, dass ein Zwischenband 3' mit einer Dicke von 3 bis 15 mm, vorzugsweise mit einer Dicke von 4 bis 10 mm aus der Vorwalzstraße 4 ausläuft.

20 [0106] Um zumindest während der ersten beiden Walzstiche das Vorhandensein eines möglichst heißen Strangkerns des Stranges 3 zu gewährleisten, ist das zur Strangführungs vorrichtung 6 nächst benachbarte erste Vorwalzgerüst 4<sub>1</sub> der Vorwalzstraße maximal 6 m, vorzugsweise maximal 5, idealer Weise maximal 4 m nach dem Ende 14 der Strangführungs vorrichtung 6 angeordnet. Die genannten Abstände werden hierbei jeweils ab dem Mittelpunkt des ersten Vorwalzgerüsts 4<sub>1</sub> bzw. ab dessen Arbeitswalzenachse gemessen.

25 [0107] Gemäß einer weiteren bevorzugten prozess technischen Variante ist es vorgesehen, dass eine Abkühlung des aus der Vorwalzstraße 4 austretenden Zwischenbandes 3' unter einer Abkühlrate von maximal 3 K/m, vorzugsweise unter einer Abkühlrate von maximal 2,5 K/m erfolgt. Eine solche Abkühlrate erfolgt durch Wärmeab strahlung und/oder - konvektion vom Zwischenband und ist durch eine entsprechende Wahl der thermischen Randbedingungen (Abdeckungen, Tunnel, Kaltluft, Luftfeuchtigkeit, etc.) und Transportgeschwindigkeit bzw. Massenstrom steuerbar.

30 [0108] Gemäß einer bevorzugten Ausführungs variante der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Erwärmung des aus der Vorwalzstraße 4 ausgetretenen Zwischenbandes 3' mittels einer induktiven Heizeinrichtung 7, vorzugsweise im Querfelderwärmungsverfahren, beginnend bei einer Temperatur oberhalb von  $770^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise oberhalb von  $820^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt: oberhalb von  $950^{\circ}\text{C}$ , auf eine Temperatur von mindestens  $1110^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise auf eine Temperatur von oberhalb von  $1170^{\circ}\text{C}$  erfolgt.

35 [0109] Die Erwärmung des Zwischenbandes 3' erfolgt innerhalb einer Zeitspanne von 4 bis 25 Sekunden, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von 5 bis 13 Sekunden.

[0110] Bei Vornahme von genau vier Walzstichen in der Vorwalzstraße 4 ist es vorgesehen, dass ein bei Austreten aus der Gießanlage 2 bzw. bei Eintreten in die Strangführungs vorrichtung 6 100 mm dicker Strang 3, welcher in der Vorwalzstraße 4 zu einem Zwischenband 3' mit einer Dicke von 7 mm reduziert wird, nach spätestens 360 Sekunden, vorzugsweise nach spätestens 340 Sekunden ab Austreten aus der Gießanlage 2 in die induktive Heizeinrichtung 7 eingeführt wird und dass ein bei Austreten aus der Gießanlage 2 bzw. bei Eintreten in die Strangführungs vorrichtung 6 115 mm dicker Strang 3, welcher in der Vorwalzstraße 4 zu einem Zwischenband 3' mit einer Dicke von 7,8 mm reduziert wird, spätestens nach 480 Sekunden, vorzugsweise nach spätestens 460 Sekunden ab Austreten aus der Gießanlage 2 in die induktive Heizeinrichtung 7 eingeführt wird.

45 [0111] Ein Fertigwalzen des erwärmten Zwischenbandes 3' in der Fertigwalzstraße 5 erfolgt vorzugsweise in vier Walzstichen, d.h. unter Einsatz von vier Fertigwalzgerüsten 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub> oder in fünf Walzstichen, d.h. unter Einsatz von fünf Fertigwalzgerüsten 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub> zu einem Endband 3" mit einer Dicke  $< 1,5$  mm, vorzugsweise  $< 1,2$  mm. Mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist auch ein Walzen auf Enddicken von  $< 1$  mm möglich.

50 [0112] Die Fertigwalzgerüste 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub> sind jeweils unter Abständen von  $< 7$  m, vorzugsweise unter Abständen von  $< 5$  m zueinander angeordnet (gemessen zwischen den Arbeitswalzenachsen der Fertigwalzgerüste 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub>) .

55 [0113] In weiterer Folge wird das Endband 3" auf eine Haspeltemperatur zwischen  $500^{\circ}\text{C}$  und  $750^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise auf  $550^{\circ}\text{C}$  und  $650^{\circ}\text{C}$  gekühlt und zu einem Bund aufgehaspelt. Schließlich erfolgt eine Durchtrennung des Endbandes 3' oder des Zwischenbandes 3' oder des Stranges 3 in einer quer zu deren Transportrichtung 15 verlaufenden Richtung und ein Fertighaspeln des walzstraße seitig losen Endbandes 3'. Alternativ zum Aufhaspeln wäre auch eine Umlenkung und Stapelung des Endbandes 3" möglich.

[0114] Wie in Fig.2 ersichtlich, umfasst die Strangführungs vorrichtung 6 mehrere zum Durchlauf des Stranges 3 vorbestimmte Führungssegmente 16 gemäß Fig.

3, welche jeweils von einer (in Fig.3 nicht dargestellten) unteren Serie an Führungselementen 9 und einer dazu parallel oder konvergierend angeordneten oberen Serie an Führungselementen 10 konstituiert werden.

[0115] Jedes Führungselement der unteren Führungselemente-Serie 9 ist einem gegenüberliegenden Führungselement der oberen Führungselemente-Serie 10 zugeordnet. Die Führungselemente sind somit beiderseits der Breitseiten des Stranges 3 paarweise angeordnet.

[0116] Zwischen den beiden Führungselemente-Serien 9, 10 ist ein zur Aufnahme eines aus der Gießanlage 2 austretenden Stranges 3 vorgesehener Aufnahmeschacht 11 ausgebildet, welcher durch Ausbildung unterschiedlicher Abstände gegenüberliegender Führungselemente 9, 10 zueinander in Transportrichtung des Stranges 3 zumindest abschnittsweise verjüngt ist und dadurch der Strang 3 dickenreduzierbar ist. Die Führungselemente 9, 10 sind als drehbar gelagerte Rollen ausgeführt.

[0117] Wie in Fig.2 ersichtlich, können die die oberen und unteren Führungselemente- bzw. Rollen-Serien 9, 10 jeweils wiederum in (Sub-)Serien spezifischer Rollen mit unterschiedlichen Durchmessern und/oder Achsabständen gegliedert sein.

[0118] Die Führungselemente der oberen Führungselemente-Serie 10 sind selektiv tiefenverstellbar bzw. können an die Führungselemente der unteren Führungselemente-Serie 9 angenähert werden. Eine Verstellung der Führungselemente der oberen Führungselemente-Serie 10 und somit eine Veränderung des lichten Aufnahmegerüsts 12 der Strangführungsvorrichtung 6 kann z.B. mittels eines hydraulischen Antriebs erfolgen. Eine der gewünschten Strangdicke d entsprechende und zwischen einander gegenüberliegenden oberen und unteren Führungselementen gemessene lichte Aufnahmehöhe 12 des Aufnahmeschachts 11 der Strangführungsvorrichtung 6 könnte z.B. von 115 mm auf einen Bereich zwischen 90 und 105 mm verkleinert werden.

[0119] Da ein in einem schmäleren Aufnahmeschacht 11 geführter Strang 3 schneller erstarrt und auskühlt, müsste die Gießgeschwindigkeit sowie äquivalent dazu der die Walzstraßen 4, 5 durchlaufende Volumenstrom erhöht werden, wenn man die Sumpfspitze des Stranges weiterhin möglichst nahe an das Ende der Strangführungsvorrichtung 6 heranführen möchte.

[0120] Zur Dickenreduzierung des Stranges 3 sind z.B. drei bis acht Führungselemente(-Paare) eines der Kokille 2 zugewandten - aber nicht zwingend an die Kokille 2 anschließenden - ersten Führungssegmentes 16' verstellbar. Alternativ können auch mehrere aneinandergereihte Führungssegmente 16 zur LCR-Dickenreduzierung angewendet werden, die unmittelbar oder mittelbar an die Kokille anschließen.

[0121] Die Strangdicke d bzw. die lichte Aufnahmehöhe 12 ist in Abhängigkeit des Materials des Stranges 3 und/oder in Abhängigkeit der Gießgeschwindigkeit einstellbar.

[0122] Die Verstellung der jeweiligen Führungselemente 9, 10 erfolgt in einer im Wesentlichen orthogonal zur Transportrichtung des Stranges verlaufenden Richtung, wobei sowohl die oberen Führungselemente 10 als auch die unteren Führungselemente 9 verstellbar sein können. Wie in Fig.3 ersichtlich, sind obere Führungselemente 10 an korrespondierenden Stützelementen 17 angelenkt, welche vorzugsweise hydraulisch verstellbar sind.

