(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 060 358 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(21) Anmeldenummer: **14766186.2**

(22) Anmeldetag: **16.09.2014**

(51) Int Cl.:
B21B 3/00 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/069724

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/058902 (30.04.2015 Gazette 2015/17)

(54) ALUMINIUM-WARMBANDWALZSTRASSE UND VERFAHREN ZUM WARMWALZEN EINES ALUMINIUM-WARMBANDES

ALUMINUM HOT STRIP ROLLING TRAIN AND METHOD FOR HOT ROLLING AN ALUMINUM HOT STRIP

TRAIN DE LAMINAGE À CHAUD DE BANDES D'ALUMINIUM ET PROCÉDÉ DE LAMINAGE À CHAUD D'UNE BANDE D'ALUMINIUM

(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

(30) Priorität: **25.10.2013 DE 102013221710**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **BREUER, Michael**
57271 Hilchenbach (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 233 219
DE-A1- 10 349 950
JP-A- S60 170 521

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 060 358 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf eine Aluminium-Warmbandwalzstraße umfassend eine mehrgerüstige Tandem-Fertigwalzstraße mit mindestens einer in Walzrichtung nachgeschalteten Aufrollhaspel und mindestens einer zugeordneten Kühlstrecke.
Weiterhin richtet sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Warmwalzen eines Aluminium-Warmbandes aus einer AlMgSi-Legierung der AA6xxx-Gruppe in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße sowie ein Verfahren zum Warmwalzen eines Aluminium-Warmbandes aus einer AlMg-Legierung der AA5xxx-Gruppe in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße. Schließlich richtet sich die Erfindung auf die Verwendung eines nach einem der Verfahren hergestellten Aluminium-Warmbandes.

[0002] Bei den heutzutage für das Warmwalzen von Aluminiumlegierungen eingesetzten Tandem-Walzwerken handelt es sich um Universalwalzwerke, auf welchen alle walzbaren Qualitäten von Aluminiumlegierungen der Gruppen AA1xxx, AA2xxx, AA3xxx, AA5xxx, AA6xxx, AA7xxx, und AA8xxx (Aluminiumlegierungen nach DIN EN 573-3 und DIN EN 573-4) walzbar und mit den gewünschten Endabmessungen herstellbar sind.
Diese Aluminium-Tandemwarmwalzwerke werden kompakt ausgeführt mit einem Gerüstabstand zwischen 4 m und 6 m. Bei größeren Gerüstabständen wächst die Gefahr, dass durch seitliches Verlaufen das Band nicht mehr zentrisch in das Folgegerüst einläuft. Bei kleineren Abständen werden die zum Walzen notwendigen Einrichtungen wie z.B. Zugmessrolle und Überleittische nicht mehr zugänglich, z.B. für Wartungszwecke.
Weiter können mit diesen kompakten Tandemwalzstraßen alle Aluminium-Qualitäten bearbeitet werden, auch solche, bei den das Erzielen einer Haspeltemperatur von oberhalb 300°C aufgrund ihrer geringen Umformfestigkeit und damit geringen Aufnahme von Umformwärme sehr hohe Walzgeschwindigkeiten und/oder größere Enddicken erforderlich machen.

[0003] Diese kompakten Tandem-Warmwalzwerke weisen heute keine Kühleinrichtungen auf, die die Temperatur des Bandes während der Bearbeitung beeinflussen können. Die Einstellung der Endwalztemperatur erfolgt mit der Regelung der Walzgeschwindigkeit. Die Haspeltemperatur entspricht der Endwalztemperatur reduziert um die durch freie Konvektion vorliegende Abkühlung von wenigen Kelvin zwischen letzten Gerüst und Haspeleinrichtung. Eine gezielte Beeinflussung des Temperatur-Zeit-Pfades in der Tandemwalzstraße und / oder eine unabhängige Einstellung von Endwalz- und Haspeltemperatur ist nicht möglich.

[0004] Aufgrund der beim Warmwalzen von Aluminium temperaturabhängig auftretenden Rekristallisationsvorgänge und Diffusionsvorgänge sind die mit den aus dem Stand der Technik bekannten Aluminium-Tandem-Fertigwalzstraßen erzeugbaren Werkstoffeigenschaften von warmgewalzten Aluminiumlegierungen oder Aluminiumbändern begrenzt. Die bei den jeweiligen Walzgeschwindigkeiten erzielbaren Abkühlungskurven oder Temperatur-Zeit-Pfade sind begrenzt.

[0005] So ist aus der DE 44 45 072 A1 eine Aluminium-Warmbandwalzstraße bekannt, die einlaufseitig vor einer mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße eine zugeordnete Kühlstrecke aufweist, mit dem Ziel, das einlaufende Aluminiumband über seine gesamten Länge mit einer konstanten Temperatur in die Tandem-Fertigwalzstraße einlaufen zu lassen. Der sich dann in der Tandem-Fertigwalzstraße einstellende Temperatur-Zeit-Pfad und damit die Abkühlkurve des Aluminiumwarmbandes sind damit festgelegt und nicht mehr unabhängig von dem Ergebnis der einlaufseitigen Kühlung einstellbar oder regulierbar.

[0006] Eine Aluminium-Warmbandwalzstraße ist auch aus der DE 20 2011 050 449 U1 bekannt. Dieses Dokument offenbart eine Aluminium-Warmbandwalzstraße mit einer zweigeteilten Tandem-Fertigwalzstraße, wobei zwischen den beiden Teilen der Tandem-Fertigwalzstraße eine Kühlstrecke ausgebildet ist. Diese Kühlstrecke ist wirksamer als eine im Einlaufbereich einer Tandem-Fertigwalzstraße angeordnete Kühlstrecke, da nach dem Durchlaufen eines Teiles der Tandem-Gerüste die Aluminiumwarmbanddicke geringer ist und sich verglichen mit der Einlauftemperatur gegebenenfalls eine niedrigere Warmbandtemperatur bei Erreichen dieser Kühlstrecke eingestellt hat. Außerdem ist es mit dieser Anlage möglich, in den ersten Tandem-Fertiggerüsten größere Dickenabnahmen als bei Walzwerken mit Kühlstrecke im Einlaufbereich durchzuführen, da die sich bei der stärkeren Verformung einstellende Temperaturerhöhung durch die Kühlstrecke vor Eintritt in den zweiten Teil der Tandem-Fertigwalzstraße wieder heruntergekühlt werden kann.
Nachteilig ist bei dieser Anlagenkonfiguration, dass durch den großen erforderlichen Gerüstabstand zum einen mehr Bauraum benötigt wird und zum anderen der Produktionsprozess instabil wird aufgrund der Gefahr des seitlichen Verlaufens des Bandes während des Ein- und Ausfädelns und weiter für Qualitäten, bei denen keine Kühlung erforderlich ist, wie z.B. weichen A1xxx oder A3xxx Qualitäten, die Prozessführung bzgl. der Temperaturführung sehr stark eingeschränkt wird. Speziell bei den genannten Qualitäten ist es günstig, eine Haspeltemperatur oberhalb von 300°C zu erzielen, um Rekristallisationsvorgänge im Bund zu erwirken und somit den Kraft- und Arbeitsbedarf im nachfolgenden Kaltwalzprozess zu reduzieren. Der große Abstand der beiden Tandemfertigstraßenteile führt hier zu einer ungewollten, unbeeinflussbaren Temperaturreduzierung. Eine gattungsgemäße Aluminium-Warmbandwalzstraße ist aus der DE10349950 A1 bekannt. Mit den aus dem Stand der Technik bekannten Tandem-Fertigwalzstraße ist es aber nicht möglich, gezielte Temperaturführungen in der Tandem-Fertigwalzstraße derart einzustellen, dass gezielt auf den sich beim Durchlauf durch die Tandem-Fertigwalzstraße einstellenden Abkühlungsvorgang des Aluminiumwarmbandes eingewirkt und damit auf die jeweils

temperaturabhängig in dem gewalzten Aluminiumwarmband ablaufenden Rekristallisationsvorgänge und/oder Diffusionsvorgänge Einfluss genommen werden könnte. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, in verbesserter Art und Weise Abkühlkurven und Temperatur-Zeit-Pfade beim Aluminiumwarmbandwalzen in einer Tandem-Fertigwalzstraße im Walzgut einzustellen.

