



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 005 015 A1 2008.01.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 005 015.3

(22) Anmeldetag: 01.02.2007

(43) Offenlegungstag: 03.01.2008

(51) Int Cl.⁸: **B22D 11/12** (2006.01)
B21B 1/46 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2006 029 589.7 26.06.2006

(71) Anmelder:

SMS Demag AG, 40237 Düsseldorf, DE

(74) Vertreter:

Hemmerich, Müller & Partner, 57072 Siegen

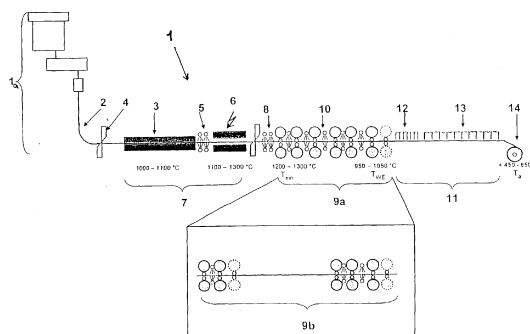
(72) Erfinder:

Klein, Christoph, 57223 Kreuztal, DE; Neifer, Heribert, 46539 Dinslaken, DE; Schuster, Ingo, 47877 Willich, DE; Sucker, Mario, 40470 Düsseldorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anlage zur Herstellung von Warmband-Walzgut aus Siliziumstahl auf der Basis von Dünnbrammen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von Warmband-Walzgut aus Silizium-legierten Stählen zur Weiterverarbeitung zu kororientierten Blechen, wie beispielsweise Elektroblechen, wobei ein Gießprodukt, hier eine Dünnbramme beispielsweise mit maximal 120 mm Dicke, einer Wärmevorbehandlung und anschließend einem Walzvorgang in einer Warmwalzstraße unterworfen wird zur Einstellung eines gewünschten Rekristallisationszustandes. Es ist dabei erfindungsgemäß vorgesehen, dass im Rahmen der Wärmevorbehandlung zur Einstellung der Endwalztemperatur (T_{WE}) eine Einlauftemperatur (T_{ein}) des Gießproduktes (2) in die Warmwalzstraße (9a oder 9b) von mindestens 1200°C, bevorzugt oberhalb von 1250°C, durch mindestens eine Vorwärmstufe (3) und eine Intensivheizstufe (6) eingestellt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von Warmband (-vormaterial) aus Silizium-legierten Stählen zur Weiterverarbeitung zu kornorientierten Blechen, wie beispielsweise Elektrolechen. Die Weiterverarbeitung ist nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung; sie erfolgt in Kaltwalzwerken.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren und Anlagen der gattungsgemäßen Art bekannt; es sei dazu beispielhaft auf die folgenden beiden Druckschriften verwiesen:

Verfahren und Anlagen zum Walzen von Bändern und Blechen aus der Gießhitze sind bekannt, zum Beispiel beschrieben in Stahl & Eisen, Vol. 2, 1993, S. 37 ff. Bei der hier beschriebenen Anlage wird mittels einer Stranggießmaschine mit speziell ausgestalteter Kokille eine Dünnbramme erzeugt, in Einzellängen unterteilt und zum Temperausgleich einem Rollenherdofen zugeführt. Anschließend wird die Bramme auf eine deutlich höhere Einlaufgeschwindigkeit der sich anschließenden Walzstrasse beschleunigt, entzündert und der Walzstrasse zugeführt. Im stationären Produktionsbetrieb mit einer Gießgeschwindigkeit von 5,5 m/min erreicht die Dünnbramme den Rollenherdofen mit einer Durchschnittstemperatur von 1080°C. Die Auslauftemperatur aus dem Rollenherdofen liegt etwa bei 1100°C. Die für den Walzprozess notwendige Energie wird somit fast vollständig aus der Wärmemenge gedeckt, die im gegossenen Strang enthalten ist. Im Walzwerk werden die Temperaturen durch Veränderung der Walzengeschwindigkeit, durch Kühlung und aus dem Walzenkontakt gesteuert, so dass sich eine Endwalztemperatur von 880°C einstellt. Es folgt eine langsame Abkühlung in der Kühlstrecke sowie ein sich anschließendes Aufhaspeln.