[0123] Die verstellbaren Führungselemente 9, 10 sind vorzugsweise in einer der Gießanlage 2 zugewandten vorderen Hälfte, vorzugsweise in einem der Gießanlage 2 zugewandten vorderen Viertel der Längserstreckung der Strangführungsvorrichtung 6 angeordnet.

[0124] Die Einstellung der Strangdicke d bzw. der lichten Aufnahmehöhe 12 kann quasi-statisch erfolgen, d.h. einmalig, kurz nach Gießbeginn, sobald einer der Vorwalzstraße 4 zugewandter Kopfbereich des gegossenen Stranges 3 das Ende der Strangführungsvorrichtung 6 erreicht bzw. die LCR-Führungselemente passiert hat, oder auch dynamisch, d.h. während des Gießprozesses bzw. während des kontinuierlich-quasistationären Durchgangs des Stranges 3 durch die Strangführungsvorrichtung 6. Bei der dynamischen Einstellung der Strangdicke d wird diese während des Durchgangs eines Stranges 3 durch die

Strangführungsvorrichtung 6 beliebig oft, unter Verwendung eines unten anhand von Fig.6 erläuterten Zusammenhangs als Leitlinie, verändert.

[0125] Fig.4 zeigt ein Prozessdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens. Anhand dieser Darstellung ist erkennbar, warum erfindungsgemäß angestrebte hohe Fertigungskapazitäten bei gatungsgemäßen Anlagen zur Herstellung von Stahlwarmband nur bei Einhaltung erfindungsgemäß vorgeschlagener Gießparameter, nämlich bei gegenüber bekannten Verfahren vergleichsweise großen Strangdicken und großen metallurgischen bzw.

Strangstützlängen L erzielbar sind.

[0126] Auf der Ordinate des Diagramms gemäß Fig.4 ist die Gießgeschwindigkeit in der Einheit [m/min] aufgetragen, während auf der Abszisse die Strangdicke in der Einheit [mm] aufgetragen ist. Es sind annähernd parabelförmige Linien 20a, 20b, 21a, 21b, 22a, 22b, 23a, 23b, 24a und 24b eingezeichnet, welche jeweils einer Gießcharakteristik bei einer bestimmten metallurgischen bzw. Strangstützlänge L entsprechen.

[0127] Hierbei sind für ausgewählte Strangstützlängen L jeweils mehrere Linien dargestellt, da unterschiedliche Stahlgüten verschieden schnell kühlt und verschiedene Erstarrungsgeschwindigkeiten besitzen.

[0128] Die Linien 20a und 20b entsprechen einer Strangstützlänge L von 15,2 m, wobei Linie 20a ein anderer mate-

rialspezifischer (globaler) Erstarrungsfaktor  $k$  zugrunde liegt als Linie 20b und diese beiden miteinander verwandten Linien daher voneinander differieren.

[0129] Der Erstarrungsfaktor  $k$  trägt die Einheit [mm/ $\sqrt{\text{min}}$ ] und liegt für gegenständlich relevante Stahlgüten zwischen 24-27 mm/ $\sqrt{\text{min}}$ , vorzugsweise zwischen 25 und 26 mm/ $\sqrt{\text{min}}$ .

5 [0130] Die Linien 21a und 21b entsprechen einer Strangstützlänge  $L$  von 17,5 m, wobei den Linien 21a und 21b analog zu den Linien 20a und 20b wiederum ein unterschiedlicher Erstarrungsfaktor  $k$  zugrunde liegt.

[0131] Die Linien 22a und 22b entsprechen einer erfindungsgemäß bevorzugten Strangstützlänge  $L$  von 18,5 m und differieren wiederum lediglich hinsichtlich eines spezifischen Erstarrungsfaktors  $k$ .

10 [0132] Die Linien 23a und 23b entsprechen einer erfindungsgemäß besonders bevorzugten Strangstützlänge  $L$  von 20 m und differieren wiederum hinsichtlich eines spezifischen Erstarrungsfaktors  $k$ .

[0133] Die Linien 24a und 24b entsprechen einer erfindungsgemäß besonders bevorzugten Strangstützlänge  $L$  von 21,6 m und differieren ebenfalls hinsichtlich eines spezifischen Erstarrungsfaktors  $k$ .

15 [0134] Aufgrund der bereits dargelegten Problematik der Sumpfspitzenposition des Stranges 3 versteht es sich, dass bei einem Gießprozess eine umso kleinere Gießgeschwindigkeit zu wählen ist, je kürzer die Strangstützlänge  $L$  einer jeweiligen Anlage ist (eine in Transportrichtung 15 über das Ende 14 der Strangführungs vorrichtung 6 hinauswandernde Sumpfspitze würde zu einem Aufplatzen des Stranges 3 führen).

[0135] Umgekehrt kann aus dem Diagramm gemäß Fig.4 herausgelesen werden, welche erforderliche Strangdicke man bei einem optimierten Gießprozess wählen muss, wenn man mit einer gewünschten Gießgeschwindigkeit gießen will.

20 [0136] Schneidet man in Diagramm gemäß Fig.4 z.B. die Linie 24 b ( $L=21,6$  m) mittels einer vertikalen Linie bei einer Stranglänge von 110 mm und wandert vom erhaltenen Schnittpunkt nach links auf die Ordinate, so erhält man eine zulässige Gießgeschwindigkeit von knapp oberhalb 5 m/min.

[0137] Die Gießcharakteristiken gemäß Fig.4 sind rein exemplarisch gewählt und nicht einschränkend zu verstehen. Grundsätzlich ergibt sich für jede Strangdicke kein fixer Geschwindigkeitswert, sondern stets ein korrespondierender Geschwindigkeitsbereich (und umgekehrt), unter dem der Gießprozess sinnvoll führbar ist (in Fig.4 mit "inventional area" bezeichnet). Ebenso ist die Strangstützlänge  $L$  nicht auf einen bestimmten Wert wie z.B. 18 m zu reduzieren, sondern es hat sich erwiesen, dass Strangstützlängen  $L$ , welche größer als 17,5 m (und vorzugsweise kleiner als 23 m) sind, bereits eine wesentliche Kapazitätssteigerung gegenüber bekannten Anlagen ermöglichen.

30 [0138] Z.B. ergibt sich für eine Strangstützlänge  $L$  von ca. 22m (im Ausführungsbeispiel gemäß Fig.4 anhand der Linien 24a, 24b nachzu vollziehen, welche jedoch jeweils einer exakten Strangstützlänge  $L$  von 21,6 entsprechen) ein sinnvoller Gießgeschwindigkeitsbereich von 4,2-6,5 m/min, wenn eine Strangdicke von 96-117,5 mm gegossen wird.

[0139] Berechnungen haben ergeben, dass z.B. bei einer Strangstützlänge  $L$  von 22 m (was im Wesentlichen den Linien 24a und 24b entspricht), eine gattungsgemäß Anlage 1 zur Herstellung von Strahlwarmband eine Fertigungskapazität von ca. 3,8 Millionen Tonnen pro Jahr (mtpy) erreichen kann, was gegenüber Anlagen gemäß dem Stand der Technik eine große Steigerung bedeutet.

35 [0140] Fig.5 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung des Jahresdurchsatzes (Linie 25), der Gießgeschwindigkeit (Linie 26) und des breitenspezifischen Volumenstroms (Linie 27) in Abhängigkeit der auf der Abszisse aufgetragenen Strangdicke (bei einer Strangbreite von 1880 mm).

40 [0141] Fig.6 veranschaulicht den Zusammenhang der Strangdicke  $d$  mit der Gießgeschwindigkeit  $v_c$ , wobei eine Einstellung von (Ziel- )Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  oder (Ziel-)Strangdicken  $d$  anhand erfindungsgemäß vorgeschlagener Geschwindigkeitsfaktoren  $K$  ermittelbar ist. Der Zusammenhang der Einstellung der Strangdicke  $d$  in Zusammenhang mit der Gießgeschwindigkeit  $v_c$  wird nach der in einer Einrichtung hinterlegten Formel:

$$v_c = [K_{\text{lowerLimit}} \dots K_{\text{upperLimit}}]/d^2 \text{ hergestellt.}$$

45 [0142] Die folgenden Angaben beziehen sich auf einen stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage, worunter im vorliegenden Zusammenhang Betriebsphasen mit einer Zeitdauer >10 Minuten verstanden werden, während welcher die Gießgeschwindigkeit  $v_c$  (im Unterschied zu z.B. einer Angießphase) im Wesentlichen konstant bleibt.

50 [0143] Die Wahl des Geschwindigkeitsfaktors  $K$  ist neben der Strangstützlänge  $L$  insbesondere vom C-Gehalt der vergossenen Stähle bzw. von deren Abkühlcharakteristik abhängig. Schnell erstarrende Stahlgüten erlauben einen Betrieb der Anlage mit relativ hohen Gießgeschwindigkeiten  $v_c$ , während für langsamer erstarrende Stahlgüten geringere Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  zu wählen sind, um ein Ausbauchen und Aufplatzen des Stranges im Bereich der Sumpfspitze zu verhindern. Die folgenden Tabellen beziehen sich auf zu Strängen vergossene Stahlgüten, die "hart" zu kühlen sind, d.h. schnell erstarren und die "mittelhart" zu kühlen sind, d.h. etwas langsamer erstarren.