Auch soll weiterhin eine Lösung geschaffen werden, die es ermöglicht, die bisher notwendigen Ruhephasen des Materials vor einer Weiterverarbeitung oder Weiterbearbeitung zu vermeiden oder zu reduzieren, die Fertigungszeit zu verkürzen und damit die Ausbringung erhöhen bei gleichzeitiger kompakter Bauform durch geringen Gerüstabstand, sowie eine getrennte Einstellung von Walz- und Haspeltemperatur. Die Aufgabe wird durch eine Aluminium-Warmbandwalzstraße gemäß Anspruch 1 gelöst. Durch die Erfindung ist es möglich, auf vielfältige Art und Weise auf den Abkühlvorgang der in einer Tandem-Fertigwalzstraße gewalzten und anschließend aufgehaspelten Aluminiumlegierung oder des aus dieser Legierung bestehenden Aluminiumwarmbandes einzugehen. Unterstützt wird dies durch den Einsatz von mind. einer Besäumschere.

[0007] Im Auslaufbereich der Tandemwalzstraßen kann eine Besäumschere angeordnet sein. Dies ist vorteilhaft, um die Prozessbedingt entstehenden unregelmäßigen Warmbandkanten, die mit Rissen behaftet sein können, zu entfernen und somit eine gleichmäßige Bandkante zu erzeugen. Diese Scheren sind einstellbar und entfernen ca. 2 bis zu 150 mm der Bandkante. Durch die so definierten Bandkanten können Vorkehrungen entfallen, um die sich aus dem Walzprozess ergebenden Temperaturgradienten an der Bandkante zu berücksichtigen. Mögliche Unplanheiten im Bereich der Bandkanten können so vermieden werden, die sich durch eine Kühlung i.d.R. verstärken würden. Weiter ist die breitenabhängige Einstellung der Kühlvorrichtung durch die sichere Kenntnis der besäumten Bandbreite in einfacher Art und Weise möglich.

[0008] Unter Zwischengerüstkühlung im Sinne der Erfindung wird eine Kühleinrichtung angeordnet zwischen zwei Walzgerüsten der Tandemwalzstraße verstanden. Diese können z.B. eine Kühlmittelmenge von etwa 500 l/min bis zu 15000 l/min auf das Band aufbringen. Diese großen Mengen sind erforderlich, um eine geeignete Abkühlung im Band zu erzielen.

Unter Kühlstrecke im Sinne der Erfindung wird eine Kühleinrichtung angeordnet zwischen dem letzten Walzgerüst der Tandemwalzstraße und der Haspeleinrichtung verstanden. Diese können eine Kühlmittelmenge von etwa 2000 l/min bis zu 50000 l/min auf das Band aufbringen. Diese großen Mengen sind erforderlich, um eine geeignete Abkühlung im Band zu erzielen.

[0009] Mit der Zwischengerüstkühlung ist es möglich, gezielt die Temperaturen während der Umformung und die Endwalztemperatur einzustellen. Mit der im Auslauf der Aluminium-Warmbandwalzstraße und insbesondere im Auslauf der mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße angeordneten Kühlstrecke ist es möglich, noch gezielt die Haspeltemperatur einzustellen. Hierbei wird unter der Endwalztemperatur die Temperatur verstanden, mit der das Aluminiumwarmband beim letzten Walzstich aus der Tandem-Fertigwalzstraße austritt und unter der Haspeltemperatur wird die Temperatur verstanden, mit der das gewalzte Aluminiumwarmband auf die Aufrollhaspel aufgerollt oder aufgewickelt wird.

[0010] Dadurch ist es möglich, sowohl im Temperaturbereich der Rekristallisation von 300 °C bis 370 °C als auch im Bereich der Diffusionsvorgänge im Temperaturbereich von 230 °C bis 260 °C gezielt auf den Abkühlvorgang und damit die sich bildende Gefügestruktur Einfluss zu nehmen.

So lässt sich z.B. bei AA6xxx-Qualitäten eine Warmumformung im Bereich der Rekristallisation im Temperaturbereich zwischen 300 °C bis 370 °C durchführen, um eine möglichst gleichmäßige, von einer guten Kornfeinung geprägte Gefügestruktur zu erhalten, wobei gleichzeitig die Haspeltemperatur materialabhängig auf eine Temperatur im Bereich von unterhalb 200 °C bis unterhalb 250 °C eingestellt werden kann, um den Ablauf von Diffusionsvorgängen zu unterbinden oder deutlich zu verlangsamen und damit die Bildung von groben Ausscheidungen durch Diffusionsvorgänge beim Aufhaspeln oder beim Abkühlen des Aluminium-Warmbandes auf der Aufrollhaspel zu verhindern. Die genaue, legierungsabhängige Einstellung der Haspeltemperatur ist insoweit wesentlich, als dass eine Temperatur eingestellt wird, bei der Diffusionsvorgänge nicht mehr oder nur noch stark verlangsamt stattfinden. Mit der Erfindung ist es also möglich, eine Vielzahl an Aluminiumlegierungen ohne Einbußen in der Produktionsleistung mit einer Endwalztemperatur im Bereich von 300 °C bis 370 °C zu walzen und legierungsabhängig eine niedrige Haspeltemperatur im Bereich von < 200 °C bis < 250 °C mittels der im Auslaufbereich der Aluminium-Warmbandwalzstraße angeordneten Kühlstrecke zu erzielen.

Die Absenkung der Endwalztemperatur auf den Bereich von 300 °C bis 370 °C wird durch die Zwischengerüstkühlungen erreicht, die es ermöglichen, das Aluminiumwarmband gezielt abzukühlen und/oder die in Wärme umgesetzte Walzarbeit der Tandemgerüste der Fertigstraße aus dem Bund wieder herauszukühlen. Dank der Zwischengerüstkühlungen kann je Stich in Walzrichtung hinter jedem Tandemgerüst der Tandem-Fertigwalzstraße eine gewünschte Temperatur eingestellt werden, so dass das Aluminiumwarmband einer größeren Anzahl an Stichen bei niedrigeren Temperaturen als beim Stand der Technik unterworfen werden kann. Hierdurch lässt sich die Produktionsleistung einer mit einer solchen Tandem-Fertigwalzstraße ausgerüsteten, insbesondere nachgerüsteten, Aluminium-Warmbandwalzstraße erhöhen.

[0011] Das Verbleiben von wasserhaltigen Materialien auf dem Aluminiumband während des Wickelns auf der Aufrollhaspel führt zu einem Korrosionsangriff und zu

Oberflächenverfärbungen. Da Aluminiumband nicht gebeizt wird, verbleiben diese Oberflächendefekte und führen ebenfalls zu Qualitätseinbußen oder Ausschuss, falls diesem Vorgang nicht mit Hilfe einer Bandtrocknung entgegengetreten wird. Die Erfindung zeichnet sich daher in vorteilhafter Ausgestaltung dadurch aus, dass in Walzrichtung hinter der Kühlstrecke und vor der Aufrollhaspel eine Bandtrocknung angeordnet ist, die eine Trocknungseinrichtung und/oder Kühlmediumabführeinrichtungen umfasst. Da aufgrund der sich durch die Kühlstrecke bei deren Betrieb einstellenden niedrigen Aluminiumbandtemperaturen das Aluminiumwarmwalzband nicht mehr durch seine Eigenwärme vollständig abtrocknen kann, ist die Installation einer Bandtrocknung hinter der Kühlstrecke und vor der Aufrollhaspel vorteilhaft.