[0003] Mehrstufige Temperatur-Einstellsysteme zum Aufheizen eines Gießproduktes vor dessen Eintritt in eine Walzstraße sind aus der EP 1 469 954 bekannt.

[0004] Weiterhin ist aus der EP 0 415 987 B2 ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Bandstahl oder Stahlblech aus Dünnbrammen von ca. 50 mm Dicke bekannt, wobei die Dünnbrammen auf Bogenstranggießanlagen mit horizontaler Auslaufrichtung hergestellt werden. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte: Walzen der Dünnbrammen nach der Erstarrung des Stranges in einem bogenförmigen Führungsschacht bei Temperaturen von mehr als 1100°C, Abkühlen der Brammen während Strahlung oder Entzündern, induktives Wiederaufheizen auf eine Temperatur von ca. 1100°C sowie Walzen der Dünnbramme in mindestens einer Walzstrasse. Mittels des Erwärmens wird eine Temperatur in der Bramme eingestellt, so dass sich an den Verfor-

mungseinrichtungen der Walzstrasse ein Temperaturgefälle einstellt und zwar derart, dass beim Anstich in das letzte Walzgerüst die Temperatur innerhalb der für eine gute Verformung noch ausreichenden Größenordnung liegt. Hier ist bei einem dritten und letzten Walzgerüst der Walzstrasse die Walzguttemperatur beispielsweise auf 988°C abgefallen und als Anstichtemperatur für den letzten Umformschritt ausreichend. Das Walzgut verlässt das letzte Walzgerüst mit einer Temperatur von 953°C oder weniger und wird danach bei noch weiter abgesenkter Temperatur in die gewünschten Längen abgetrennt, gestapelt oder gehaspelt. Falls erforderlich, kann zwischen den einzelnen Walzgerüsten eine oder mehrere Stufen einer induktiven Zwischenerwärmung vorgesehen sein.

[0005] Beiden bekannten Verfahren ist gemeinsam, dass die Einlauftemperatur in die Fertigwalzstufe so eingestellt wird, dass die festgelegte Endwalztemperatur eingehalten werden kann.

[0006] Ausgehend von der EP 0 415 987 B2 liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Wärmebehandlung bei einem bekannten Verfahren und einer bekannten Anlage, mit welchen Warmbandvormaterial aus Si-legierten Stählen für die Weiterverarbeitung zu kornorientierten Blechen hergestellt wird, zu effektivieren.

[0007] Die Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst.

[0008] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird erstmalig auf einfache Weise eine Einlauftemperatur in die Fertigstrasse eingestellt, welche eine günstige Ausscheidungsmorphologie bei dem Walzgut gewährleistet. Im Stand der Technik bekannte einstufige Temperatur-Einstellsysteme sind nicht in der Lage, das Gießprodukt auf die für die Einstellung des hier gewünschten/erforderlichen Rekristallisationszustandes erforderlichen hohen Temperaturen von vorzugsweise über 1250 °C Einlauftemperatur in die Walzstraße aufzuheizen. Die hohen Temperaturen werden bei dem beanspruchten Verfahren vorteilhafterweise dadurch erreicht, dass eine zweistufige Vorwärmung des Gießproduktes, umfassend eine primärenergiebeheizte und eine induktiv beheizte Stufe, durchgeführt wird. Die beanspruchte zweistufige Wärmeverbehandlung hat weiterhin den Vorteil, dass sie das Gießprodukt nicht nur – falls erforderlich – auf Temperaturen über 1250 °C, sondern auch auf niedrigere Einlauftemperaturen aufheizen lassen, wenn dies zur Einstellung anderer gewünschter Gefüge- bzw. Rekristallisationszustände erforderlich sein sollte; insofern ist das beanspruchte Verfahren sehr universell einsetzbar.