55 [0144] Für den Geschwindigkeitsfaktor  $K$  sind jeweils Korridorbereiche angegeben, innerhalb welcher ein gießtechnischer Betrieb effizient und sinnvoll durchführbar ist. Ein strangstützlängenspezifischer Korridorbereich wird gemäß folgender Tabellen jeweils von einem Geschwindigkeitsfaktor  $K_{\text{upperLimit}}$  und einem Geschwindigkeitsfaktor  $K_{\text{lowerLimit}}$  begrenzt.

[0145] Die Wahl des Geschwindigkeitsfaktors K ist abhängig von der Strangstützlänge L und von der Stahlgüte, insbesondere vom Kohlenstoff-Gehalt der vergossenen Stähle, deren Erstarrungs-oder Umwandlungscharakteristik, deren Festigkeits- bzw. Duktilitätseigenschaften und weiteren Werkstoffcharakteristiken abhängig.

[0146] Zur Kühlung des Stranges 3 wird auf diesen im Bereich der Strangführungsvorrichtung 6 (zwischen dem unteren Ende der Kokille 2 und dem der Vorwalzstraße 4 zugewandten Ende 14 der Strangführungsvorrichtung 6) ein Kühlmittel, vorzugsweise Wasser, aufgebracht. Das Aufbringen des Kühlmittels auf den Strang 3 erfolgt mittels einer nicht dargestellten Spritzeinrichtung, welche eine beliebige Anzahl in beliebigen Konfigurationen (z.B. hinter und/oder neben und/oder zwischen den Führungselementen 9, 10) angeordneten Spritzdüsen umfasst.

[0147] Für eine harte Kühlung werden 3 bis 4 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl aufgewendet, für eine mittelharte Kühlung 2 bis 3,5 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl und für eine weiche Kühlung < 2,5 Liter (vorzugsweise 1-2,2 Liter) Kühlmittel pro kg Strangstahl. Die für eine harte, mittelharte und weiche Kühlung genannten Kühlmittelmengen überschneiden sich aufgrund bereits oben angeführter konstruktiver Ausführungsmerkmale der Spritzeinrichtung und der Strangführungsvorrichtung 6.

[0148] Unter exemplarisch gewählten, im Wesentlichen gleichen Konstruktions- und Randbedingungen der Spritzeinrichtung und der Strangführungsvorrichtung 6 könnten etwa zur Realisierung einer harten Kühlung 3 bis 4 Liter, zur Realisierung einer mittelharten Kühlung 2 bis 3 Liter und zur Realisierung einer weichen Kühlung 1, bis 2 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl aufgebracht werden.

Tabelle 1: Geschwindigkeitsfaktor K für Stahlgüten mit geringem C-Gehalt (< 0,16%) und relativ harter Kühlung (3 - 4 1 Kühlmittel / kg Strangstahl) :

	L = 17,5 m	L = 21,5 m	L = 23 m
K_upperLimit	48900	60300	64600
K_lowerLimit	42000	51600	55200

Tabelle 2: Geschwindigkeitsfaktor K für Stahlgüten mit C-Gehalt > 0,16% und mittelharter Kühlung (2 - 3,5 1 Kühlmittel / kg Strangstahl) :

	L = 17,5 m	L = 21,5 m	L = 23 m
K_upperLimit	46500	57200	61900
K_lowerLimit	39600	48300	52100

Tabelle 3: Geschwindigkeitsfaktor K für spezielle Stahlgüten und weicher Kühlung (1,0 - 2,2 Kühlmittel / kg Strangstahl):

	L = 17,5 m	L = 21,5 m	L = 23 m
K_upperLimit	44100	54050	59000
K_lowerLimit	37100	44800	48900

[0149] So ist es gemäß einer bevorzugten Betriebsführung gemäß Tabelle 1 vorgesehen, dass für hart zu kühlende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von 3 bis 4 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl, der Zusammenhang der in [mm] gemessenen Strangdicke d mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit  $v_c$  nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten wird, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor K bei einer vorzugsweise minimalen Strangstützlänge  $L_{min}$  von 17,5 m in einem Korridorbereich von 42000 bis 48900, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 45500 bis 48900 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor K bei einer vorzugsweise maximalen Strangstützlänge  $L_{max}$  von 23 m in einem Korridorbereich von 55200 bis 64600, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 59900 bis 64600 liegt.

[0150] Zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten  $v_c$  oder (Ziel-)Strangdicken d für Anlagen mit zwischen den vorzugsweisen Strangstützlängen  $L_{min}$  und  $L_{max}$  liegenden Strangstützlängen L ist eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen (unter Erhalt eines weiteren, nicht in den Tabellen angeführten Korridorbereichs) durchführbar. So ergibt sich etwa für eine Strangstützlänge L von 21,5 m für Stahlgüten mit C-Gehalt < 0,16% und relativ harter Kühlung ein Korridorbereich von 51600 bis 60300. Eine Interpolation zwischen den Korridorbereichen

erfolgt auf eine im Wesentlichen lineare Weise.

[0151] Im Falle von Strangstützlängen  $> L_{max}$  ist auch eine Extrapolation zu den vorangehend angeführten Korridorbereichen möglich.

[0152] Gemäß Tabelle 2 empfiehlt sich für Stahlgüten mit einem C-Gehalt  $> 0,16\%$  und mittelharter Kühlung das Heranziehen eines Geschwindigkeitsfaktors K bei einer Strangstützlänge L von 17,5 m aus einem Korridorbereich von 39600 bis 46500 und bei einer Strangstützlänge L von 21,5 m aus einem Korridorbereich von 48300 bis 57200 und bei einer Strangstützlänge L von 23 m aus einem Korridorbereich von 52100 bis 61900.

[0153] Gemäß Tabelle 3 empfiehlt sich für weich zu kühlende Stahlgüten, d.h. unter Aufbringung von 1 bis 2,5 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl das Heranziehen eines Geschwindigkeitsfaktors K bei einer Strangstützlänge L von 17,5 m aus einem Korridorbereich von 37100 bis 44100 und bei einer Strangstützlänge L von 21,5 m aus einem Korridorbereich von 44800 bis 54050 und bei einer Strangstützlänge L von 23 m aus einem Korridorbereich von 48900 bis 59000.

[0154] Fig.6 zeigt ein Diagramm mit zu den vorangehend angeführten Geschwindigkeitsfaktoren K korrespondierenden Kennlinien 28-33. Auf der Abszisse des Diagramms ist die (am Ende der Strangführungsvorrichtung 6 bzw. beim Einlauf in die Vorwalzstraße 4 gemessene) Strangdicke d in der Einheit [mm] aufgetragen, auf der Ordinate die Gießgeschwindigkeit in der Einheit [m/min].

[0155] Die Kennlinien 28, 29 und 30 gelten für Strangstützlängen L=17,5 m, die Kennlinien 31, 32 und 33 für Strangstützlängen L=21,5 m.

[0156] Maßgeblich für eine effiziente Betriebsführung der Anlage sind jeweils die obersten, für eine spezifische Strangstützlänge L geltenden Kennlinien, somit gemäß Fig.6 für Strangstützlängen L=17,5 m die Kennlinie 28 und für Strangstützlängen L=21,5 m die Kennlinie 31.

[0157] Die obersten, für eine spezifische Strangstützlänge L geltenden Kennlinien korrespondieren mit den vorangehend tabellarisch angeführten Geschwindigkeitsfaktoren K\_upperLimit. Konkret entspricht Kennlinie 28 einem Geschwindigkeitsfaktor K von 48900 und Kennlinie 31 einem Geschwindigkeitsfaktor K von 60300. Die Kennlinien 28 und 31 entsprechen somit rasch erstarrenden Stahlgüten, welche unter Einhaltung standardisierter Qualitätskriterien eine hohe Gießgeschwindigkeit und Wärmeabfuhr erlauben.

[0158] Die gemäß Fig.6 untersten, für eine spezifische Strangstützlänge L geltenden Kennlinien (für Strangstützlängen L=17,5 m: Kennlinie 30; für Strangstützlängen L=21,5 m: Kennlinie 33) entsprechen den tabellarisch angeführten Geschwindigkeitsfaktoren K\_lowerLimit.

[0159] Die den Kennlinien 32 und 33 entsprechenden Stahlgüten sind aufgrund ihrer langsameren Erstarrung nicht so "hart", d.h. nicht so schnell kühlbar wie eine der Kennlinie 31 entsprechende Stahlgüte. Ebenso sind die den Kennlinien 29 und 30 entsprechenden Stahlgüten nicht so schnell kühlbar wie eine der Kennlinie 28 entsprechende Stahlgüte.