[0012] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich diese weiterhin dadurch aus, dass die Kühlstrecke und die Zwischengerüstkühlung als laminare Bandkühlung oder als Spritzkühlung ausgebildet sind. Hierdurch lassen sich in vorteilhafter Weise gute Kühlergebnisse im Temperaturbereich von ca. 300 °C und niedrigeren Temperaturen erreichen, in welchem Bereich sich bei den höheren Temperaturen das Übergangssieden und bei den niedrigeren Temperaturen das Blasensieden einstellen. Dieser Bereich ist durch eine besonders starke temperaturabhängige Änderung des Wärmeübergangskoeffizienten gekennzeichnet ist, dessen Wert ausgehend von einem sich bei ca. 300 °C einstellenden Wert bis zu einer Temperatur von ca. 250 °C stark ansteigt und danach bis in den Bereich von ca. 200 °C wieder stark abfällt.

[0013] In weiterer Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, dass die Aluminium-Warmbandwalzstraße eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung aufweist, die die Walzgerüste und die Kühlstrecke sowie die mindestens eine Zwischengerüstkühlung unabhängig voneinander steuert und die Walzgeschwindigkeit, die Zwischengerüstkühlung, die Endwalztemperatur und die Haspeltemperatur an den jeweiligen Aluminium-Warmbandwerkstoff angepasst und insbesondere unabhängig voneinander einstellt und einregelt.

[0014] Eine besonders vorteilhafte Kühlwirkung üben Walzemulsionen oder demineralisiertes Wasser auf das Aluminiumwarmband aus, so dass die Erfindung weiterhin vorsieht, dass die Kühlstrecke und die Zwischengerüstkühlungen mit einer Walzemulsion oder demineralisiertem Wasser als Kühlmedium beaufschlagt werden.

[0015] Auch zeichnet sich die erfindungsgemäße Aluminium-Warmbandwalzstraße in vorteilhafter Weise noch dadurch aus, dass im Einlaufbereich der Tandem-Fertigwalzstraße ein Vorbandkühler angeordnet ist. Dadurch ist es möglich, auch auf das in die Tandem-Fertigwalzstraße einlaufende Aluminiumwarmband bereits eine Abkühlwirkung gezielt auszuüben.

[0016] Da sich der Wärmeübergangskoeffizient wie vorstehend dargelegt im Temperaturbereich des Übergangssiedens und des Blasensiedens stark temperaturabhängig ändert, ist es zweckmäßig, dies in einem in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung hinterlegten technischen Prozessmodell abzubilden. Die Erfindung zeichnet sich daher weiterhin dadurch aus, dass in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung ein Prozessmodell hinterlegt und abgebildet ist, das die Veränderungen des Wärmeübergangskoeffizienten während der Abkühlung des Aluminiumwarmbandes berücksichtigt und das in die Steuer- und/oder Regelvorgänge der Aluminium-Warmbandwalzstraße, insbesondere der Tandem-Fertigwalzstraße mit Vorbandkühler und/oder Zwischengerüstkühlungen und/oder Kühlstrecke und/oder Bandtrocknung, eingebunden ist.

[0017] Um die Temperatur des jeweils zu walzenden Aluminiumwarmbandes angemessen zu berücksichtigen und stichabhängig beeinflussen zu können, ist es weiterhin von Vorteil, dass in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung ein Prozessmodell hinterlegt und abgebildet ist, das die Rückwirkung des jeweiligen Temperaturniveaus des Aluminiumwarmbandes während der einzelnen Stiche in den Gerüsten der Tandem-Fertigwalzstraße auf die Reibung zwischen den jeweiligen Walzen und dem jeweiligen Aluminiumwarmbandmaterial berücksichtig und das in die Steuer- und/oder Regelungsvorgänge der Aluminium-Warmbandwalzstraße, insbesondere der Tandem-Fertigwalzstraße mit Vorbandkühler und/oder Zwischengerüstkühlungen und/oder Kühlstrecke und/oder Bandtrocknung, eingebunden ist, was die Erfindung ebenfalls vorsieht.

[0018] Mit der erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße ist es aufgrund der verschiedenen unabhängig voneinander ansteuerbaren und aktivierbaren Einrichtungen der mindestens einen Kühlstrecke, der Zwischengerüstkühlungen und gegebenenfalls der Vorbandkühlung möglich, unabhängig voneinander und auch unabhängig von der jeweils eingestellten und ebenfalls von den Kühlungen unabhängig regelbaren Walzgeschwindigkeit(en) Abkühlkurven im Sinne von speziellen, gewünschten Temperatur-Zeit-Pfaden bei der Aluminiumwarmbanderzeugung legierungsabhängig gezielt einzustellen.

Es lassen sich für sogenannte HT-Qualitäten (durch Wärmebehandlung härtbare Legierungen) besonders fein verteilte Ausscheidungen mit günstigen mechanischen Eigenschaften der Endprodukte herstellen.

Ebenso lässt sich bei der Herstellung von NHT-Qualitäten (nicht härtbaren Legierungen) der Temperaturbereich der letzten Umformung, d.h. beim letzten Stich in der Tandem-Fertigwalzstraße, ohne Einbuße in der Produktionsleistung soweit absenken, dass eine Kaltverformung im Material ohne Rekristallisation bei der nachfolgenden Aufhaspelung und der Abkühlung des auf der Aufrollhaspel entstehenden Bundes verbleibt, wodurch die Festigkeit eines solchen Aluminiumwarmbandes gegenüber nach dem Stand der Technik hergestellten deutlich gesteigert werden kann. Mit der erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße können auf diese Art und Weise für AA5xxx-Legierungen H2- oder sogar H3-Qualitäten gefertigt werden, ohne den sonst notwendi-

gen zusätzlichen Schritt des Kaltwalzens.

[0019] Die vorstehende Aufgabe wird ebenso gelöst durch ein Verfahren zum Warmwalzen eines Aluminiumwarmbandes aus einer AlMgSi-Legierung der AA6xxx-Gruppe in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße, umfassen die Schritte

- Erwärmen eines Aluminiumlegierungsblockes bestehend aus einer AlMgSi-Legierung der AA6xxx-Gruppe auf eine Temperatur von 490 °C bis 570 °C,
- Vorwalzen des Aluminiumlegierungsblockes zu einem Aluminium-Warmband mit einer Dicke von 20 mm bis 50 mm in einer Vorstraße der Aluminium-Warmbandwalzstraße in einem Temperaturbereich oberhalb von 400 °C,
- Walzen des Aluminium-Warmbandes in einer mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße der Aluminium-Warmbandwalzstraße mit aktivierten Zwischenkühlungen zwischen den Tandemgerüsten der Fertigwalzstraße derart, dass während der letzten zwei Walzstiche in einem Temperaturbereich zwischen 300 °C und 370 °C eine Umformrate zwischen 30 % und 50 % und eine gewünschten Warmbanddicke zwischen 2 mm und 6 mm erreicht wird,
- Besäumen des Warmbandes und
- Abkühlung des Aluminium-Warmbandes im Auslauf der Aluminium-Warmbandwalzstraße mittels einer Kühlstrecke auf eine Haspeltemperatur von < 250 °C, vorzugsweise von 150 °C bis 230 °C,

wobei der Prozess des Fertigwalzens in einem Zeitraum von < 60 s durchgeführt wird.

[0020] Für andere Aluminiumknetlegierungen, wie z. B. auch aus den Gruppen AA2xxx oder AA7xxx, sind die jeweiligen spezifischen Werte einzusetzen.

