



(10) **DE 10 2020 214 427 A1** 2021.10.07

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 214 427.3**

(22) Anmeldetag: **17.11.2020**

(43) Offenlegungstag: **07.10.2021**

(51) Int Cl.: **B21B 1/46 (2006.01)**

**B22D 11/06 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:

**10 2020 204 257.8 01.04.2020**

(71) Anmelder:

**SMS group GmbH, 40237 Düsseldorf, DE**

(74) Vertreter:

**Hemmerich & Kollegen Patentanwälte, 57072  
Siegen, DE**

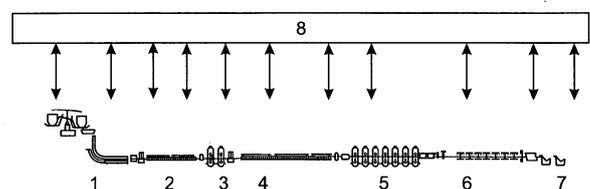
(72) Erfinder:

**Hassel, Christoph, Dr., 47249 Duisburg, DE;  
Schuster, Ingo, 47877 Willich, DE; Padberg,  
Georg, 59757 Arnsberg, DE; Peters, Matthias,  
57223 Kreuztal, DE; Kreikemeier, Jens, 57368  
Lennestadt, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes mittels einer Gießwalzanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes mittels einer Gießwalzanlage. Warmbänder die bei einer zu niedrigen Haspeltemperatur zu einem Coil aufgewickelt werden, bilden eine Kaltverfestigung aus. Diese behindert den anschließenden Kaltwalzprozess. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Kaltverfestigung reduziert oder vermieden. Das Verfahren umfasst dabei eine Temperaturführung und eine gezielte Einstellung von Gefügebestandteilen bei der Umformung in den unterschiedlichen Herstellungsschritten.



**Beschreibung**

Gebiet:

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes mittels einer Gießwalzanlage.

Stand der Technik:

**[0002]** Zur Herstellung von Warmbändern mit Eigenschaften, die sich den Eigenschaften von Kaltbändern, insbesondere Abmessungen und / oder mechanische Eigenschaften, annähern, werden beispielsweise Gießwalzanlagen verwendet. Bei einem derartigen Gießwalz-Verfahren wird zunächst eine Bramme in der Stranggießanlage gegossen und diese dann im direkten Anschluss an den Strangguss zu einem Warmband ausgewalzt. Die mechanischen Eigenschaften des Warmbandes resultieren aus dem im fertigen Warmband vorliegenden Gefüge bzw. Mischgefüge. Die Ausprägung des Gefüges bzw. Mischgefüges wird dabei von der Temperaturführung ausgehend vom Strangguss in Verbindung mit der Umformung in der Walzstraße eingestellt.

**[0003]** Zur Vermeidung von einem unerwünschten Austenit / Ferrit-Mischgefüge liegt üblicherweise die Endwalztemperatur bei der Warmumformung des Warmbandes in der Walzstraße unterhalb der Austenit-Ferrit-Umwandlungstemperatur. Dadurch hat sich der Austenit vor der letzten Umformung zu Ferrit umgewandelt. Im Anschluss an den letzten Umformschritt wird das Warmband bei einer vergleichsweise niedrigen Temperatur zu einem Coil aufgehäpelt. Aufgrund der niedrigen Temperatur des Warmbandes im Coil bildet sich ein stark kaltverfestigtes ferritisches Gefüge aus, welches keine ausreichenden Kaltumformeigenschaften für eine optimale Weiterverarbeitung in einer Kaltwalzstraße mehr aufweist. Insbesondere bei Warmbändern mit einer Dicke > 2,5 mm tritt diese Kaltverfestigung besonders häufig auf, da ab dieser Dicke die Stauchung bzw. Streckung in den Randbereichen des Bandes die Werkstoffgrenzen beim Aufhaspeln überschreitet.

**[0004]** Derartig hergestellte Warmbänder benötigen in einem Kaltwalzwerk zusätzliche Arbeitsschritte zum Erreichen der gewünschten Endeigenschaften, insbesondere der Dicke, des Kaltbandes. Ein zusätzliches Zwischenglühen zum Abbau der Kaltverfestigung ist hier zumeist notwendig.

**[0005]** Ein beispielhafter Aufbau einer Gießwalzanlage kann aus der Druckschrift DE 196 13 718 C1 entnommen werden. Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Warmwalzen von Warmbändern ist in der WO 2011/138 159 A1 offenbart. Die KR 2001 004 857 beschreibt ein Verfahren, bei dem das Coil nach der Gießwalzanlage noch zu einer anderen Anlage trans-

feriert werden muss. In dieser findet dann ein ferritisches Walzen statt mit einer geringen Abkühlung auf die Haspeltemperatur.