[0160] Die Kühlgeschwindigkeit bestimmt maßgeblich die Position der Sumpfspitze innerhalb des Stranges 3. Oberhalb der stahlgütspezifischen Kennlinien 28-31 liegende Gießgeschwindigkeits-Bereiche sind zu vermeiden, um ein Ausbauchen und Aufplatzen des Stranges 3 im Bereich der Sumpfspitze zu vermeiden. Mit anderen Worten stellen die Kennlinien 28-31 Grenz-Gießgeschwindigkeitskurven für verschiedene Stahlsorten dar.

[0161] Bei einer in Fig.6 mit dem Ausgangspunkt eines Pfeiles 31' identische Betriebsführung mit einer Gießgeschwindigkeit  $v_c = 6,5 \text{ m/min}$  und einer Strangdicke  $d=104,5 \text{ mm}$  läge z.B. die Sumpfspitze des Stranges 3 am Ende der Strangführungsvorrichtung 6, d.h. möglichst nahe am Eintritt in die Vorwalzstraße 4, wodurch ein optimales Ausnutzen der Gießhitze für den nachfolgenden Walzprozess gewährleistet ist. Wenn nun, wie durch Pfeil 31' exemplarisch dargestellt, die Gießgeschwindigkeit  $v_c$  aus betriebstechnischen Gründen auf 5 m/min verringert wird, müsste gemäß Pfeil 31" ein Anheben der Strangdicke d auf annähernd 110 mm erfolgen, um die Sumpfspitze des Stranges 3 weiterhin am Ende der Strangführungsvorrichtung 6 zu halten und ein optimales Ausnutzen der Gießhitze für im nachfolgenden Walzprozess zu gewährleisten.

[0162] Umgekehrt muss bei einer Erhöhung der Gießgeschwindigkeit  $v_c$  (z.B. nachdem betriebstechnische Probleme, welche eine temporäre Drosselung der Gießgeschwindigkeit  $v_c$  erforderlich machten, behoben wurden) die Strangdicke d entsprechend reduziert werden.

[0163] Bei den betriebstechnischen Gründen, welche eine Reduzierung der Gießgeschwindigkeit  $v_c$  erforderlich machen, kann es sich z.B. um über Sensoren erfassste Unregelmäßigkeiten im Bereich des Schiebers oder der Kokille, insbesondere am Badspiegel der Kokille oder um Abweichungen der Strangtemperatur von vorgegebenen Werten handeln.

[0164] Eine Änderung der Strangdicke d kann durch eine vorangehend beschriebene dynamische LCR-Dickenreduzierung mittels des LCR-Führungssegmentes 16' erfolgen.

[0165] Fällt die Gießgeschwindigkeit  $v_c$  aus den vorangehend angeführten Zusammenhängen nach unten, wird die Betriebsmannschaft durch eine Ausgabeeinrichtung darauf hingewiesen, um die Liquid Core Reduction (LCR) so zu verringern, dass die Strangdicke d ansteigt, und um so den erfindungsgemäßen Zusammenhang bzw. einen jeweiligen Korridorbereich wieder zu erreichen. Erfindungsgemäß ist dabei bevorzugt ein oberer Bereich des Korridors anzustreben.

[0166] Je nachdem, was von den Betreibern als Hauptparameter der Anlage angesehen wird (die Strangdicke d oder die Gießgeschwindigkeit  $v_c$ ), kann ausgehend von einer gewünschten Strangdicke d eine korrespondierende Ziel-

Gießgeschwindigkeit  $v_c$  gewählt werden oder es kann ausgehend von einer gewünschten Gießgeschwindigkeit  $v_c$  die Strangdicke  $d$  entsprechend variiert werden.

[0167] Es sei angemerkt, dass im Sinne einer hohen

5 Betriebsstabilität vorangehend beschriebene Änderungen der Strangdicke  $d$  nur bei relevanten Änderungen der Gießgeschwindigkeit  $v_c$  (z.B. bei Änderungen von  $v_c$  um ca. 0,25 m/min) durchgeführt werden und nicht bei jeder geringfügigen Abweichung der Gießgeschwindigkeit  $v_c$  von einer jeweils gewünschten Ziel-Gießgeschwindigkeit.

[0168] In Anlehnung an die erfindungsgemäßen Kennlinien bzw. an die korrespondierenden Geschwindigkeitsfaktoren  $K$  kann bei abnehmender Gießgeschwindigkeit  $v_c$  die Strangdicke  $d$  erhöht und dadurch der Materialdurchsatz erhöht und somit optimiert werden.

10 [0169] Da eine Gießgeschwindigkeit  $v_c$  oberhalb von etwa 7m/min für ein stabiles Gießen kaum zugänglich sind, wurde dieser Bereich aus dem Diagramm gemäß Fig.6 ausgeblendet.

## Patentansprüche

15 1. Verfahren zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahlwarmband, welches ausgehend von einem durch eine Strangführungs vorrichtung (6) geführten Strang (3) in einer Vorwalzstraße (4) zu einem Zwischenband (3') und in weiterer Folge in einer Fertigwalzstraße (5) zu einem Endband (3'') gewalzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in einer Kokille (2) einer Gießanlage gegossener Strang (3) im Liquid-Core-Reduction (LCR-)

20 Verfahren mittels der anschließenden Strangführungs vorrichtung (6) bei flüssigem Querschnittskern des Stranges (3) auf eine Strangdicke ( $d$ ) zwischen 85 und 120 mm, vorzugsweise auf eine Strangdicke ( $d$ ) zwischen 95 und 115 mm reduziert wird, wobei eine zwischen dem Meniskus (13), d.i. der Badspiegel der Kokille (2) und einem der Vorwalzstraße (4) zugewandten Ende (14) der Strangführungs vorrichtung (6) gemessene Strangstützlänge ( $L$ ) größer oder gleich 17,5 m ist und wobei eine Gießgeschwindigkeit ( $v_c$ ) in einem Bereich von 3,8 - 7 m/min liegt.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangstützlänge ( $L$ ) größer oder gleich 18,5 m beträgt, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 18,7 und 23 m, besonders bevorzugt zwischen 20,1 und 23 m, liegt.

30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stränge (3) mit unterschiedlichen Strangdicken ( $d$ ) in Abhängigkeit folgender Gießgeschwindigkeiten gegossen werden:

- bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 3,8 und 5,0 m/min mit 100 - 120 mm Strangdicke, vorzugsweise mit 110 bis 120 mm Strangdicke,
- bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 5,0 und 5,9 m/min mit 85 - 110 mm Strangdicke, vorzugsweise mit 95 bis 110 mm Strangdicke,
- bei Gießgeschwindigkeiten größer oder gleich 5,9 m/min mit maximal 102 mm Strangdicke.

35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Vorwalzstraße (4) ein Vorwalzen des Stranges (3) zu einem Zwischenband (3') in mindestens vier Walzstichen, d.h. unter Einsatz von vier Vorwalzgerüsten ( $4_1, 4_2, 4_3, 4_4$ ), vorzugsweise in fünf Walzstichen, d.h. unter Einsatz von fünf Vorwalzgerüsten ( $4_1, 4_2, 4_3, 4_4, 4_5$ ) erfolgt.

40 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in der Vorwalzstraße (4) erfolgenden Walzstiche innerhalb von längstens 80 Sekunden, vorzugsweise innerhalb längstens 50 Sekunden erfolgen.

45 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Walzstich in der Vorwalzstraße (4) innerhalb von längstens 7 Minuten, vorzugsweise innerhalb von längstens 6,2 Minuten ab Erstarrungsbeginn des in der Kokille (2) befindlichen flüssigen Stranges (3) erfolgt.

50 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Ende (14) der Strangführungs vorrichtung (6) und einem Einlaufbereich der Vorwalzstraße (4) lediglich eine durch eine Umgebungstemperatur bedingte Abkühlung des Stranges (3) zugelassen wird.

55 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Vorwalzstraße (4) pro Walzstich eine Reduktion der Dicke des Stranges (3) um 35-60 %, vorzugsweise um 40-55 % erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abkühlung des aus der Vorwalzstraße (4) austretenden Zwischenbandes (3') unter einer Abkühlrate von maximal 3 K/m, vorzugsweise unter

einer Abkühlrate von maximal 2,5 K/m erfolgt.