[0021] Hierdurch lässt sich zum Beispiel ein Aluminiumwalzprodukt oder Aluminiumwarmband erzeugen, das insbesondere in der Automobilindustrie benötigte Werkstoffeigenschaften aufweist und das nach einer Wärmebehandlung im T4-Zustand ein großes Umformvermögen aufweist, ohne oder nur in geringem Maße zur Zeilenrilligkeit (Roping) zu neigen, und das im T6-Zustand, der in der Regel durch eine Erwärmung nach dem Lackieren (Einbrand-Lackieren) erreicht wird, eine weitere Festigkeitssteigerung erfährt. Hierbei beziehen sich die Bezeichnungen T4 und T6 auf die Schlüssel für die Wärmebehandlung nach DIN EN 515.

[0022] Durch die Beschränkung der Prozessdauer des Fertigwalzens für ein Aluminiumwarmbandelement auf einen Zeitraum von < 60 s wird vermieden, dass sich Ausscheidungen bilden.

[0023] Die vorstehende Aufgabe wird beispielsweise ebenso gelöst durch ein Verfahren zum Warmwalzen eines Aluminiumwarmbandes aus einer AlMg-Legierung der AA5xxx-Gruppe, z.B. AA5052, in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße, umfassend die Schritte

- Erwärmen eines Aluminiumlegierungsblockes bestehend aus einer AlMg-Legierung der AA5xxx-Gruppe auf eine Temperatur von 450 °C bis 550 °C,
- Vorwalzen des Aluminiumlegierungsblockes zu einem Aluminium-Warmband mit einer Dicke von 20 mm bis 50 mm in einer Vorstraße der Aluminium-Warmbandwalzstraße in einem Temperaturbereich oberhalb von 400 °C,
- Walzen des Aluminium-Warmbandes in einer mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße der Aluminium-Warmbandwalzstraße mit aktivierten Zwischenkühlungen zwischen den Tandemgerüsten der Fertigwalzstraße derart, dass während der letzten zwei Walzstiche in einem Temperaturbereich zwischen 250 °C und 300 °C eine Umformrate zwischen 30 % und 50 % und eine gewünschten Warmbanddicke zwischen 2 mm und 8 mm erreicht wird,
- Besäumen des Warmbandes und
- Aufhaspeln des Aluminium-Warmbandes mit oder ohne Einsatz der Kühlstrecke, wobei der Prozess des Fertigwalzens eines Bandelementes in einem Zeitraum von < 60 s durchgeführt wird.

[0024] Hierdurch läßt sich ein Aluminium Warmband erzeugen, das schon nach dem Warmwalzen einen Festigkeitswert erreicht, der einer H2 oder H3 Spezifikation entspricht, ohne einen Kaltwalzprozess durchzuführen.

[0025] Die geringe Walzzeit je Bandelement von weniger als 60 s ermöglicht eine Reduzierung des Rekristalisationsvorgangs zwischen den letzten Stichen des Walzprozesses.

[0026] Besonders zweckmäßig lässt sich dieses Verfahren in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße durchführen. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich in Ausgestaltung daher weiterhin dadurch aus, dass es in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der Ansprüche 1 - 8 durchgeführt wird.

[0027] Die Erfindung ermöglicht die vorteilhafte Anwendung der erzeugten Aluminiumwarmbänder, in Bauteilen eines Fahrwerks oder Strukturteils oder eines im Kraftfahrzeug-, Flugzeug-, oder Schienenfahrzeugbau verwendeten Bleches insbesondere als Komponente, Fahrwerksteil, Außen- oder Innenblech im Kraftfahrzeugbau, vorzugsweise als Karosseriebauelement.

[0028] Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 in schematischer Darstellung den Fertigwalzstraßenbereich einer erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße,

Fig. 2 in schematischer Darstellung Einzelheiten der Bandtrocknung der Fertigwalzstraße nach Fig. 1,

Fig.3 den Fertigwalzstraßenbereich einer erfindungsgemäß nachgerüsteten Aluminium-Warmbandwalzstraße,

Fig. 4 in schematischer Darstellung einen mit einer erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße realisierbaren Temperatur-Zeit-Pfad (Abkühlungskurve) im Vergleich zum Stand der Technik,

Fig. 5 in schematischer Darstellung einen in einer viergerüstigen Tandem Fertigwalzstraße einer erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße realisierbaren Temperatur-Zeit-Pfad (Abkühlkurve) ohne im Auslaufbereich aktivierte Kühlstrecke im Vergleich zum Stand der Technik und in

Fig. 6 schematisch eine Prozesssteuerung.

[0029] Die Figur 1 zeigt den Tandem-Fertigwalzstraßenbereich einer erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße mit einer vier Tandemgerüste 1 umfassenden mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße 2, einem Vorbandkühler 3 im Einlaufbereich der Tandem-Fertigwalzstraße 2 und einer zugeordneten Kühlstrecke 4 im Auslaufbereich der Aluminium-Warmbandwalzstraße. Zwischen den einzelnen Tandemwalzgerüsten 1 sind Zwischengerüstkühlungen 5 angeordnet. In Walzrichtung hinter der Tandem-Fertigwalzstraße 2 und vor der Kühlstrecke 4 ist eine Besäumschere 6 angeordnet und in Walzrichtung hinter der Kühlstrecke 4 und vor einer das gewalzte Aluminium-Warmband 7 aufnehmenden Aufrollhaspel 8 ist eine Bandtrocknung 9 angeordnet. Zwischen der Tandem-Fertigwalzstraße 2 und der Besäumschere 6 sind Messgeräte oder Messeinrichtungen 10 angeordnet, mit welchen die Bandtemperatur(en), Bandgeschwindigkeit(en), Bandoberfläche(n) oder ähnliches erfasst werden können. Diese Messgeräte oder Messeinrichtungen 10 stehen in Wirkverbindung mit einer lediglich in Fig. 6 schematisch dargestellten Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11, mit welcher unabhängig voneinander die Tandemwalzgerüste 1, insbesondere die Walzgeschwindigkeit, die Kühlstrecke 4 sowie die Zwischengerüstkühlungen 5 und gewünschtenfalls die Vorbandkühlung 3 sowie die Bandtrocknung 9 gesteuert und geregelt werden können. Die unabhängige Steuerung und Regelung der einzelnen Kühlvorrichtungen besteht beispielsweise darin, dass eine Aktivierung oder Deaktivierung sowie der auf das Aluminium-Warmband 7 abgegebene Kühlmediummassenfluss von Vorbandkühler 3, insbesondere aber Zwischengerüstkühlungen 5 und Kühlstrecke 4, unabhängig voneinander und unabhängig von der Steuerung der Walzgeschwindigkeit erfolgen kann. Damit ist es möglich, unabhängig voneinander die Walzgeschwindigkeit, die Zwischengerüstkühlungen 5, die Endwalztemperatur und die Haspeltemperatur an den jeweils zu walzenden Aluminium-Warmbandwerkstoff aus einer Aluminiumlegierung individuell angepasst und unabhängig voneinander einzustellen und einzuregeln. Die vor der Aufrollhaspel 8 angeordnete Bandtrocknung 9 ermöglicht es, nach dem Durchlauf der Kühlstrecke 4 noch auf der Oberfläche des Aluminium-Warmbandes 7 befindliches Kühlmedium zu entfernen und somit Oberflächenfehlern vorzubeugen. Die Kühlstrecke 4 und die Zwischenkühlungen 5 sind als laminare Bandkühlung oder als Spritzkühlung ausgebildet. Bevorzugtes Kühlmedium sind eine (übliche) Walzemulsion oder demineralisiertes Wasser.

[0030] Der Fig. 2 ist zu entnehmen, dass die Bandtrocknung 9 Trocknungseinrichtungen und Kühlmediumabführeinrichtungen in Form eines Fängers mit Gegenabspritzung 12, einer Gegenabspritzung 13, sogenannten Air Knifes 14 und einer Absaugung 15 aufweist.