**[0006]** Mögliche Endwalztemperaturen bzw. Endwalztemperaturen für das Warmwalzen sind in der CN 107 597 844 A beschrieben. Die hohe Endwalztemperatur in einem Bereich von 730°C bis 850°C in Verbindung mit einer Haspeltemperatur von 580°C bis 710°C sorgt dafür, dass die Ferritkörner rekristallisieren. Ein anschließendes Weiterverarbeiten ist hier nicht vorgesehen. Analog dazu beschreibt die Druckschrift CN 108 994 081 A einen ähnlichen Prozess, bei dem eine Haspeltemperatur von 650°C bis 700°C ebenfalls zu einer Rekristallisation des Ferritgefüges führt.

**[0007]** Nachteilig bei den bekannten Verfahren ist die weiterhin bestehende Kaltverfestigung des Warmbandes durch ein Aufhaspeln des Warmbandes, welche nur durch zumindest einen zusätzlichen Bearbeitungsschritt beim Kaltwalzen des Warmbandes zu einem Kaltband verringert werden kann.

Aufgabe der Erfindung:

**[0008]** Die Aufgabe der Erfindung ist daher, ein bekanntes Verfahren zum Herstellen von Kaltbändern aus Warmbändern dahingehend weiterzuentwickeln, dass das hergestellte Warmband eine geringere Kaltverfestigung nach dem Aufhaspeln aufweist und damit der Kaltwalzprozess vereinfacht wird.

Erfindung:

**[0009]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Eine Gießwalzanlage weist zumindest die Aggregate auf: Eine Stranggießanlage, ein erstes Temperaturstellglied, insbesondere einen Ofen, eine Vorwalzstraße, vorzugsweise aufweisend 2 bis 4 Walzgerüste, ein zweites Temperaturstellglied zum Heizen und / oder Kühlen, vorzugsweise einen Ofen, eine induktive Heizung und / oder eine Transferbarkühlung, bevorzugt eine Transferbarkühlung, stromabwärts der Vorwalzstraße, eine Fertigwalzstraße, vorzugsweise aufweisend 5 bis 8 Fertigwalzgerüste, eine Kühlstrecke, vorzugsweise mit einer Kühlung, die direkt nach dem letzten Abnahmestich beginnt und eine Haspel zum Aufwickeln des Warmbandes zu einem Coil. Mittels der Gießwalzanlage wird das erfindungsgemäße Verfahren, bei dem zumindest die folgenden Verfahrensschritte ablaufen, durchgeführt: Eine Bramme wird mittels der Stranggießanlage im Strang vergossen. Die Bramme wird nach Abschluss des Gießvorgangs und vor Beginn des ersten Abnahmestichs auf der Walztemperatur gehalten oder auf diese aufgeheizt. Je nach Gießbedingungen kann auch ein Abkühlen der Bramme mit einem Temperaturengleich stattfinden.

**[0010]** Das Vorwalzen der Bramme zu einem Vorband in der Vorwalzstraße bzw. mit den Vorwalzgerüsten der Vorwalzstraße erfolgt in einem austenitischen Temperaturbereich des Brammenwerkstoffs. Im erfindungsgemäßen Sinne weist das Gefüge der Bramme mehr als 70 %, vorzugsweise mehr als 95 % Austenit auf. Der lokale Anteil des Austenits am Gefüges kann aufgrund der Seigerung bei der Erstarrung sehr stark schwanken. Daher ist bei der Bestimmung der Gefügezusammensetzung der Rand, der Übergangsbereich und der Kern der Bramme zu berücksichtigen.

**[0011]** Die Temperatureinstellung des Vorbandes erfolgt vor einem ersten Anstich in einem Fertiggerüst der Fertigwalzstraße und nach dem letzten Abnahmestich in einem Vorwalzgerüst. Es wird eine Temperatur eingestellt, die eine Umwandlung von Austenit zu Ferrit auslöst. Im erfindungsgemäßen Sinne muss diese Umwandlung nicht vollständig vor dem ersten Anstich in der Fertigstraße abgelaufen sein. Es reicht aus, wenn der Ferritanteil größer als der Austenitanteil am Gefüge ist. Die Temperatureinstellung, insbesondere die Temperaturführung zwischen dem letzten Vorwalzgerüst und erstem Fertigwalzgerüst, kann zum Einstellen des gewünschten Gefüges auch zusätzliche Aufheiz- oder Halteschritte umfassen.