[0009] Die Steuerung der Temperatur in der nachfolgenden Fertigwalzstrasse richtet sich nach dem zu

erreichenden Endgefüge und wird über eine Kombination von Walzgeschwindigkeit und Nutzung von Zwischengerüstkühlungen eingestellt.

[0010] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hinsichtlich des Verfahrens wird die Endwalztemperatur (T_{WE}) und die Endwalzgeschwindigkeit des Walzgutes auf Werte eingestellt, bei denen keine vollständige Rekristallisation des Stahles mehr erfolgt und das Walzgut wird nach dem letzten Stich in der Warmwalzstrasse von der Endwalztemperatur (T_{WE}) auf eine Temperatur (T_A) abgeschreckt, die die Einstellung bzw. Einfrierung eines gewünschten Rekristallisationszustandes über die Banddicke sicherstellt. Dabei empfiehlt es sich nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal der vorliegenden Erfindung, dass die Endwalztemperatur (T_{WE}) des Walzgutes auf Temperaturen von mindestens 950°C, vorzugsweise oberhalb von 1000°C, eingestellt wird, und dass anschließend, vorzugsweise im unmittelbaren Anschluss, das Walzgut auf Temperaturen (T_A) von höchstens 650 °C, vorzugsweise unterhalb von 600 °C, besonders vorzugsweise unterhalb von 450 °C innerhalb von 10 s, abgeschreckt wird. Dabei wird eine vollständige Rekristallisation des Warmbandes unterdrückt. Durch die Wahl der Haspeltemperatur lässt sich der Anteil des rekristallisierten Gefüges über die Banddicke einstellen.

[0011] Nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass in der Vorwärmstufe die Temperatur des Gießproduktes auf Werte zwischen 1000 und 1100 °C eingestellt wird und dass in der sich anschließenden Intensivheizstufe die Temperatur auf Werte von 1250 °C erhöht wird. Dabei wird in bevorzugter Ausgestaltung die Vorwärmstufe in einem gas- oder ölbeheiztem Ofen und die sich anschließende Intensivheizstufe in einer Induktionsheizstufe durchgeführt. Dies weist den besonderen Vorteil auf, dass die Vorwärmung in einem Rollenherdofen stattfinden kann, während der Aufheisschritt bis zu Temperaturen oberhalb 1200°C in eine induktive Heizzone verlagert wird. Damit wird verhindert, dass der Rollenherdofen zu sehr belastet wird, was gegebenenfalls zu seiner thermischen Zerstörung führen könnte.

[0012] Um die nachteilige Auswirkung einer stark erhitzten Primärzunderschicht auf die Oberflächenqualität des Walzgutes zu vermeiden, wird die Brammenoberfläche entzündert. Hierzu wird nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal der vorliegenden Erfindung zwischen der Vorwärmstufe und der Intensivheizstufe eine Entzunderung in einer Entzunderungseinrichtung durchgeführt. Die Einstellung der Einlauftemperatur in die Fertigwalzstufe erfolgt also danach mittels Induktionsheizstufe. Die Fertigwalzstufe kann dabei aus einer ein- oder mehrgerüstigen Vorstaffel und einer mehrgerüstigen Endstaffel bestehen. Die Distanz zwischen diesen beiden kann dabei

durch einen Rollgang oder beheizten Wärmetunnel überbrückt werden.

[0013] Um die Oberflächenqualität weiterhin zu verbessern, ist nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass nach der Intensivheizstufe eine weitere Entzunderung in einer zweiten Entzunderungsstufe durchgeführt wird.

[0014] Im Übrigen ist vorgesehen, zusätzlich oder allein zu den genannten Entzunderungen bereits vor dem Rollenherdofen eine Entfernung des Zunders durchzuführen, um die Rollen des Ofens vor Zunderanwachsendungen und damit die Brammenunterseite vor unerwünschten Markierungen zu schützen und den Wärmeübergang in die Bramme zu verbessern.