[0031] Der Fig. 3 ist zu entnehmen, dass auch bestehende Aluminium-Warmbandwalzstraßen ohne weiteres mit der erfindungsgemäßen Kühlmöglichkeit nachgerüstet werden können, wozu es lediglich notwendig ist, den Auslaufbereich gegebenenfalls zu verlängern und eine zunächst vorhandene Aufrollhaspel 8' an die Position der Aufrollhaspel 8 zu versetzen, so dass Platz für die Kühlstrecke 4 und die Bandtrocknung 9 geschaffen wird, oder die Aufrollhaspel 8 zusätzlich zur Aufrollhaspel 8' vorzusehen. Zwischen den Tandemgerüsten 1 der Tandem-Fertigwalzstraße 2 werden die Zwischenkühlungen 5 nachgerüstet und gewünschtenfalls wird einlaufseitig der Vorbandkühler 3 angeordnet.

[0032] Den in der Fig. 4 dargestellten Abkühlkurven oder Temperatur-Zeit-Pfaden ist zu entnehmen, dass mit der Erfindung im Bereich der mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße 2 der erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße eine deutlich schneller Abkühlung - und auch temperaturabhängig gezielt erfolgende - Abkühlung des Aluminium-Warmbandes 7 möglich ist. Während die Abkühlung in einer erfindungsgemäß ausgestatteten Tandem-Fertigwalzstraße 2 innerhalb einer Minute oder innerhalb von 60 s und dies zudem auf eine deutlich tiefere Temperatur möglich ist, lässt sich dies bei Anlagen nach dem Stand der Technik nicht erreichen. Der Fig. 4 ist zu entnehmen, dass ein Aluminium-Warmband 7 nach dem Vorwalzen in der Vorwalzstraße der Aluminium-Warmbandwalzstraße sich bei aktiviertem Vorbandkühler 3, aktivierten Zwischengerüstkühlungen 5 und aktivierter Kühlstrecke 4 zunächst deutlich schneller auf die Endwalztemperatur im Bereich zwischen 300 °C und 360 °C auswalzen und dann auf die Haspeltemperatur im Bereich von < 200 °C bis < 250 °C abkühlen lässt, bevor das Aluminium-Warmband 7 auf die Aufrollhaspel 8 aufgewickelt und dort der weiteren Abkühlung überlassen wird.

[0033] In Fig. 5 ist nochmals der Effekt der Zwischenkühlungen 5 in der viergerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße 2 dargestellt, wobei auf die Aktivierung und die Einwirkung der Kühlstrecke 4 im Auslaufbereich auf den Temperatur-Zeit-Pfad vor dem Aufwickeln des Aluminium-Warmbandes 7 auf die Aufrollhaspel 8 und dem Abkühlen im Bund verzichtet wird. Der Verlauf der Abkühlkurve oder des Temperatur-Zeit-Pfades ohne Zwischengerüstkühlung ist als durchgezogene Linie dargestellt und die Abkühlkurve bzw. der Temperatur-Zeit-Pfad mit

aktivierter Zwischengerüstkühlung ist als gestrichelte Linie dargestellt. Aus den Fig. 4 und 5 ist ersichtlich, wie sich der Abkühlprozess des zu walzenden und gewalzten Aluminium-Warmbandes 7 gezielt steuern lässt, so dass je nach gewünschtem Ergebnis in Bezug auf Kornfeinheit legierungsabhängig die einzelnen Kühleinrichtungen 3, 4 und 5 aktiviert genutzt werden können oder deaktiviert ungenutzt bleiben können.

[0034] Die Fig. 6 zeigt schematisch die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11, auf welche die mit den Messgeräten oder Messeinrichtungen 10 ermittelten Messwerte, die das Walzergebnis und den Zustand des Walzprozesses repräsentieren, rückgemeldet bzw. rückgekoppelt werden (Feedback). Diese Meßwerte fließen dann auch in das in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11 hinterlegte technologische Prozessmodell 16 ein. Dieses in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11 hinterlegte und abgebildete technologische Prozessmodell 16 ist derart aufgebaut, dass es die Veränderungen des Wärmeübergangskoeffizienten während der Abkühlung des Aluminium-Warmbandes 7 berücksichtigt und in die Steuer- und/oder Regelvorgänge einbindet. Ebenso berücksichtigt das technologische Prozessmodell 16 die Rückwirkung des jeweiligen Temperaturniveaus des Aluminium-Warmbandes 7 während der einzelnen Stiche in den Tandemgerüsten 1 der Tandem-Fertigwalzstraße 2 auf die Reibung zwischen der Walzemulsion oder den jeweiligen Walzen und das jeweilige Aluminium-Warmbandmaterial und bindet dies in die Steuer- und/oder Regelvorgänge ein. Wie der Fig. 6 zu entnehmen ist, wirkt das technologische Prozessmodell 16 auf die Voreinstellung (Setup) der einzelnen Einrichtungen der Aluminium-Warmbandwalzstraße und insbesondere den hier dargestellten Bereich der Tandem-Fertigwalzstraße 2 mit Vorbandkühler 3, Zwischenkühlungen 5 und zugeordneter Kühlstrecke 4 sowie der Bandtrocknung 9 ein, indem es Regelungs- und/oder Steuerungssignale erzeugt, die dann mittels der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11 den jeweiligen Einrichtungen, wie Tandemgerüsten 1, Vorbandkühler 3, Kühlstrecke 4, Zwischenkühlungen 5 und Bandtrocknung 9, übermittelt werden. Bestandteil der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11 ist ein nicht näher dargestellter Prozessrechner, in dem das technologische Prozessmodell 16 abgelegt ist und der die Einstellung der gewünschten Temperatur-Zeit-Pfade und der Regelungseinrichtung steuert. Die Kühleinrichtungen 3, 4 und 5 können derart ausgelegt sein, dass sie breitenabhängig in Bezug auf das gewalzte Aluminium-Warmband 7 regelbar sind.

[0035] Insbesondere ist es mit der erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße möglich, individuelle, spezielle und ggf. legierungsabhängige Zeitpfade in Bezug auf die Temperatur und/oder die in den Tandemgerüsten 1 eingestellten Umformraten einzustellen und zu fahren, um ein jeweils gewünschtes Ergebnis bezüglich des sich in der jeweiligen Aluminiumlegierung des gewalzten Aluminiumwarmbandes einstellenden Gefüges und der dadurch bestimmten Werkstoffeigenschaft und/oder Festigkeit zu erhalten. Es ist daher möglich, an der erfindungsgemäßen Aluminium-Warmbandwalzstraße unabhängig voneinander eine Steuerung der Umformung, der (Abkühl-)Zeit und der Temperatur ohne Produktionseinbußen durchzuführen. Vielmehr ist sogar eine Produktionssteigerung in Bezug auf vergleichbare Fertigwalzstraßen nach dem Stand der Technik möglich. Für jede einsetzbare Aluminiumlegierung lassen sich solche Bedingungen einstellen, dass die Ausscheidungen im Walzprodukt fein verteilt vorliegen. Hierdurch können deutlich bessere Gleichmaßdehnungswerte erzielt werden. Die Bildung von großen Ausscheidungen kann dadurch verhindert werden, dass nach der Warmumformung das Aluminium-Warmband 7 schnell in einem Temperaturbereich < 200 °C bis < 250 °C gekühlt wird, in dem Diffusionsvorgänge nicht oder nur noch stark verlangsamt stattfinden. Die Zwischengerüstkühlungen 5 sind besonders vorteilhaft einsetzbar, wenn die Rekristallisation bei relativ niedrigen Temperaturen nur noch partiell oder nicht mehr erfolgt und somit durch die verbleibende Deformationsenergie die Aktivierungsenergie für die Rekristallisation im aufgehaspelten Bund auf der Aufrollhaspel 8 kumuliert werden kann.