**[0012]** Das zumindest teilweise aus einem ferritischen Gefüge bestehenden Vorband wird mittels der Fertigwalzstraße bzw. Fertigwalzgerüsten der Fertigwalzstraße zu einem Warmband gewalzt. Vorzugsweise weist das Warmband im Bereich der Fertigwalzgerüste eine Temperatur unterhalb von 800°C auf. Im Anschluss an den letzten Abnahmestich im Fertigwalzgerüst wird das Warmband auf eine Temperatur unterhalb der der Rekristallisationstemperatur des Werkstoffes direkt abgekühlt. Direkt im erfindungsgemäßen Sinne bedeutet, dass der zeitliche Verlauf der Abkühlung derartig verläuft, dass unerwünschte Rekristallisations- und/oder Erholungsvorgänge im Gefüge zumindest reduziert, bevorzugt ganz vermieden werden. Zeitliche Verläufe können aus werkstoffspezifischen Diagrammen entnommen oder mittels Simulationsprogrammen ermittelt werden. Kühlmedien sind beispielsweise Luft, Gas, Wasser und / oder entsprechende Gemische die ein- oder beidseitig in Kontakt mit dem Warmband gebracht werden. Das Warmband wird anschließend rekristallisierend gegläht.

**[0013]** Weitere bevorzugte Ausführungen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 18 dargestellt. Es wird vorzugsweise eine Temperatur des Vorbandes eingestellt, bei der die Umwandlung von Austenit zu Ferrit innerhalb der Fertigwalzstraße, vorzugsweise nach dem 2. Gerüst der Fertigwalzstraße, erfolgt. Hierdurch bildet sich Ferrit auch innerhalb der Fertigwalzstraße. Dies wirkt sich positiv auf

die Gefügestruktur, insbesondere auf die Korngröße, aus.

**[0014]** Das Warmband weist idealerweise bei der Warmumformung in der Fertigwalzstraße mehr als 50 %, bevorzugt mehr als 65 %, noch mehr bevorzugt mehr als 80 %, Ferrit im Gefüge auf. Mit steigendem Ferritgehalt in der Fertigwalzstraße verbessern sich die Eigenschaften des Warmbandes.

**[0015]** Die Bramme wird vorzugsweise mit einer Gießdicke von 100 mm - 150 mm, mehr bevorzugt mit einer Gießdicke von 120 mm - 140 mm, vergossen. Aus diesen Brammen können Warmbänder ohne eine Überschreitung des maximalen Umformgrades des eingesetzten Werkstoffes zu einem Warmband gewalzt welche ohne Zwischenschritte zu einem Kaltband gewalzt werden können.

**[0016]** Das Vorband wird vorzugsweise auf eine Dicke von 25 mm bis 100 mm gewalzt. Dadurch wird ein Großteil der Umformarbeit, d.h. Dickenreduktion, an einem austenitischen Gefüge durchgeführt. Austenitische Gefüge haben einen geringeren Umformwiderstand. Dadurch reduziert sich der notwendige Kraftaufwand zum Erreichen der Enddicke in der Fertigwalzstraße.

**[0017]** Das fertige Warmband weist bevorzugt eine Dicke von 0,5 mm bis 3,2 mm auf. In diesem Abmessungsbereich werden Kaltbänder eingesetzt. Warmbänder mit Kaltbändereigenschaften werden dadurch direkt einsatzfähig.

**[0018]** Die Endwalztemperatur in der Fertigwalzstraße beträgt bevorzugt 650 °C bis 800 °C. Dieser Temperaturbereich hat sich für die gewünschte Gefügeausbildung als ideal herausgestellt.

**[0019]** Vorzugsweise erfolgt mindestens 30 % bis 60% der Umformung in der Fertigwalzstraße im Bereich unterhalb 750°C. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass das Material während des Walzens in der Fertigwalzstraße nicht mehr vollständig rekristallisiert.

**[0020]** Eine Abkühlung des Warmbandes nach dem letzten Abnahmestich von Endwalztemperatur auf eine Temperatur  $\leq 450^\circ\text{C}$  erfolgt idealerweise innerhalb von 2 s. Hierdurch wird das beim Umformen erzeugte Gefüge eingefroren und eine unerwünschte Rekristallisation und Kornvergrößerung findet nicht mehr statt.

**[0021]** Der Brammenwerkstoff weist bevorzugt die chemische Analyse (in Gew.-%)  $\text{C} < 0.08\%$ ,  $\text{Si} < 0.1\%$ ,  $\text{Mn} < 1\%$ ,  $\text{Nb} < 0,1\%$ ,  $\text{Ti} < 0,1\%$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Ni}$  jeweils  $< 0,5\%$ ,  $\text{V} < 0,1\%$ , Rest Eisen, vorzugsweise ggf. andere Elemente, sowie nicht vermeidbare Verunreinigungen im Bereich der üblichen Gehalte, wie

sie bei der Stahlherstellung anfallen, auf. Diese Werkstoffgruppen kann direkt als Warmband mit Kaltwalzeigenschaften verwendet werden.