[0015] Die der Erfindung zu Grunde liegende oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch die in Anspruch 8 beanspruchte Anlage gelöst. Bezüglich der sich dabei ergebenden Vorteile wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die oben beschriebenen Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens verwiesen.

[0016] Bei der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist vorgesehen, dass die Einrichtung zum Abkühlen des Walzgutes Komponenten zum Abschrecken des Walzgutes auf Temperaturen unterhalb von 600 °C, vorzugsweise unterhalb von 450 °C umfasst.

[0017] Es empfiehlt sich nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal der vorliegenden Erfindung, dass die Warmwalzstrasse als kompakte Fertigstrasse ausgebildet ist. Nach einem dazu alternativen Ausgestaltungsmerkmal ist vorgesehen, dass die Warmwalzstrasse in wenigstens eine Vor- und wenigstens eine Endwalzstaffel aufgeteilt ausgebildet ist.

[0018] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert werden. Dabei sind neben den oben angeführten Kombinationen von Merkmalen auch Merkmale allein oder in anderen Kombinationen erfindungswesentlich.

[0019] Es zeigt:

[0020] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt eine Anlage **1** zur Herstellung von Walzgut in Form von Blechen oder Bändern aus Silizium-legiertem Stahl zur Weiterverarbeitung zu

kornorientierten Blechen, wie beispielsweise Elektroblechen, welche ohne zwischenzeitliche Abkühlung auf Raumtemperatur wärmebehandelt und gewalzt werden, so dass danach das Walzgut mit gewünschten Gefügeeigenschaften zur Verfügung steht. Die Anlage **1** umfasst eine Stranggießanlage **1a**. Der endabmessungsnah gegossene Strang in Form eines Gießproduktes **2** wird vor dem Rollenherdofen **3** mit Hilfe einer Schere **4** in Brammen geschnitten, welche dann aus der Gießhitze kommend direkt in den Rollenherdofen **3** eintreten, um auf Temperaturen von 1000 bis 1100°C erwärmt zu werden bzw. einen Temperaturausgleich zu erfahren. Bei den Brammen handelt es sich vorzugsweise um Dünnbrammen mit einer Dicke von bis zu 120 mm. Die erwärmten Brammen durchlaufen danach vorzugsweise eine Entzunderungseinrichtung **5** und laufen anschließend in eine Intensivheizstufe **6** ein. Hier werden die Brammen in einem kurzen schnellen Erwärmungsprozess auf Einlauftemperaturen von 1100 bis 1300°C, vorzugsweise über 1250°C aufgeheizt. Die Vorwärmstufe **3** wird dabei in einem gas- oder ölbeheiztem Ofen wie einem Rollenherdofen **3** und die sich anschließende Intensivheizstufe **6** in einer Induktionsheizstufe durchgeführt. Die Intensivheizstufe **6** muss dabei ausgebildet sein, um eine Einlauftemperatur T_{ein} des Gießproduktes **2** in das Walzwerk von mehr als 1200°C zu gewährleisten. Die Vorwärmstufe **3** und die Intensivheizstufe **6** bilden ein Temperatur-Einstellsystem **7**. Die Mittel zur Durchführung der Wärmebehandlung umfassen die Vorwärmstufe **3**, die Intensivheizstufe **6** sowie Zwischengerüstkühleinrichtungen **10**.