Patentansprüche

1. Aluminium-Warmbandwalzstraße umfassend eine mehrgerüstige Tandem-Fertigwalzstraße (2) mit mindestens einer in Walzrichtung nachgeschalteten Aufrollhaspel (8) und mindestens einer zugeordneten Kühlstrecke (4), wobei der Tandem-Fertigwalzstraße (2) mindestens eine in Walzrichtung nachgeschaltete Besäumschere (6) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Kühlstrecke (4) im Auslaufbereich der Aluminium-Warmbandwalzstraße angeordnet und zwischen mindestens zwei Walzgerüsten (1) der mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße (2) eine Zwischengerüstkühlung (5) angeordnet ist.

2. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Walzrichtung hinter der Kühlstrecke (4) und vor der Aufrollhaspel (8) eine Bandtrocknung (9) angeordnet ist, die eine Trocknungseinrichtung und/oder Kühlmediumabführeinrichtungen aufweist.

3. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlstrecke (4) und die Zwischengerüstkühlung (5) als laminare Bandkühlung oder als Spritzkühlung ausgebildet sind.

4. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlstrecke (4) und die Zwischenkühlung (5) mit einer Walzemulsion oder de-

mineralisiertem Wasser als Kühlmedium beaufschlagt werden.

5. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminium-Warmbandwalzstraße eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung (11) aufweist, die die Walzgerüste (1) und die Kühlstrecke (4) sowie die Zwischengerüstkühlung (5) unabhängig voneinander steuert und die Walzgeschwindigkeit, die Zwischengerüstkühlung (5), die Endwalztemperatur und die Haspeltemperatur an den jeweiligen Aluminium-Warmbandwerkstoff angepasst und insbesondere unabhängig voneinander einstellt und einregelt.

6. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Einlaufbereich der Tandem-Fertigwalzstraße (2) ein Vorbandkühler (3) angeordnet ist.

7. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung (11) ein Prozessmodell (16) hinterlegt und abgebildet ist, das die Veränderungen des Wärmeübergangskoeffizienten während der Abkühlung des Aluminium-Warmbandes (7) berücksichtigt und das in die Steuerungs- und/oder Regelvorgänge der Aluminium-Warmbandwalzstraße, insbesondere der Tandem-Fertigwalzstraße (2) mit Vorbandkühler (3) und/oder Zwischengerüstkühlung (5) und/oder Kühlstrecke (4) und/oder Bandtrocknung (9), eingebunden ist.

8. Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung (11) ein Prozessmodell (16) hinterlegt und abgebildet ist, das die Rückwirkung des jeweiligen Temperaturniveaus des Aluminium-Warmbandes (7) während der einzelnen Stiche in den Gerüsten (1) der Tandem-Fertigwalzstraße (2) auf die Reibung zwischen der den jeweiligen Walzen und dem jeweiligen Aluminium-Warmbandmaterial berücksichtigt und das in die Steuerungs- und/oder Regelvorgänge der Aluminium-Warmbandwalzstraße, insbesondere der Tandem-Fertigwalzstraße (2) mit Vorbandkühler (3) und/oder Zwischengerüstkühlung (5) und/oder Kühlstrecke (4) und/oder Bandtrocknung (9), eingebunden ist.

9. Verfahren zum Warmwalzen eines Aluminium-Warmbandes (7) aus einer AlMgSi-Legierung der AA6xxx-Gruppe in einer Aluminium-Warmbadwalzstraße umfassend die Schritte

- Erwärmen eines Aluminiumlegierungsblockes aus einer AlMgSi-Legierung der AA6xxx-Gruppe auf eine Temperatur von 490 °C bis 570 °C,
- Vorwalzen des Aluminiumlegierungsblockes zu einem Aluminium-Warmband mit einer Dicke von 20 mm bis 50 mm in einer Vorstraße der Aluminium-Warmbadwalzstraße in einem Temperaturbereich oberhalb von 400 °C,
- Walzen des Aluminium-Warmbandes (7) in einer mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße (2) der Aluminium-Warmbadwalzstraße mit aktivierten Zwischenkühlungen (5) zwischen den Tandemgerüsten (1) der Fertigwalzstraße (2) derart, dass während der letzten zwei Walzstiche in einem Temperaturbereich zwischen 300 °C und 370 °C eine Umformrate zwischen 30 % und 50 % und eine gewünschte Warmbanddicke zwischen 2 mm und 6 mm erreicht wird,
- Besäumen des Warmbandes und
- Abkühlung des Aluminium-Warmbandes im Auslauf der Aluminium-Warmbadwalzstraße mittels einer Kühlstrecke (4) auf eine Haspeltemperatur von < 250 °C, vorzugsweise auf eine Haspeltemperatur von 150 °C bis 230 °C,

wobei der Prozess des Fertigwalzens in der mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße (2) in einem Zeitraum von < 60 s durchgeführt wird.

10. Verfahren zum Warmwalzen eines Aluminium-Warmbandes (7) aus einer AlMg-Legierung der AA5xxx-Gruppe in einer Aluminium-Warmbadwalzstraße umfassend die Schritte

- Erwärmen eines Aluminiumlegierungsblockes aus einer AlMg-Legierung der AA5xxx-Gruppe auf eine Temperatur von 450 °C bis 550 °C,
- Vorwalzen des Aluminiumlegierungsblockes zu einem Aluminium-Warmband mit einer Dicke von 20 mm bis 50 mm in einer Vorstraße der Aluminium-Warmbadwalzstraße in einem Temperaturbereich oberhalb von 400 °C,
- Walzen des Aluminium-Warmbandes (7) in einer mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße (2) der Aluminium-Warmbadwalzstraße mit aktivierten Zwischen kühlungen (5) zwischen den Tandemgerüsten (1) der Fertigwalzstraße (2) derart, dass während der letzten zwei Walzstiche in einem Temperaturbereich zwischen 250 °C und 300 °C eine Umformrate zwischen 30 % und 50 % und eine gewünschte Warmbanddicke zwischen 2 mm und 8 mm erreicht wird,
- Besäumen des Warmbandes und
- Abkühlung des Aluminium-Warmbandes im Auslauf der Aluminium-Warmbadwalzstraße, vorzugsweise mittels einer Kühlstrecke (4) auf vorzugsweise eine Haspeltemperatur von < 250 °C, insbesondere auf eine Haspeltemperatur von 150 °C bis 230 °C, und Aufhaspeln des Alu-

minium-Warmbandes,

wobei der Prozess des Fertigwalzens in der mehrgerüstigen Tandem-Fertigwalzstraße (2) in einem Zeitraum von < 60 s durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in einer Aluminium-Warmbandwalzstraße nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchgeführt wird.

Claims

1. Aluminium hot-strip rolling train comprising a multi-stand tandem finishing rolling train (2) with at least one reeling-up coiler (8) downstream in rolling direction and at least one associated cooling path (4), wherein the tandem finishing rolling train (2) is associated with at least one trimming shears (6) downstream in rolling direction, **characterised in that** the at least one cooling path (4) is arranged in the outlet region of the aluminium hot-strip rolling train and an intermediate stand cooling means (5) is arranged between at least two roll stands (1) of the multi-stand tandem finishing rolling train (2).

2. Aluminium hot-strip rolling train according to claim 1, **characterised in that** a strip drying means (9) comprising a drying device and/or cooling medium discharge devices is arranged behind the cooling path (4) in rolling direction and in front of the reeling-up coiler (8).

3. Aluminium hot-strip rolling train according to claim 1 or 2, **characterised in that** the cooling path (4) and the intermediate stand cooling means (5) are constructed as laminar strip cooling means or as spray cooling means.

4. Aluminium hot-strip rolling train according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the cooling path (4) and the intermediate cooling means (5) are acted on by a rolling emulsion or demineralised water as cooling medium.