**[0022]** Bei der Herstellung des Warmbandes wird eine Gießwalzanlage verwendet die zusätzlich zumindest eines der Aggregate Zwischengerüstkühlung, Schere, und / oder Zunderwäscher aufweist. Die Verwendung dieser Aggregate in der Gießwalzanlage dient der Anlagen- und Prozesssicherheit. Durch eine Zwischengerüstkühlung kann die Temperaturführung besser kontrolliert werden. Durch einen Zunderwäscher kann Zunder von der Oberfläche der Bramme oder des Warmbandes entfernt werden. Mittels der Schere kann ein Warmband geteilt werden.

**[0023]** Das Warmband wird, vorzugsweise vor und / oder nach der Warmumformung, gebeizt. Hierdurch können Oberflächenfehler reduziert oder bevorzugt ganz vermieden werden.

**[0024]** Ein Ausgleichen der Brammentemperatur erfolgt vor dem ersten Anstich in einem Ofen nach dem Stranggießen. Ein Ausgleich der Brammentemperatur zwischen Kern und Rand der Bramme reduziert die Eigenschaftsunterschiede zwischen Rand und Kern der Bramme. Dies wirkt sich positiv auf die Umformigenschaften der Bramme bzw. des Warmbandes oder die Gefügeentwicklung im Herstellungsverlauf aus. In Abhängigkeit von dem Gussgefüge und den Umformigenschaften erfolgt der Temperatureausgleich nicht vollständig. Hierdurch kann beispielsweise eine stärkere Umformung im Kern der Bramme erreicht oder reduziert werden.

**[0025]** Ein mit einer Steuerung oder Regelung der Gießwalzanlage oder eines der Aggregate der Gießwalzanlage verbundenes Prozessmodell bestimmt die Temperaturführung und übergibt diese an die Steuerung oder Regelung der Gießwalzanlage bzw. die Aggregate der Gießwalzanlage. Verbundene bzw. aggregatübergreifende Steuerungs- bzw. Regelungskonzepte verbessern die Prozessstabilität und ermöglichen es die Fertigungstoleranzen zu reduzieren.

**[0026]** Eine Temperatur des Vorbandes wird eingestellt, bei der die Umwandlung von Austenit zu Ferrit innerhalb der Fertigwalzstraße, vorzugsweise nach dem 2. Gerüst der Fertigwalzstraße, erfolgt. Hierdurch wird ein genügend hoher Umformgrad im Bereich des Ferrits ermöglicht, womit das später zu erzielende Gefüge positiv beeinflusst wird.

**[0027]** Weiterhin wird die Aufgabe der Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst. Nach der Warmumformung wird das erfindungsgemäße Warmband kalt gewalzt und die Dickenabnahme beim Kaltwalzen beträgt  $\leq 70\%$ . Vor einem rekristallisierenden Glühen des Kaltban-

des kann optional ein weiterer zusätzlicher Kaltwalzstich, vorzugsweise ein Dressierstich, mit einer Dickenreduktion von  $\leq 5\%$  erfolgen. Durch diese Verfahrensschritte wird ein erfindungsgemäß hergestellte Warmband optimal weiterverarbeitet.

**[0028]** Der Beschreibung der Erfindung sind drei Figuren beigefügt:

**Fig. 1:** Beispiel einer Gießwalzanlage

**Fig. 2:** Entwicklung der Gefügeanteile im Warmband im Prozessverlauf

**Fig. 3:** Diagramm Gefüge-/ Temperaturverlauf in der Fertigwalzstraße

**[0029]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Figuren detailliert beschrieben. Gleiche technische Elemente sind in allen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0030]** **Fig. 1** zeigt den schematischen Aufbau einer Gießwalzanlage zur Herstellung eines Warmbandes. Eine Stranggießanlage **1** erzeugt aus einer flüssigen Schmelze eine Bramme oder Dünnbramme. Mittels einem ersten Temperaturstellglied **2** wird die Temperatur der Bramme vor dem ersten Anstich in der Vorwalzstraße **3** beeinflusst. Das Temperaturstellglied **2** kann die Temperatur der Brammen erhöhen, abkühlen und / oder die Temperaturdifferenz zwischen Kern und Randschicht der Bramme ändern. Dazu kann das Temperaturstellglied **2** gasbefeuerte Öfen, induktive Öfen, isolierte Bereiche und / oder Kühleinrichtungen aufweisen.