- 5           10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Erwärmung des aus der Vorwalzstraße (4) ausgetretenen Zwischenbandes (3') mittels einer induktiven Heizeinrichtung (7), vorzugsweise im Querfelderwärmungsverfahren, beginnend bei einer Temperatur oberhalb von 770°C, vorzugsweise oberhalb von 820°C auf eine Temperatur von mindestens 1110°C, vorzugsweise auf eine Temperatur von oberhalb von 1170°C erfolgt.
- 10           11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmung des Zwischenbandes (3') innerhalb einer Zeitspanne von 4 bis 25 Sekunden, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von 5 bis 13 Sekunden erfolgt.
- 15           12. Verfahren nach Anspruch 4 und 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Vornahme von genau vier Walzstichen in der Vorwalzstraße (4) vorgesehen ist, dass der Zeitverlauf zwischen dem ersten Walzstich und dem Einlauf in die Heizeinrichtung (7) bei Zwischenbanddicken von 5-10 mm nicht länger als 105 Sekunden, vorzugsweise nicht länger als 70 Sekunden beträgt.
- 20           13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Fertigwalzen des erwärmten Zwischenbandes (3') in der Fertigwalzstraße (5) in vier Walzstichen, d.h. unter Einsatz von vier Fertigwalzgerüsten (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>) oder in fünf Walzstichen, d.h. unter Einsatz von fünf Fertigwalzgerüsten (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub>) zu einem Endband (3'') mit einer Dicke < 1,5 mm, vorzugsweise < 1,2 mm erfolgt.
- 25           14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innerhalb der Fertigwalzstraße (5) durchgeführten Walzstiche innerhalb einer Zeitspanne von maximal 16 Sekunden, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von maximal 8 Sekunden erfolgen.
- 30           15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus der Kokille (2) austretende und in die Strangführungsvorrichtung (6) eintretende Strang (3) eine Strangdicke (d) zwischen 105 und 130 mm, vorzugsweise eine Strangdicke (d) zwischen 115 und 125 mm aufweist.
- 35           16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur LCR-Dickenreduzierung des Stranges (3) zu dessen Kontaktierung vorbestimmte Führungselemente (9, 10) der Strangführungsvorrichtung (6) relativ zu einer Längsachse des Stranges (3) verstellbar sind, wobei eine Verstellung der Führungselemente (9, 10) in Abhängigkeit des Materials des Stranges (3) und/oder der Gießgeschwindigkeit (v<sub>c</sub>) vorgenommen wird.
- 40           17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangdicke (d) quasi-statisch nach dem Beginn einer Gießsequenz, d.h. kurz nach Austritt des Stranges (3) aus der Kokille (2) einstellbar ist.
- 45           18. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangdicke (d) dynamisch einstellbar, d.h. während des Gießprozesses bzw. während des Durchgangs des Stranges (3) durch die Strangführungsvorrichtung (6) beliebig variierbar ist.
- 50           19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** für mittels einer Spritzeinrichtung im Bereich der Strangführungsvorrichtung (6) hart zu kührende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von 3 bis 4 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl, in einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage der Zusammenhang einer in [mm] gemessenen Strangdicke (d) mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit (v<sub>c</sub>) nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten wird, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor (K) bei einer Strangstützlänge (L)=17,5 m in einem Korridorbereich von 42000 bis 48900, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 45500 bis 48900 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor (K) bei einer Strangstützlänge (L)=23 m in einem Korridorbereich von 55200 bis 64600, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 59900 bis 64600 liegt, wobei zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten (v<sub>c</sub>) oder (Ziel-)Strangdicken (d) für Anlagen mit zwischen den Strangstützlängen L=17,5 m und L=23 m liegenden Strangstützlängen (L) eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen durchführbar ist.
- 55           20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** für mittels einer Spritzeinrichtung im Bereich der Strangführungsvorrichtung (6) mittelhart zu kührende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von 2 bis 3,5 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl, in einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage der Zusammenhang einer in [mm] gemessenen Strangdicke (d) mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit (v<sub>c</sub>) nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten wird, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor (K) bei einer Strangstützlänge

(L) von 17,5 m in einem Korridorbereich von 39600 bis 46500, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 43050 bis 46500 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor (K) bei einer Strangstützlänge (L)=23 m in einem Korridorbereich von 52100 bis 61900, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 57000 bis 61900 liegt, wobei zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten ( $v_c$ ) oder (Ziel-)Strangdicken (d) für Anlagen mit zwischen den Strangstützlängen L=17,5 m und L=23 m liegenden Strangstützlängen (L) eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen durchführbar ist.

- 5            21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** für mittels einer Spritzeinrichtung im Bereich der Strangführungs vorrichtung (6) weich zu kührende Strangstähle, d.h. unter Aufbringung von weniger als 2,2 Liter Kühlmittel pro kg Strangstahl, in einem stationär-kontinuierlichen Betrieb der Anlage der Zusammenhang einer in [mm] gemessenen Strangdicke (d) mit der in [m/min] gemessenen Gießgeschwindigkeit ( $v_c$ ) nach der Formel  $v_c = K / d^2$  eingehalten wird, wobei ein in der Formel enthaltener Geschwindigkeitsfaktor (K) bei einer Strangstützlänge (L) von 17,5 m in einem Korridorbereich von 37100 bis 44100, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 40600 bis 44100 liegt, während der Geschwindigkeitsfaktor (K) bei einer Strangstützlänge (L)=23 m in einem Korridorbereich von 48900 bis 59000, vorzugsweise in einem Korridorbereich von 53950 bis 59000 liegt, wobei zur Ermittlung von (Ziel-)Gießgeschwindigkeiten ( $v_c$ ) oder (Ziel-)Strangdicken (d) für Anlagen mit zwischen den Strangstützlängen L=17,5 m und L=23 m liegenden Strangstützlängen (L) eine Interpolation zwischen den vorangehend angeführten Korridorbereichen durchführbar ist.
- 10           22. Anlage zur Durchführung eines Verfahrens zur kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Herstellung von Stahl- warmband nach einem der Ansprüche 1 bis 21, umfassend eine Kokille (2), eine dieser nachgeordnete Strangführungs vorrichtung (6), eine dieser nachgeordnete Vorwalzstraße (4), eine dieser nachgeordnete, vorzugsweise induktive Heizeinrichtung (7) und eine dieser nachgeordnete Fertigwalzstraße (5), wobei die Strangführungs vorrichtung (6) eine Serie an unteren Führungselementen (9) und eine dazu parallel oder konvergierend angeordnete Serie an oberen Führungselementen (10) aufweist und zwischen den beiden Führungselemente-Serien (9, 10) ein zur Aufnahme eines aus der Kokille (2) austretenden Stranges (3) vorgesehener Aufnahmeschacht (11) ausgebildet ist, welcher durch Ausbildung unterschiedlicher Abstände gegenüberliegender Führungselemente (9, 10) zueinander in Transportrichtung des Stranges (3) zumindest abschnittsweise verjüngt ist und dadurch der Strang (3) dickenreduzierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmeschacht (11) an seinem der Vorwalzstraße (4) zuweisenden Ende (14) eine der Strangdicke (d) des Stranges (3) entsprechende lichte Aufnahmehöhe (12) zwischen 85 und 120 mm, vorzugsweise zwischen 95 und 115 mm aufweist, wobei eine zwischen dem Meniskus (13), d.i. der Badspiegel der Kokille (2) und dem der Vorwalzstraße (4) zugewandten Ende (14) des Aufnahmeschachts (11) der Strangführungs vorrichtung (6) gemessene Strangstützlänge (L) größer oder gleich 17,5 m und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mittels welcher die Gießgeschwindigkeit ( $v_c$ ) des Stranges (3) in einem Bereich zwischen 3,8 - 7 m/min haltbar ist.
- 15           23. Anlage nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lichte Aufnahmehöhe (12) des Aufnahmeschachts (11) an seinem der Kokille (2) zuweisenden Eingangsbereich zwischen 105 und 130 mm, vorzugsweise zwischen 115 und 125 mm beträgt.
- 20           24. Anlage nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangstützlänge (L) größer oder gleich 18,5 m beträgt, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 18,7 und 23 m, besonders bevorzugt zwischen 20,1 und 23 m, liegt.
- 25           25. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorwalzstraße (4) vier oder fünf Vorwalzgerüste ( $4_1, 4_2, 4_3, 4_4, 4_5$ ) umfasst.
- 30           26. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Ende (14) des Aufnahmeschachts (11) bzw. der Strangführungs vorrichtung (6) und einem Einlaufbereich der Vorwalzstraße (4) keine Kühlvorrichtung, jedoch eine thermische Abdeckung vorgesehen ist, welche eine zum Transport des Stranges (3) vorgesehene Fördervorrichtung zumindest abschnittsweise umgibt.
- 35           27. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels in der Vorwalzstraße (4) angeordneter Vorwalzgerüste ( $4_1, 4_2, 4_3, 4_4, 4_5$ ) eine Reduktion der Dicke des Stranges (3) um jeweils 35-60 %, vorzugsweise um jeweils 40-55 % pro Vorwalzgerüst ( $4_1, 4_2, 4_3, 4_4, 4_5$ ) durchführbar ist, sodass ein Zwischenband (3') mit einer Dicke von 3 bis 15 mm, vorzugsweise mit einer Dicke von 4 bis 10 mm erzeugbar ist.
- 40           28. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizeinrichtung (7) als induktiver

Querfelderwärmungsofen ausgebildet ist, mittels welchem der Strang (3), beginnend bei einer Temperatur oberhalb von 770°C, vorzugsweise oberhalb von 820°C auf eine Temperatur von mindestens 1110°C, vorzugsweise auf eine Temperatur von oberhalb von 1170°C aufheizbar ist.