[0022] Nach dem Durchlaufen der Intensivheizstufe **6** wird das Gießprodukt **2** nochmals entzündert (zweite Entzunderungsstufe **8**) und in eine Warmwalzstrasse **9a** oder **9b** eingeführt. Die Warmwalzstrasse **9a** oder **9b** kann eine kompakte Fertigstrasse **9a** darstellen oder in eine Vor- und eine Endwalzstaffel **9b** aufgeteilt sein. Die Anzahl der Gerüste in jeder der beiden Teilstaffeln ist nicht festgelegt.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist nun vorgesehen, dass zur Einstellung der Endwalztemperatur T_{WE} eine Einlauftemperatur T_{ein} des Gießproduktes **2** in die Warmwalzstrasse **9a** oder **9b** des Walzwerkes von mindestens 1200 °C, bevorzugt oberhalb von 1250°C, durch eine mehrstufige Wärmebehandlung eingestellt wird, wobei das Gießprodukt aus der Gießhitze kommend direkt der Wärmeverbehandlung zu geführt wird. Die mehrstufige Wärmeverbehandlung erfolgt mit dem Temperatur-Einstellsystem **7**, welches die Vorwärmstufe **3** zum Vorwärmen des Gießproduktes **2** und die Intensivheizstufe **6** zur Einstellung der Einlauftemperatur T_{ein} des Gießproduktes **2** in die Warmwalzstrasse umfasst.

[0024] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Endwalztemperatur T_{WE} und die Endwalzge-

schwindigkeit des Walzgutes auf Werte eingestellt, bei denen keine vollständige Rekristallisation des Stahles mehr erfolgt. Das Walzgut wird nach dem letzten Stich in der Warmwalzstrasse im Rahmen einer Wärmenachbehandlung von der Endwalztemperatur T_{WE} auf eine Temperatur T_{A} abgeschreckt, wodurch der gewünschte Rekristallisationszustand des Walzgutes am Ende der Warmwalzstraße über die Banddicke sicherstellt wird. Dabei wird die Endwalztemperatur T_{WE} des Walzgutes auf Temperaturen von mindestens 950°C, vorzugsweise oberhalb von 1000°C, eingestellt, und anschließend wird das Walzgut auf Temperaturen T_{A} von höchstens 650 °C, vorzugsweise unterhalb von 600 °C, besonders vorzugsweise unterhalb von 450 °C innerhalb von 10 s, abgeschreckt. [Fig. 1](#)

[0025] Bei der Wärmenachbehandlung nach dem Walzen handelt es sich um eine Kombination aus einer Schnellkühleinrichtung **12** und normalen Kühlbalken mit Wasserkühlung **13**. Das abgekühlte Walzgut wird nachfolgend auf einer Haspeleinrichtung **14** aufgewickelt.

Bezugszeichenliste

1	Anlage zur Herstellung von Warmband
1a	Stranggießanlage
2	Gießprodukt (Strang)
3	Einrichtung zum Vorwärmen (Rollenherdofen)
4	Schere
5	Entzunderungseinrichtung
6	Intensivheizstufe
7	Temperatur- Einstellsystem
8	zweite Entzunderungsstufe
9a	kompakte Fertigstrasse als Warmwalzstrasse
9b	Vor- und Endwalzstaffel der Warmwalzstrasse
10	Zwischengerüstkühleinrichtung
11	Einrichtung zum Abkühlen (Kühlstrecke)
12	Schnellkühleinrichtung
13	Kühlbalken mit Wasserkühlung
14	Haspeleinrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Warmband-Walzgut aus einem Gießprodukt, beispielsweise einer Dünnbramme, aus Silizium-legierten Stählen zur Weiterverarbeitung zu kornorientierten Blechen, wie beispielsweise Elektroblechen, wobei das Gießprodukt (**2**) in einem ersten Schritt einer Wärmeverbehandlung unterzogen wird und in einem zweiten Schritt das vorewärmte Gießprodukt einem Walzvorgang in einer Warmwalzstrasse unterworfen wird; und wobei das Walzgut auf diese Weise in einen im Hinblick auf die spätere Weiterverarbeitung geeigneten Rekristallisationszustand bei einer gewünschten Endwalztemperatur (T_{WE}) überführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gießprodukt (**2**) im Rahmen der Wärmeverbehandlung zur Einstel-