5. Aluminium hot-strip rolling train according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the aluminium hot-strip rolling train comprises a controlling and/or regulating device (11) which controls the roll stands (1) and the cooling path (4) as well as the intermediate stand cooling means (5) independently of one another and adapts the rolling speed, the intermediate stand cooling means (5), the final rolling temperature and the coiler temperature to the respective aluminium hot-strip material, in particular sets and regulates these independently of one another.

6. Aluminium hot-strip rolling train according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a pre-strip cooler (3) is arranged in the inlet region of the tandem finishing rolling train (2).

7. Aluminium hot-strip rolling train according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a process model (16) is filed and reproduced in the controlling and/or regulating device (11), which process model takes into consideration the changes in the thermal transfer coefficient during cooling down of the aluminium hot strip (7) and is incorporated in the controlling and/or regulating processes of the aluminium hot-strip rolling train, particularly the tandem finishing rolling train (2) with pre-strip cooler (3) and/or intermediate stand cooling means (5) and/or cooling path (4) and/or strip drying means (9).

8. Aluminium hot-strip rolling train according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a process model (16) is filed and reproduced in the controlling and/or regulating device (11), which process model takes into consideration the reaction of the respective temperature level of the aluminium hot strip (7) during the individual passes in the stands (1) of the tandem finishing rolling train (2) on the friction between the respective rolls and the respective aluminium hot strip material and is incorporated in the controlling and/or regulating processes of the aluminium hot-strip rolling train, particularly the tandem finishing rolling train (2) with pre-strip cooler (3) and/or intermediate stand cooling means (5) and/or cooling path (4) and/or strip drying means (9).

9. Method of hot-rolling an aluminium hot strip (7) of an AlMgSi alloy of the AA6xxx group in an aluminium hot-strip rolling train, comprising the steps:

- heating an aluminium alloy billet of an AlMgSi alloy of the AA6xxx group to a temperature of 490° C to 570° C,
- pre-rolling the aluminium alloy billet to form an aluminium hot strip with a thickness of 20 millimetres to 50 millimetres in a roughing train of the aluminium hot-strip rolling train in a temperature range above 400° C,
- rolling the aluminium hot strip (7) in a multi-stand tandem finishing rolling train (2) of the aluminium hot-strip rolling train with activated intermediate cooling means (5) between the tandem stands (1) of the finishing rolling train (2) in such a way that during the last two rolling passes in a temperature range between 300° C and 370° C a conversion rate between 30% and 50% and a desired hot-strip thickness between 2 millimetres and 6 millimetres are achieved,
- trimming the hot strip and
- cooling down the aluminium hot strip in the out-

let of the aluminium hot-strip rolling train by means of a cooling path (4) to a coiler temperature of < 250° C, preferably to a coiler temperature of 150° C to 230° C, wherein the process of finishing rolling is carried out in the multi-stand tandem finishing rolling train (2) in a time period of < 60 seconds.

10. Method of hot-rolling an aluminium hot strip (7) of an AlMg alloy of the AA5xxx group in an aluminium hot-strip rolling train, comprising the steps:

- heating an aluminium alloy billet of an AlMg alloy of the AA5xxx group to a temperature of 450° C to 550° C,
- pre-rolling the aluminium alloy billet to form an aluminium hot strip with a thickness of 20 millimetres to 50 millimetres in a roughing train of the aluminium hot-strip rolling train in a temperature range above 400° C,
- rolling the aluminium hot strip (7) in a multi-stand tandem finishing rolling train (2) of the aluminium hot-strip rolling train with activated intermediate cooling means (5) between the tandem stands (1) of the finishing rolling train (2) in such a way that during the last two rolling passes in a temperature range between 250° C and 300° C a conversion rate between 30% and 50% and a desired hot-strip thickness between 2 millimetres and 8 millimetres are achieved,
- trimming the hot strip and
- cooling down the aluminium hot strip in the outlet of the aluminium hot-strip rolling train, preferably by means of a cooling path (4), preferably to a coiler temperature of < 250° C, particularly to a coiler temperature of 150° C to 230° C, and coiling the aluminium hot strip,

wherein the process of finishing rolling is carried out in the multi-stand tandem finishing rolling train (2) in a time period of < 60 seconds.

11. Method according to claim 9 or 10, **characterised in that** it is carried out in an aluminium hot-strip rolling train according to any one of claims 1 to 8.

Revendications

1. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium, comprenant un train finisseur (2) de type tandem comportant plusieurs cages, comprenant au moins une bobineuse d'enroulement (8) montée à la suite dans la direction de laminage et au moins un tronçon de refroidissement correspondant (4), dans lequel au moins une cisaille de rive (6) montée à la suite dans la direction de laminage est attribuée au train finisseur (2) de type tandem, **caractérisé en ce que** ledit au moins un tronçon de refroidissement (4) est disposé dans la zone de sortie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium et un refroidissement intermédiaire de cage de laminoir (5) est disposé entre au moins deux cages de laminoir (1) du train finisseur (2) de type tandem comportant plusieurs cages.

2. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un séchage de bande (9) est disposé dans la direction de laminage derrière le tronçon de refroidissement (4) et devant la bobineuse d'enroulement (8), qui présente un mécanisme de séchage et/ou des mécanismes d'évacuation de milieu de refroidissement.

3. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le tronçon de refroidissement (4) et le refroidissement intermédiaire de cage de laminoir (5) sont réalisés sous la forme d'un refroidissement laminaire de bande ou sous la forme d'un refroidissement par pulvérisation.

4. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le tronçon de refroidissement (4) et le refroidissement intermédiaire (5) sont sollicités avec une émulsion de laminage ou avec de l'eau déminéralisée à titre de milieu de refroidissement.

5. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium présente un mécanisme de commande et/ou de réglage (11) qui commande, de manière respectivement indépendante, les cages de laminoir (1) et le tronçon de refroidissement (4), de même que le refroidissement intermédiaire de cage de laminoir (5), et adapte la vitesse de laminage, le refroidissement intermédiaire de cage de laminoir (5), la température de laminage finale et la température de la bobineuse au matériau respectif de la bande à chaud en aluminium, et en particulier les ajuste et les règle de manière réciproquement indépendante.

6. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de refroidissement (3) de l'amorce de démarrage est disposé dans la zone d'entrée du train finisseur (2) de type tandem.

7. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon l'une quelconque des revendications

précédentes, **caractérisé en ce qu'**un modèle de processus (16) est reproduit et déposé dans le mécanisme de commande et/ou de réglage (11), qui prend en compte les modifications des coefficients de transmission thermique au cours du refroidissement de la bande à chaud en aluminium (7) et qui est intégré dans les processus de commande et/ou de réglage du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium, en particulier du train finisseur (2) de type tandem comprenant un dispositif de refroidissement (3) de l'amorce de démarrage et/ou un refroidissement intermédiaire de cage de laminoir (5) et/ou un tronçon de refroidissement (4) et/ou un séchage de bande (9).

8. Train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un modèle de processus (16) est reproduit et déposé dans le mécanisme de commande et/ou de réglage (11), qui prend en compte l'effet rétroactif du niveau de température respectif de la bande à chaud en aluminium (7) au cours des coulées individuelles dans les cages (1) du train finisseur (2) de type tandem sur la friction entre les cylindres respectifs et la matière respective de la bande à chaud en aluminium et qui est intégré dans les processus de commande et/ou de réglage du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium, en particulier du train finisseur (2) de type tandem comprenant un dispositif de refroidissement (3) de l'amorce de démarrage et/ou un refroidissement intermédiaire de cage de laminoir et/ou un tronçon de refroidissement (4) et/ou un séchage de bande (9).