- 5      **29.** Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fertigwalzstraße (5) vier Fertigwalzgerüste (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>) oder fünf Fertigwalzgerüste (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub>) umfasst, mittels welchen ein aus der Vorwalzstraße (4) austretendes Zwischenband (3') zu einem Endband (3'') mit einer Dicke < 1,5 mm, vorzugsweise < 1,2 mm reduzierbar ist.
- 10     **30.** Anlage nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fertigwalzgerüste (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub>) jeweils unter Abständen von < 7 m, vorzugsweise unter Abständen von < 5 m zueinander angeordnet sind, wobei die Abstände zwischen den Arbeitswalzenachsen der Fertigwalzgerüste (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, 5<sub>4</sub>, 5<sub>5</sub>) gemessen werden.
- 15     **31.** Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Dickenreduzierung des Stranges (3) bestimmte Führungselemente (9, 10) verstellbar und dadurch eine lichte Aufnahmehöhe (12) des Aufnahmehochachs (11) verkleiner- oder vergrößerbar ist, wobei die Strangdicke (d) bzw. die lichte Aufnahmehöhe (12) in Abhängigkeit des Materials des Stranges und/oder der Gießgeschwindigkeit einstellbar ist.
- 20     **32.** Anlage nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verstellbaren Führungselemente (9, 10) in einer der Kokille (2) zugewandten vorderen Hälfte, vorzugsweise in einem der Kokille (2) zugewandten vorderen Viertel der Längserstreckung der Strangführungs vorrichtung (6) angeordnet sind.
- 25     **33.** Anlage nach einem der Ansprüche 25 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Arbeitswalzenachse des zur Strangführungs vorrichtung (6) nächst benachbarten ersten Vorwalzgerüstes (4<sub>1</sub>) der Vorwalzstraße (4) maximal 7 m, vorzugsweise maximal 5 m nach dem Ende (14) der Strangführungs vorrichtung (6) angeordnet ist.
- 30     **34.** Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein der Vorwalzstraße zugewandtes Einlaufende (7a) der Heizeinrichtung (7) maximal 25 m, vorzugsweise maximal 19 m nach der Arbeitswalzenachse des der Heizeinrichtung (7) nächstgelegenen Vorwalzgerüstes angeordnet ist.