lung der Endwalztemperatur (T_{WE}) des Walzgutes in der Warmwalzstrasse zumindest eine Vorwärmstufe (3) und eine Intensivheizstufe (6) durchläuft und auf diese Weise auf eine Einlauftemperatur ($r_{e,n}$) von mindestens 1200 °C für den Einlauf in die Warmwalzstrasse (9a oder 9b) vorerwärmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Endwalztemperatur (T_{WE}) und die Endwalzgeschwindigkeit des Walzgutes auf Werte eingestellt wird, bei denen keine vollständige Rekristallisation des Stahles mehr erfolgt und das Walzgut nach dem letzten Stich in der Warmwalzstrasse von Endwalztemperatur (T_{WE}) auf eine Temperatur (T_A) abgeschreckt wird, welche eine Einfrierung des am Ende der Warmwalzstraße eingestellten gewünschten Rekristallisationszustandes über der Banddicke sicherstellt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Endwalztemperatur (T_{WE}) des Walzgutes auf Temperaturen von mindestens 950°C, vorzugsweise oberhalb von 1000°C, eingestellt wird, und dass nach dem Warmwalzen das Walzgut auf Temperaturen (T_A) von höchstens 650 °C, vorzugsweise unterhalb von 600 °C, besonders vorzugsweise unterhalb von 450 °C innerhalb von 10 s, abgeschreckt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Vorwärmstufe (3) die Temperatur des Gießproduktes (2) auf Werte zwischen 1000 und 1100 °C eingestellt wird und dass in der sich anschließenden Intensivheizstufe (6) die Temperatur auf Werte von 1250 °C erhöht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärmstufe (3) in einem gas- oder ölbeheiztem Ofen und die sich anschließende Intensivheizstufe (6) in einer Induktionsheizstufe durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Vorwärmstufe (3) und der Intensivheizstufe (6) eine Entzunderung in einer Entzunderungseinrichtung (5) durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Intensivheizstufe (6) eine weitere Entzunderung in einer zweiten Entzunderungsstufe (8) durchgeführt wird.

8. Anlage (1) zur Herstellung von Warmband-Walzgut für eine spätere Weiterverarbeitung zu kornorientierten Blechen, wie beispielsweise Elektroblechen, aus einem Gießprodukt in Form von Silizium-legierten Stählen, durch Anwendung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, wobei die Anlage umfasst:

eine Stranggießanlage (1a) zur Herstellung des Gießproduktes (2); ein Temperatur-Einstellsystem (7) zum Vorwärmen des Gießproduktes; sowie ein dem Temperatur-Einstellsystem (7) nachgeschaltetes Walzwerk (9a oder 9b), wobei das Temperatur-Einstellsystem (7) und das Walzwerk (9) dazu dienen, das Gießprodukt (2) in das Walzgut mit einem im Hinblick auf die spätere Weiterverarbeitung geeigneten Rekristallisationszustand bei einer bestimmten Endwalztemperatur (T_{WE}) zu überführen; dadurch gekennzeichnet, dass das Temperatur-Einstellsystem (7) zum Einstellen der Endwalztemperatur (T_{WE}) des Walzgutes in der Walzstrasse eine Vorwärmstufe (3) zum Vorwärmen des Gießproduktes (2) und eine Intensivheizstufe (6) zum Intensivaufheizen des Gießproduktes (2) auf eine Einlauftemperatur (T_{ein}) in die Warmwalzstrasse oberhalb von 1200 °C, bevorzugt oberhalb von 1250 °C umfasst.

9. Anlage nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch, eine Einrichtung zum Abkühlen (11) des Walzgutes Komponenten zum auf Temperaturen unterhalb von 600 °C, vorzugsweise unterhalb von 450 °C, umfasst.

10. Anlage nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Warmwalzstrasse als kompakte Fertigstrasse (9a) ausgebildet ist.

11. Anlage nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Warmwalzstrasse in wenigstens eine Vor- und wenigstens eine Endwalzstaffel (9b) aufgeteilt ausgebildet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