**[0031]** Nach dem ersten Temperaturstellglied **2** ist ein Zunderwäscher angeordnet. Durch den Zunderwäscher wird die Oberfläche der Bramme gereinigt und dadurch die Oberflächenfehler am fertigen Warmband reduziert. Die Vorwalzstraße **3** besteht hier aus zwei Walzgerüsten R1, R2. Aus der Bramme wird durch die beiden Vorwalzgerüste R1, R2 ein Vorband hergestellt. Mittels der sich anschließenden Schere wird das Vorband geteilt und damit auf das geplante Coil-Gewicht angepasst.

**[0032]** Die Temperatur des Vorbandes wird durch ein zweites Temperaturstellglied **4** beeinflusst. Das Temperaturstellglied **4** kann die Temperatur des Vorbandes erhöhen, abkühlen und / oder die Temperaturdifferenz zwischen Kern und Randschicht des Vorbandes ändern. Dazu kann das zweite Temperaturstellglied **4** gasbefeuerte Öfen, induktive Öfen, isolierte Bereiche und / oder Kühleinrichtungen aufweisen.

**[0033]** Die Fertigwalzstraße **5** besteht aus sieben Fertigwalzgerüsten F1 bis F7 ohne eine Zwischengerüstkühlung. Das Vorband wird durch die sieben Fertigwalzgerüste F1 bis F7 zu einem Warmband umgeformt. Im Anschluss an die Fertigwalzgerüste F1 bis F7 durchläuft das Warmband eine Kühlstrecke

**6.** Die Kühlstrecke **6** weist unterschiedliche Kühlaggregate auf, die mittels unterschiedlicher Kühlmedien und Kühlintensitäten verschieden Abkühlkurven darstellen kann. Nach der Abkühlung von Endwalztemperatur auf die Haspeltemperatur wird das Warmband mittels der Haspel zu einem Coil aufgewickelt. Die Ablage des Coils kann an Luft oder temperaturgeregelt erfolgen.

**[0034]** Der Gießwalzanlage ist eine übergeordnete Regelung **8** zugeordnet. Diese überwacht, regelt und / oder beeinflusst die Prozesssteuerung aller Aggregat oder zumindest die Temperaturführung in der Gießwalzanlage. Dazu werden Prozessmodelle in unterschiedlichen Ausprägungen verwendet. Insbesondere Gefügemodelle und Temperaturmodelle kommen hier zum Einsatz. Die übergeordnete Regelung **8** beeinflusst dabei direkt oder indirekt die Steuerung oder Regelungen der Einzelaggregate. Weiterhin ist eine Materialverfolgung in Verbindung mit einer externen Fertigungsplanung integriert.

**[0035]** **Fig. 2** stellt den schematischen Temperaturverlauf beginnend mit dem ersten Temperaturstellglied bis zur abschließenden Haspeltemperatur dar. Eine Bramme verlässt die Gießanlage mit einer Temperatur von ca. 900°C und wird dann aufgeheizt auf die Vorwalztemperatur von 1080°C. Beim Vorwalzen reduziert sich die Temperatur des Vorbandes dabei auch ca. 900°C. Das zweite Temperaturstellglied kühlt und vergleichmäßigt die Temperatur des Vorbandes auf die Anstichtemperatur im Fertigerüst von 850°C.

**[0036]** Durch das Fertigwalzen des Vorbandes zu einem Warmband sinkt die Temperatur des Warmbandes nochmals auf ca. 780°C. Die sich daran anschließende Kühlstrecke senkt die Temperatur des Warmbandes zunächst schnell auf 500°C und dann mit einer geringeren Abkühlgeschwindigkeit auf die Raumtemperatur. In einem sich daran anschließenden Ofen wird das Warmband bei einer Temperatur von 700°C rekristallisierend geglüht.

**[0037]** **Fig. 3** zeigt beispielhaft die Veränderung der Gefügeanteile im Bereich der Fertigwalzgerüste einer Walzstraße. Die Bramme wird in einem Temperaturbereich zu einem Vorband gewalzt bei dem eine nahezu vollständiges austenitisches Gefüge vorliegt. In einem kombinierten Ausgleichs- und Abkühlaggregat wird die Temperatur des Vorbandes vor dem ersten Anstich in der Fertigstraße soweit abgesenkt, dass die Umwandlung des Austenits zu Ferrit schon vor dem ersten Walzgerüst F1 beginnt. Der Anteil an Ferrit steigt dazu entsprechend an.