35

40

45

50

55

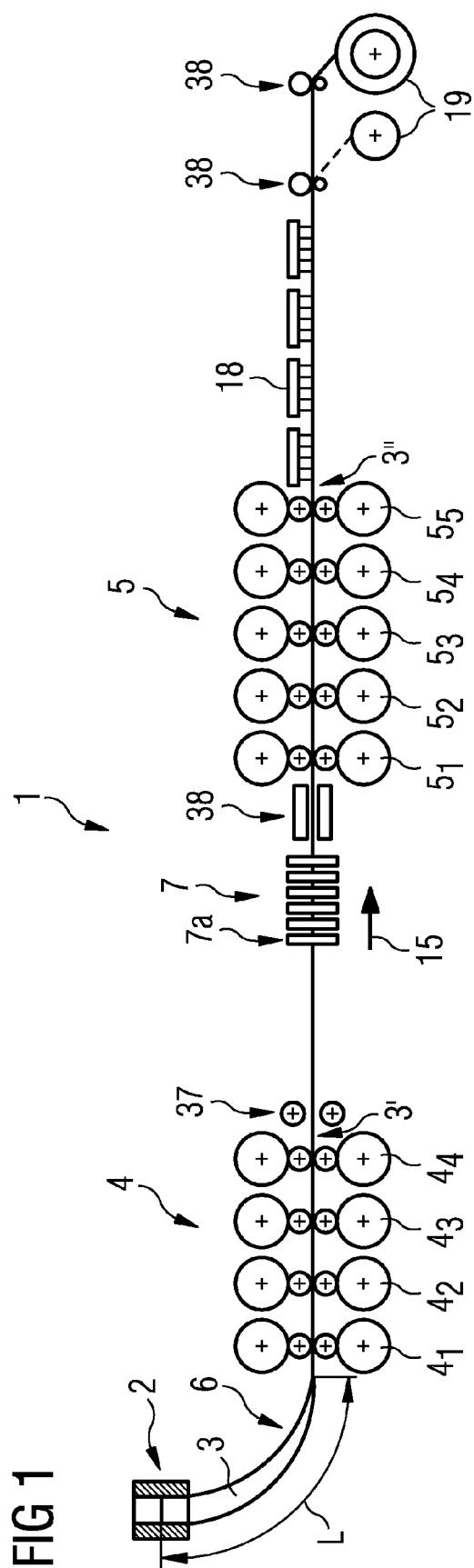


FIG 2

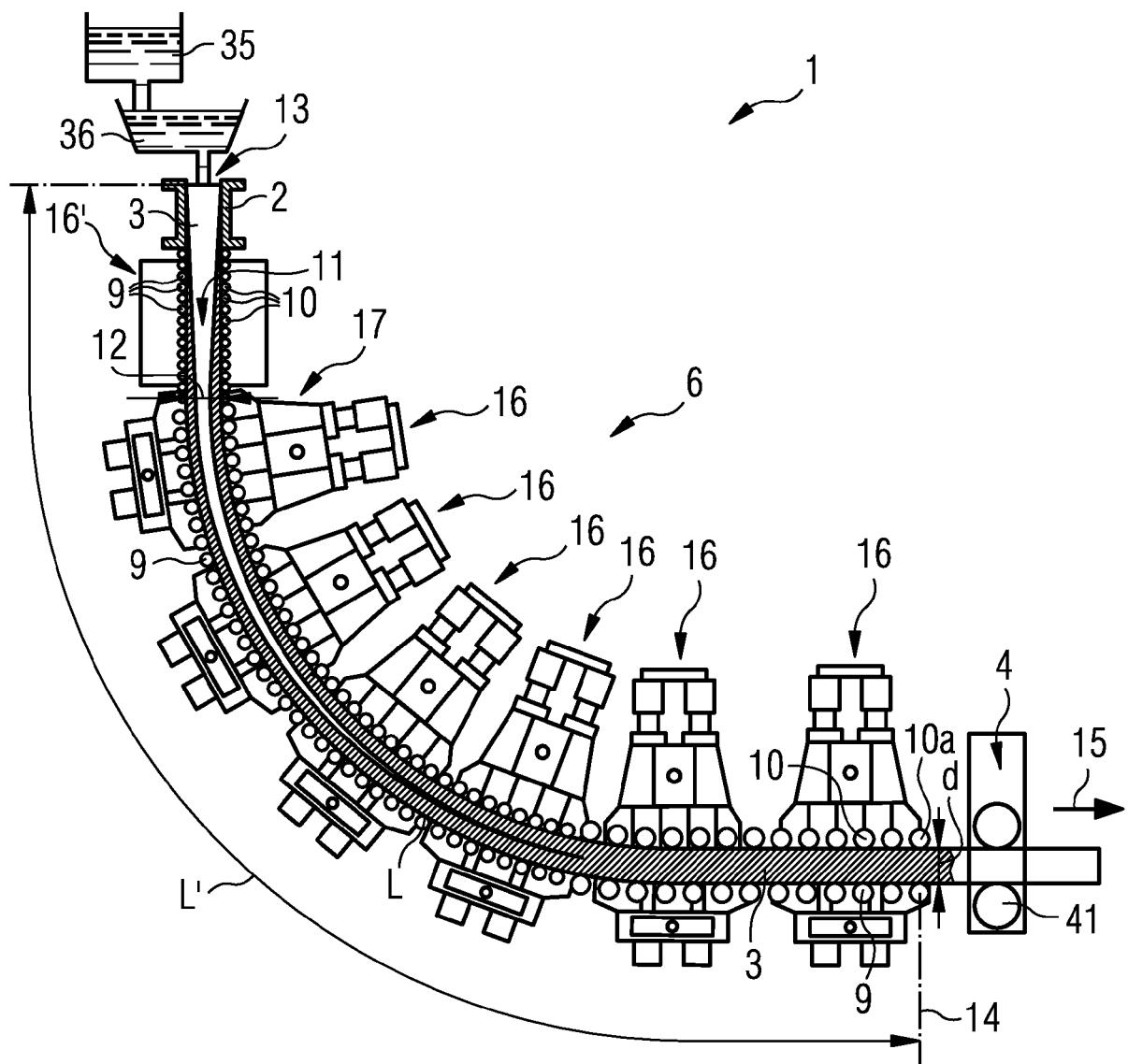


FIG 3

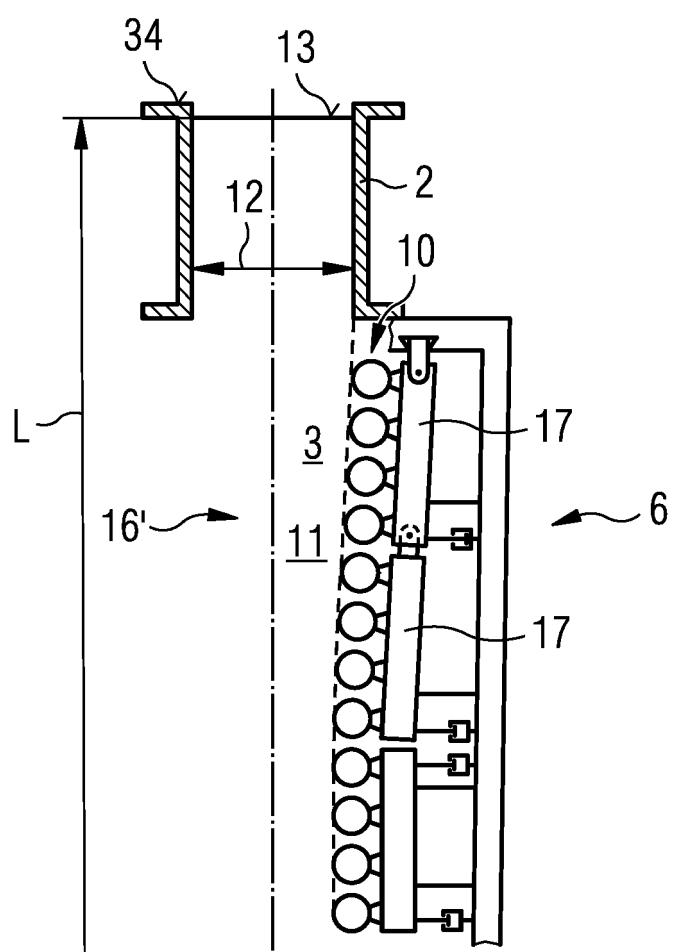


FIG 4

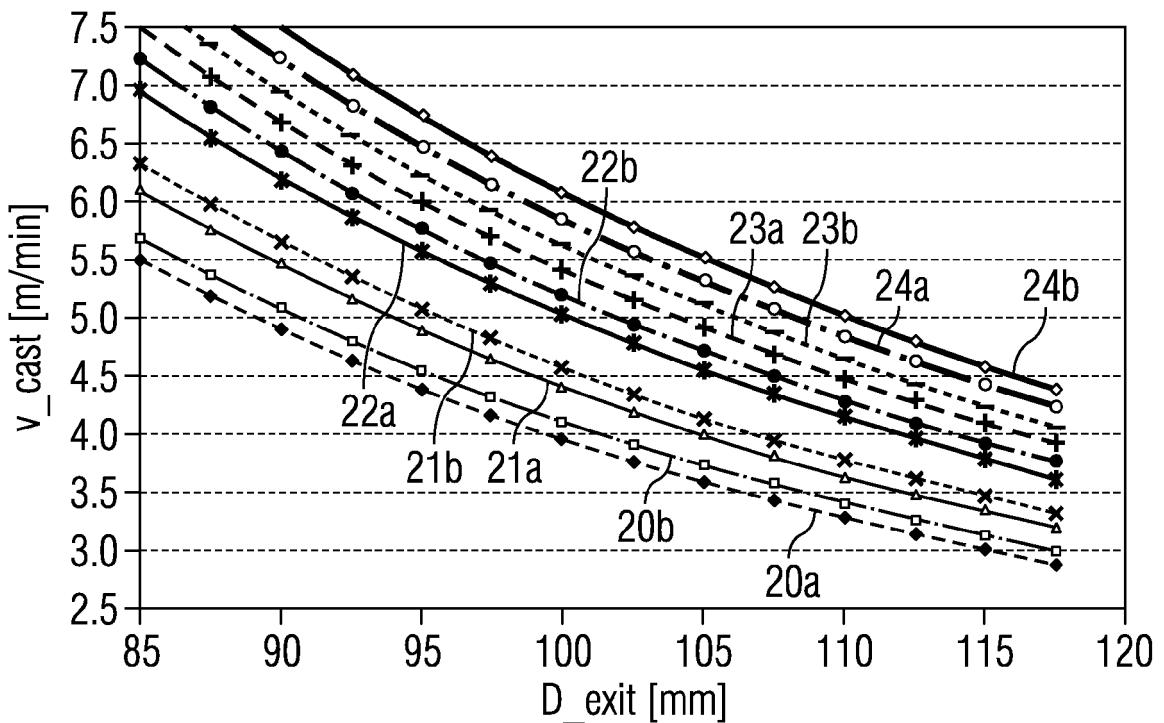
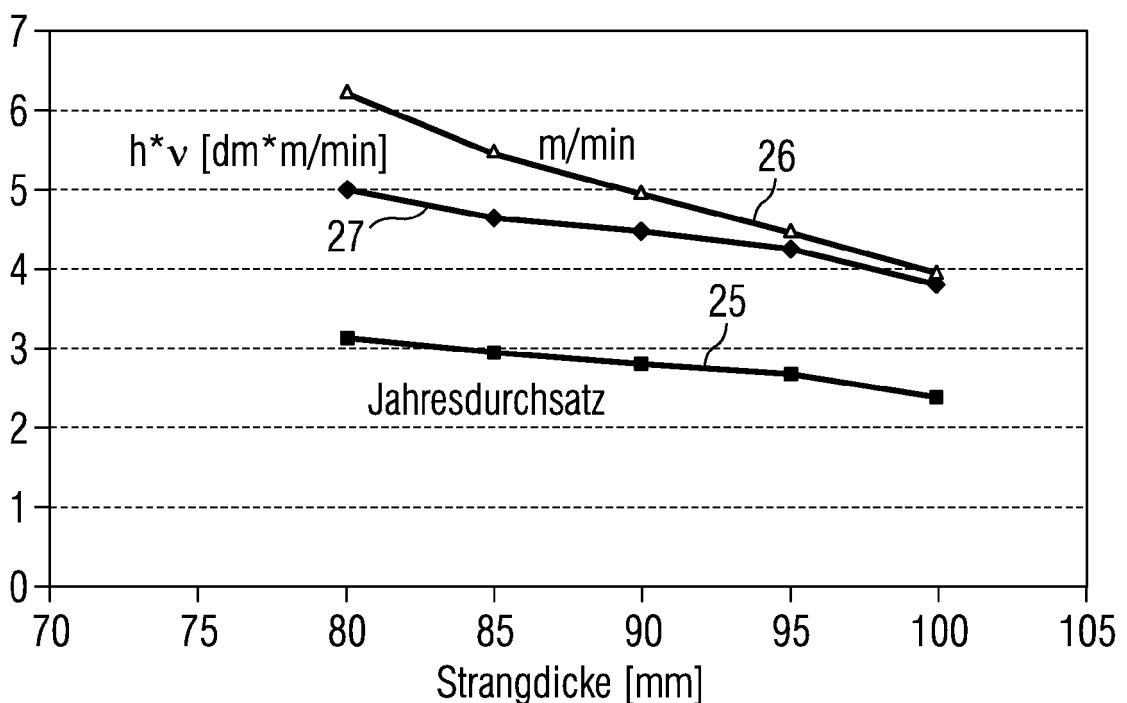
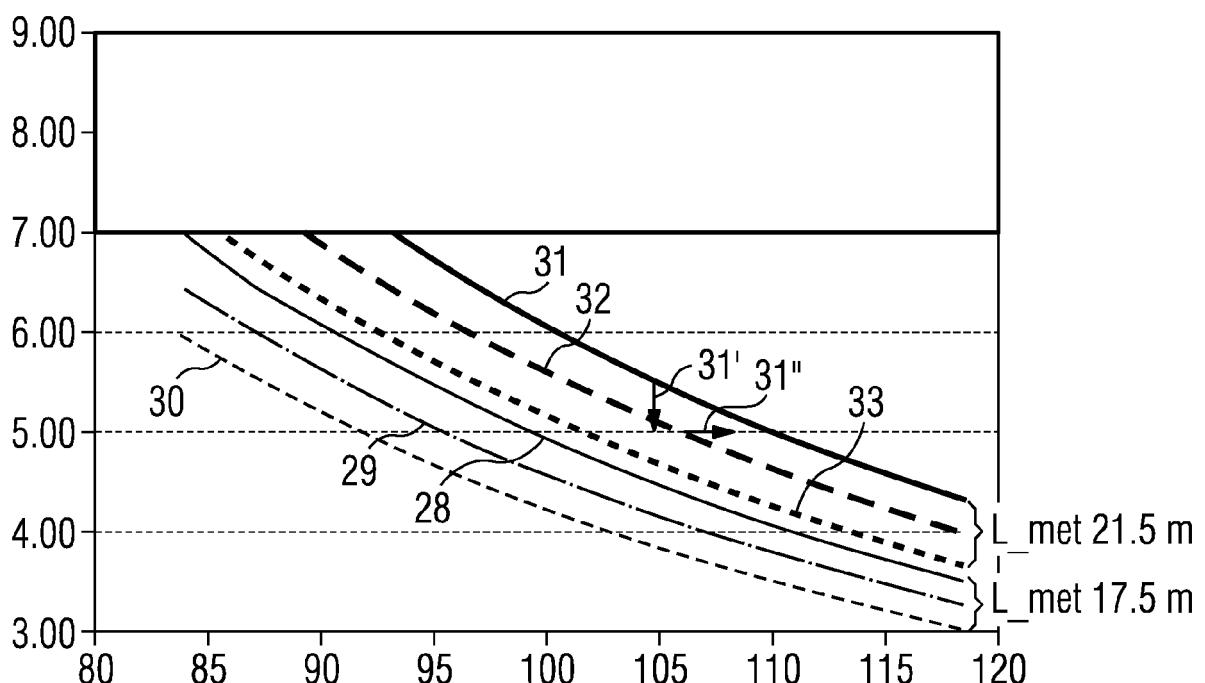