**[0038]** Die Temperatur des Warmbandes sinkt im Verlaufe der Fertigstraße von dem Walzgerüst F1 zum Walzgerüst F6 ab, so dass sich die Umwandlung von Austenit zu Ferrit beschleunigt. Ab dem Walzgerüst

F4 wird zusätzlich ein geringer Anteil von Perlit gebildet.

#### Bezugszeichenliste

- 1** Stranggießanlage
- 2** Erstes Temperaturstellglied, Ofen mit teilweiser induktiver Heizung und Wärmedämmeinrichtung
- 3** Vorwalzstraße mit Walzgerüsten R1, R2
- 4** Zweites Temperaturstellglied, Ofen mit teilweiser induktiver Heizung und Wärmedämmeinrichtung
- 5** Fertigwalzstraße mit Walzgerüsten F1 bis F7
- 6** Kühlstrecke
- 7** Haspel
- 8** Prozesssteuerung, inkl. Materialverfolgung und Temperatureinstellung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19613718 C1 [0005]
- WO 2011/138159 A1 [0005]
- KR 2001004857 [0005]
- CN 107597844 A [0006]
- CN 108994081 A [0006]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes mittels einer Gießwalzanlage, aufweisend zumindest die Aggregate:

- eine Stranggießanlage (1),
- ein erstes Temperaturstellglied (2), insbesondere einen Ofen,
- eine Vorwalzstraße (3), vorzugsweise aufweisend 2- 4 Vorwalzgerüste,
- ein zweites Temperaturstellglied (4) zum Heizen und / oder Kühlen, vorzugsweise einen Ofen, eine induktive Heizung und / oder eine Transferbarkühlung, bevorzugt stromabwärts der Vorbandstraße
- eine Fertigwalzstraße (5), vorzugsweise aufweisend 5 - 8 Fertigwalzgerüste,
- eine Kühlstrecke (6), vorzugsweise mit einer Kühlung, die direkt nach dem letzten Walzstich beginnt,
- eine Haspel (7) zum Aufwickeln des Warmbandes zu einem Coil und bei dem zumindest die folgenden Verfahrensschritte ablaufen:
  - Stranggießen einer Bramme mittels der Stranggießanlage (1),
  - Aufheizen oder Halten der Bramme auf Walztemperatur
  - Vorwalzen der Bramme zu einem Vorband in einem austenitischen Temperaturbereich des Brammenwerkstoffs in der Vorwalzstraße (3),
  - Einstellen einer Temperatur des Vorbandes mittels des zweiten Temperaturstellgliedes (3) im Bereich zwischen Vor- und Fertigwalzstraße (3,5), die eine Umwandlung von Austenit zu Ferrit auslöst,
  - Walzen des zumindest teilweise aus einem ferritischen Gefüge bestehenden Vorbandes in der Fertigwalzstraße (5) zu einem Warmband, vorzugsweise unterhalb einer Temperatur des Vorbandes von 800°C,
  - direktes Kühlen des Warmbandes auf eine Temperatur unterhalb der Rekristallisationstemperatur des Werkstoffes,
  - kristallisierendes Glühen des Warmbandes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Temperatur des Vorbandes eingestellt wird, bei der die Umwandlung von Austenit zu Ferrit innerhalb der Fertigwalzstraße (5), vorzugsweise nach dem 2. Gerüst der Fertigwalzstraße, erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Warmband bei der Warmumformung in der Fertigwalzstraße (5) mehr als 50 %, bevorzugt mehr als 65 %, noch mehr bevorzugt mehr als 80 %, Ferrit im Gefüge aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bramme mit einer Gießdicke von 100 mm bis 150 mm, vorzugsweise von 120 mm 140 mm vergossen wird.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorband auf eine Dicke von 25 mm bis 100 mm gewalzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das fertige Warmband eine Dicke von 0,5 mm bis 3,2 mm aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Endwalztemperatur 650 °C bis 800 °C in der Fertigwalzstraße (5) beträgt.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens 30 % bis 60% der Umformung, insbesondere Dickenreduktion, in der Fertigwalzstraße (5) im Bereich unterhalb 750°C erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kühlung des Warmbandes nach dem letzten Abnahmestich von Endwalztemperatur auf eine Temperatur  $\leq 450^{\circ}\text{C}$  innerhalb von 2 s erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haspeltemperatur des Warmbandes 200 °C bis 450 °C, vorzugsweise 200 °C bis 400°C, beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brammenwerkstoff die chemische Analyse in Gew.-%: C < 0.08%, Si < 0.1%, Mn < 1%, Nb < 0,1%, Ti < 0,1%, C, Cr, Ni jeweils < 0,5%, V < 0,1%, Rest Eisen, vorzugsweise ggf. andere Elemente, sowie nicht vermeidbare Verunreinigungen im Bereich der üblichen Gehalte, wie sie bei der Stahlherstellung anfallen, aufweist.