FIG 5



**FIG 6**





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 10 18 7209

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	<p>HOHENBICHLER ET AL: "Arvedi ESP - technology and plant design" MILLENIUM STEEL 2010, [Online] 1. März 2010 (2010-03-01), Seiten 82-88, XP002624158 London</p> <p>Gefunden im Internet: URL:<a href="http://www.millennium-steel.com/articles/pdf/2010/pp82-88%20MS10.pdf">http://www.millennium-steel.com/articles/pdf/2010/pp82-88%20MS10.pdf</a> [gefunden am 2011-02-22]</p> <p>* das ganze Dokument *</p> <p>-----</p>	1-34	INV. B22D11/041 B22D11/043 B22D11/12 B22D11/124 B22D11/128 B22D11/14 B22D11/22 B21B1/46
Y	<p>Siegl et al: "Arvedi ESP - First Thin Slab Endless Casting and Rolling Results" [Online] 23. Juni 2009 (2009-06-23), XP002624159 5th European RollingConference, London</p> <p>Gefunden im Internet: URL:<a href="http://www.industry.siemens.com/industriesolutions/metals-mining/en/arvedi-esp/news_information/Documents/Presentation_at_ERC_London.pdf">http://www.industry.siemens.com/industriesolutions/metals-mining/en/arvedi-esp/news_information/Documents/Presentation_at_ERC_London.pdf</a> [gefunden am 2011-02-22]</p> <p>* das ganze Dokument *</p> <p>-----</p>	1-34	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	<p>Shore et al: "Casting technology and machine design solutions for ESP plants" [Online] 16. September 2008 (2008-09-16), XP002624182 Rolling &amp; Processing Conference 2008, Linz</p> <p>Gefunden im Internet: URL:<a href="http://www.industry.siemens.com/industriesolutions/metals-mining/en/arvedi-esp/news_information/Documents/Casting_technology_and_machine_design_solutions_for_ESP_plants.pdf">http://www.industry.siemens.com/industriesolutions/metals-mining/en/arvedi-esp/news_information/Documents/Casting_technology_and_machine_design_solutions_for_ESP_plants.pdf</a> [gefunden am 2011-02-22]</p> <p>* das ganze Dokument *</p> <p>-----</p> <p>-/-</p>	1-34	B22D B21B
5	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 9. März 2011	Prüfer Baumgartner, Robin
	<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>		



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 10 18 7209

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)						
Y	ARVEDI G ET AL: "Arvedi ESP first thin slab endless casting and rolling results" IRONMAKING AND STEELMAKING, Bd. 37, Nr. 4, 1. Mai 2010 (2010-05-01), Seiten 271-275, XP002624183 ISSN: 1743-2812 * das ganze Dokument * -----	1-34							
Y	ARVEDI G ET AL: "Achievements of ISP steelmaking technology" IRONMAKING AND STEELMAKING, Bd. 37, Nr. 4, 1. Mai 2010 (2010-05-01), Seiten 251-256, XP002624184 ISSN: 1743-2812 * das ganze Dokument * -----	1-34							
Y	US 2008/035301 A1 (ARVEDI GIOVANNI [IT]) 14. Februar 2008 (2008-02-14) * das ganze Dokument * -----	1-34							
Y	DE 100 25 080 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 17. Mai 2001 (2001-05-17) * das ganze Dokument * -----	1-34	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)						
Y	DE 196 39 302 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]) 26. März 1998 (1998-03-26) * das ganze Dokument * -----	1-34							
Y, D	EP 0 889 762 B1 (MANNESMANN AG [DE]) 27. Oktober 1999 (1999-10-27) * das ganze Dokument * -----	1-34							
Y, D	DE 10 2007 058709 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 5. Februar 2009 (2009-02-05) * das ganze Dokument * -----	1-34							
		-/-							
5	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt								
<table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>München</td> <td>9. März 2011</td> <td>Baumgartner, Robin</td> </tr> </table>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	München	9. März 2011	Baumgartner, Robin
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
München	9. März 2011	Baumgartner, Robin							
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p>									
<p>T : der Erfundung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>									



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 10 18 7209

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y, D	WO 2007/086088 A1 (ARVEDI GIOVANNI [IT]) 2. August 2007 (2007-08-02) * das ganze Dokument * ----- Y, D EP 0 415 897 B1 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]) 23. Februar 1994 (1994-02-23) * das ganze Dokument * ----- Y, D EP 1 469 954 B1 (SMS DEMAG AG [DE]) 22. März 2006 (2006-03-22) * das ganze Dokument * -----	1-34 1-34 1-34	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)			
<p>5</p> <p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	9. März 2011	Baumgartner, Robin	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 10 18 7209

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.

09-03-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008035301	A1	14-02-2008		AR 053045 A1 AT 411120 T AU 2005330323 A1 BR PI0513754 A CA 2569841 A1 CN 1972764 A DK 1868748 T3 EG 24541 A EP 1868748 A1 ES 2314642 T3 HR 20080586 T3 WO 2006106376 A1 JP 2008534289 T PT 1868748 E US 2011042034 A1		18-04-2007 15-10-2008 12-10-2006 13-05-2008 12-10-2006 30-05-2007 19-01-2009 09-09-2009 26-12-2007 16-03-2009 31-01-2009 12-10-2006 28-08-2008 12-12-2008 24-02-2011
DE 10025080	A1	17-05-2001		KEINE		
DE 19639302	A1	26-03-1998		KEINE		
EP 0889762	B1	27-10-1999		AT 185987 T CN 1214642 A WO 9736699 A1 DE 19613718 C1 EP 0889762 A1 ID 16509 A JP 2000507503 T KR 20000004992 A RU 2163934 C2 US 6092586 A ZA 9701618 A		15-11-1999 21-04-1999 09-10-1997 23-10-1997 13-01-1999 02-10-1997 20-06-2000 25-01-2000 10-03-2001 25-07-2000 29-08-1997
DE 102007058709	A1	05-02-2009		AR 067806 A1 AU 2008285980 A1 CA 2689457 A1 EP 2176010 A1 WO 2009018957 A1 JP 2010529907 T KR 20100009649 A US 2010163205 A1 ZA 200908074 A		21-10-2009 12-02-2009 12-02-2009 21-04-2010 12-02-2009 02-09-2010 28-01-2010 01-07-2010 28-07-2010
WO 2007086088	A1	02-08-2007		AU 2006336818 A1 CA 2636652 A1 CN 101336307 A JP 2009524743 T		02-08-2007 02-08-2007 31-12-2008 02-07-2009

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

EP 10 18 7209

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

09-03-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2007086088	A1		US	2010252149 A1		07-10-2010
EP 0415897	B1	23-02-1994	AU	629387 B2		01-10-1992
			AU	6131690 A		28-02-1991
			DE	69006804 D1		31-03-1994
			DE	69006804 T2		01-06-1994
			EP	0415897 A1		06-03-1991
			HK	66994 A		22-07-1994
			JP	2889670 B2		10-05-1999
			JP	3091328 A		16-04-1991
			NZ	234618 A		25-11-1992
			SE	464437 B		22-04-1991
			SE	8902844 A		26-02-1991
			US	5230077 A		20-07-1993
EP 1469954	B1	22-03-2006	AT	320866 T		15-04-2006
			CA	2471481 A1		07-08-2003
			CN	1625447 A		08-06-2005
			DE	10203711 A1		14-08-2003
			WO	03064069 A1		07-08-2003
			EP	1469954 A1		27-10-2004
			ES	2261914 T3		16-11-2006
			JP	2005525239 T		25-08-2005
			RU	2302304 C2		10-07-2007
			TW	I283613 B		11-07-2007
			UA	78281 C2		15-03-2007
			US	2009260728 A1		22-10-2009
			US	2005072499 A1		07-04-2005
			US	2008000559 A1		03-01-2008
			ZA	200404829 A		04-01-2005

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0415987 B1 [0015]
- EP 1469954 B1 [0015]
- DE 102007058709 A1 [0015]
- WO 2007086088 A1 [0015]
- EP 0889762 B1 [0026]