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießwalzanlage zusätzlich zumindest eines der Aggregate
 

- Zwischengerüstkühlungen
- Scheren
- Zunderwäscher aufweist.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ausgleichen der Brammentemperatur vor dem ersten Anstich in einem Ofen nach dem Stranggießen erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Warmband, vorzugsweise vor und / oder nach der Warmumformung, gebeizt wird.

15. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein mit einer Steuerung oder Regelung (8) der Gießwalzanlage oder eines der Aggregate der Gießwalzanlage verbundenes Prozessmodell die Temperaturführung bestimmt und an die Steuerung oder Regelung der Gießwalzanlage bzw. die Aggregate der Gießwalzanlage übergibt.

16. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Temperatur des Vorbandes eingestellt wird, bei der die Umwandlung von Austenit zu Ferrit innerhalb der Fertigwalzstraße (5), vorzugsweise nach dem 2. Gerüst der Fertigwalzstraße (5), erfolgt.

17. Verfahren zum Herstellen eines Kaltbandes aus einem Warmband welches durch ein Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 16 hergestellt wurde, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- nach der Warmumformung das Warmband kalt gewalzt wird; und
- die Dickenabnahme beim Kaltwalzen  $\leq 70\%$  beträgt.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor einem rekristallisierenden Glühen ein weiterer Kaltwalzstich, vorzugsweise ein Dressierstich mit einer Dickenreduktion von  $\leq 5\%$ , erfolgt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

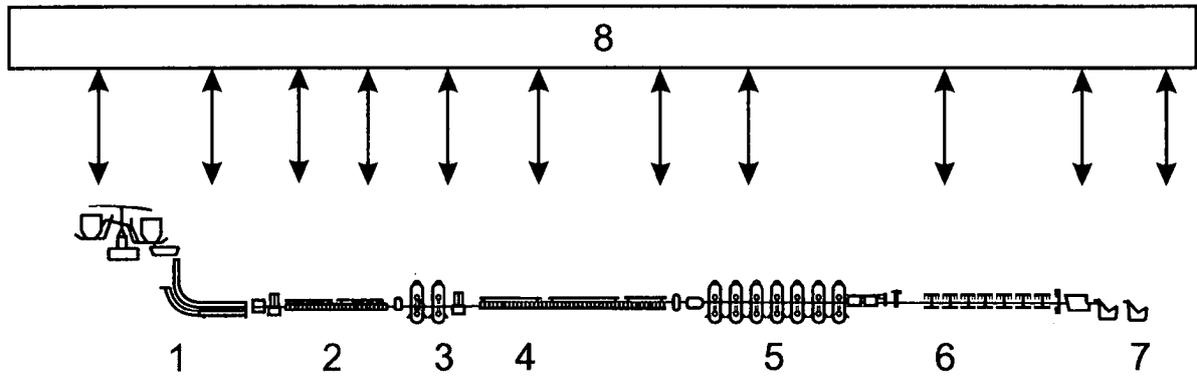


Fig. 1

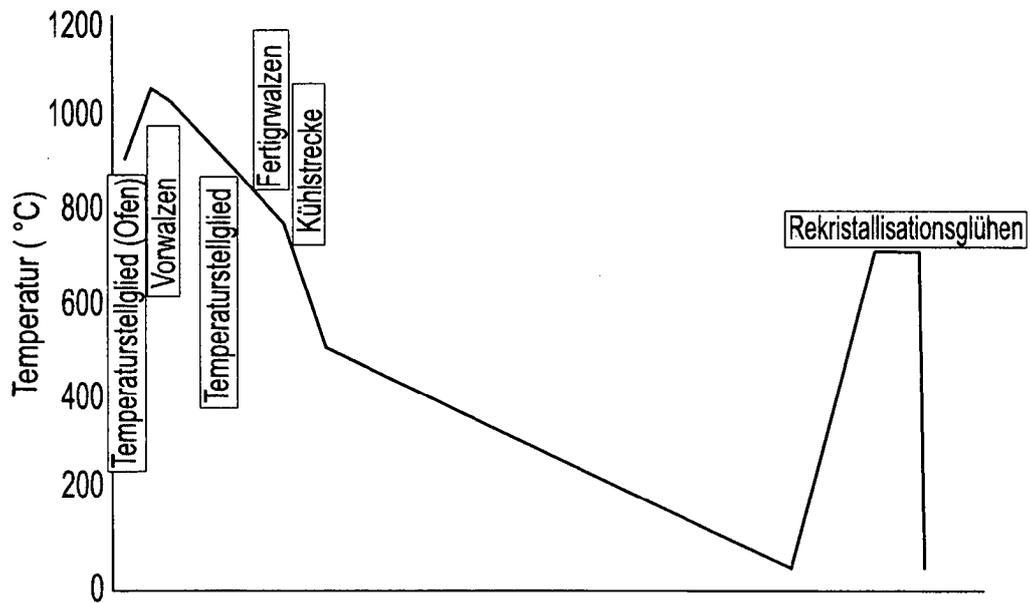


Fig. 2

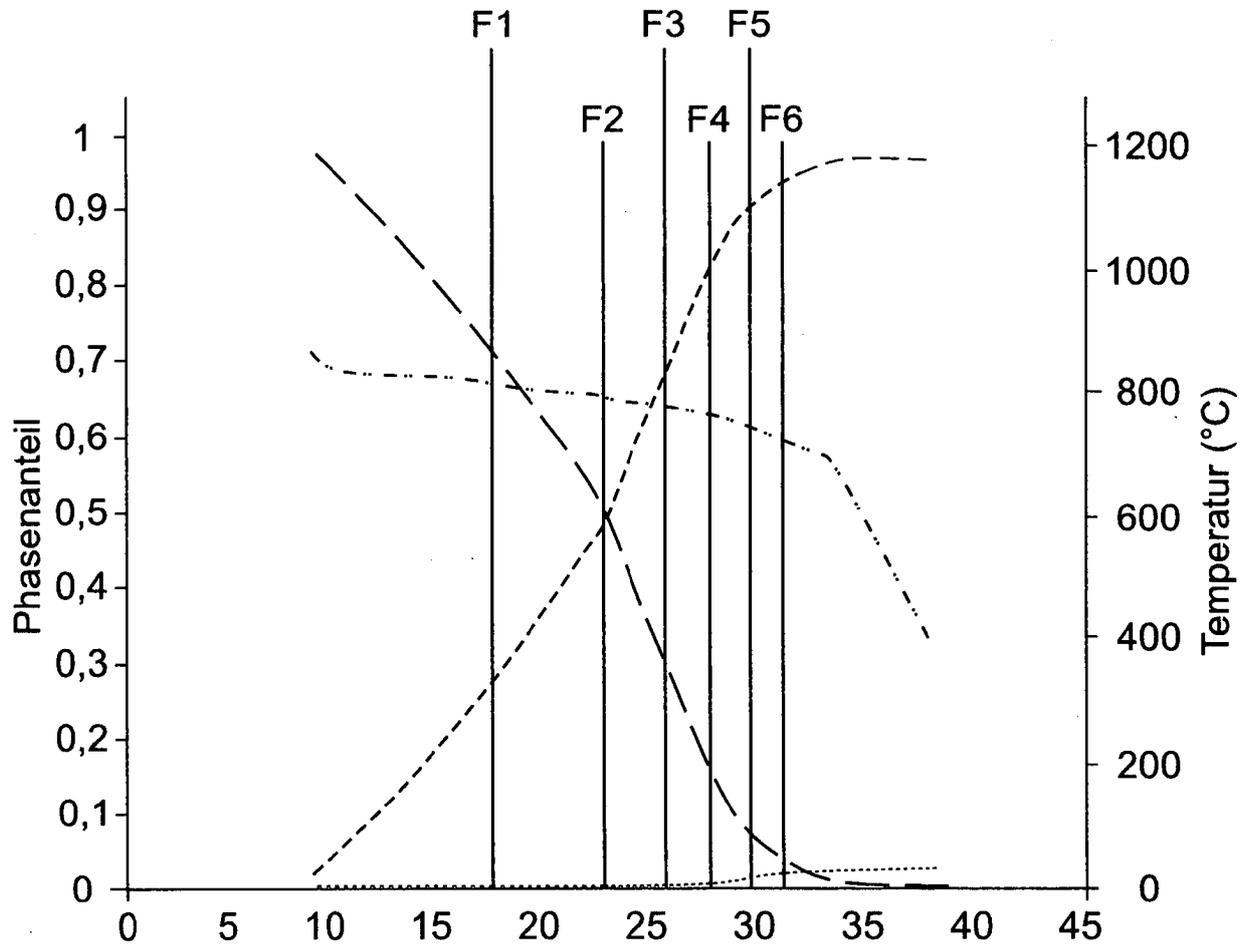


Fig. 3

- — Austenit
- - - - Ferrit
- ..... Perlit
- Umformung
- · - · - Temperatur