9. Procédé pour le laminage à chaud d'une bande à chaud en aluminium (7) constituée d'un alliage AlMgSi du groupe AA6xxx dans un train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium, comprenant les étapes au cours desquelles :

- on chauffe un bloc d'alliage à base d'aluminium constitué d'un alliage AlMgSi du groupe AA6xxx à une température de 490 °C à 570 °C ;
- on soumet le bloc d'alliage à base d'aluminium à un laminage préalable pour obtenir une bande à chaud en aluminium possédant une épaisseur de 20 mm à 50 mm dans un train dégrossisseur faisant partie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium dans une plage de températures supérieures à 400 °C ;
- on soumet la bande à chaud en aluminium (7) à un laminage dans un train finisseur (2) de type tandem comportant plusieurs cages, faisant partie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium comprenant des refroidissements intermédiaires activés (5) entre les cages en tandem (1) du train finisseur (2) d'une manière telle qu'au cours des deux dernières coulées de laminage dans une plage de températures entre 300 °C et 370 °C, on atteint une valeur de déformation entre 30 % et 50 % et une épaisseur désirée de la bande à chaud entre 2 mm et 6 mm ;
- on rogne la bande à chaud ; et
- on refroidit la bande à chaud en aluminium à la sortie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium au moyen d'un tronçon de refroidissement (4) jusqu'à une température de bobine inférieure à 250 °C, de préférence jusqu'à une température de bobine de 150 °C à 230 °C ;

dans lequel le processus du laminage de finition dans le train finisseur (2) de type tandem comportant plusieurs cages a lieu dans un laps de temps inférieur à 60 secondes.

10. Procédé pour le laminage à chaud d'une bande à chaud en aluminium (7) constituée d'un alliage AlMg du groupe AA5xxx dans un train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium, comprenant les étapes au cours desquelles :

- on chauffe un bloc d'alliage à base d'aluminium constitué d'un alliage AlMg du groupe AA5xxx à une température de 450 °C à 550 °C ;
- on soumet le bloc d'alliage à base d'aluminium à un laminage préalable pour obtenir une bande à chaud en aluminium possédant une épaisseur de 20 mm à 50 mm dans un train dégrossisseur faisant partie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium dans une plage de températures supérieures à 400 °C ;
- on soumet la bande à chaud en aluminium (7) à un laminage dans un train finisseur (2) de type tandem comportant plusieurs cages, faisant partie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium comprenant des refroidissements intermédiaires activés (5) entre les cages en tandem (1) du train finisseur (2) d'une manière telle qu'au cours des deux dernières coulées de laminage dans une plage de températures entre 250 °C et 300 °C, on atteint une valeur de déformation entre 30 % et 50 % et une épaisseur désirée de la bande à chaud entre 2 mm et 8 mm ;
- on rogne la bande à chaud ; et
- on refroidit la bande à chaud en aluminium à la sortie du train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium au moyen d'un tronçon de refroidissement (4) jusqu'à une température de bobine de préférence inférieure à 250 °C, en particulier jusqu'à une température de bobine de 150 °C à 230 °C, et on bobine la bande à chaud en aluminium

dans lequel le processus du laminage de finition dans le train finisseur (2) de type tandem comportant plusieurs cages a lieu dans un laps de temps inférieur à 60 secondes.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'**il est mis en oeuvre dans un train de laminoir pour des bandes à chaud en aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

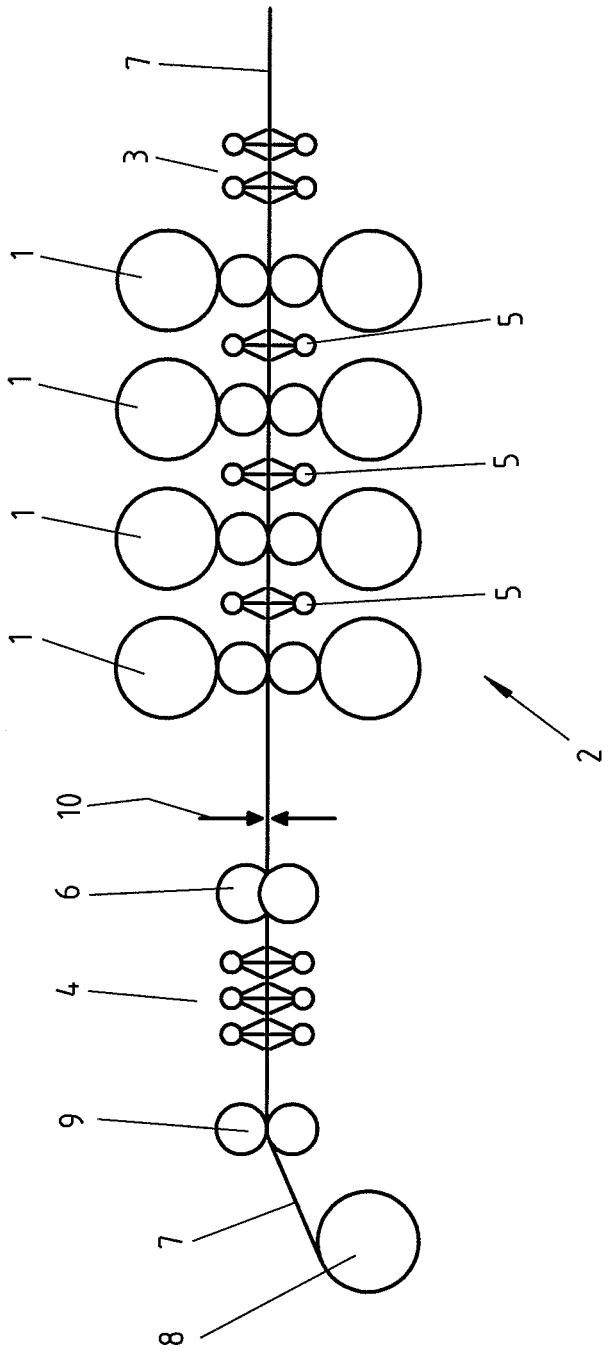


FIG.1

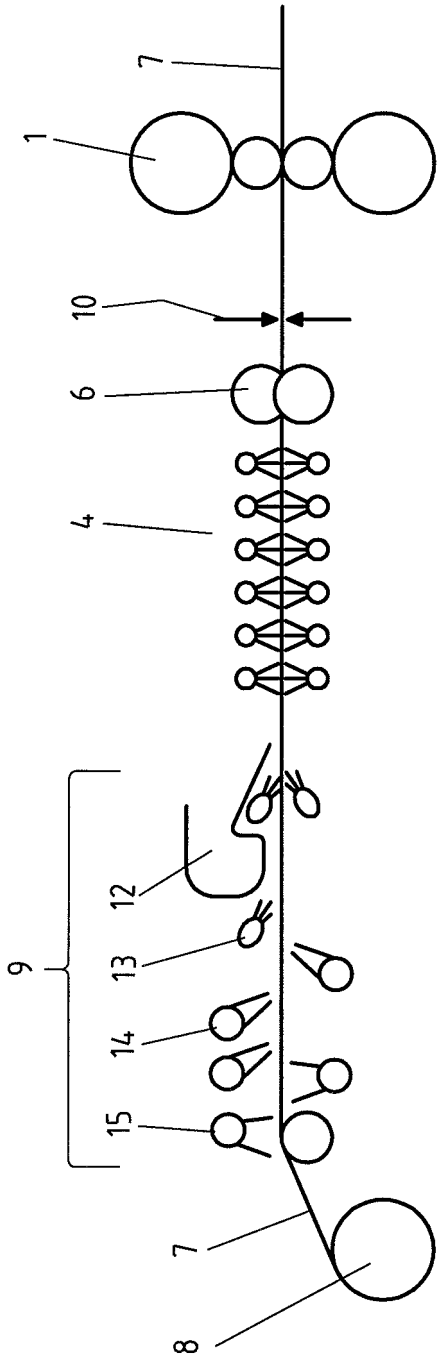


FIG.2

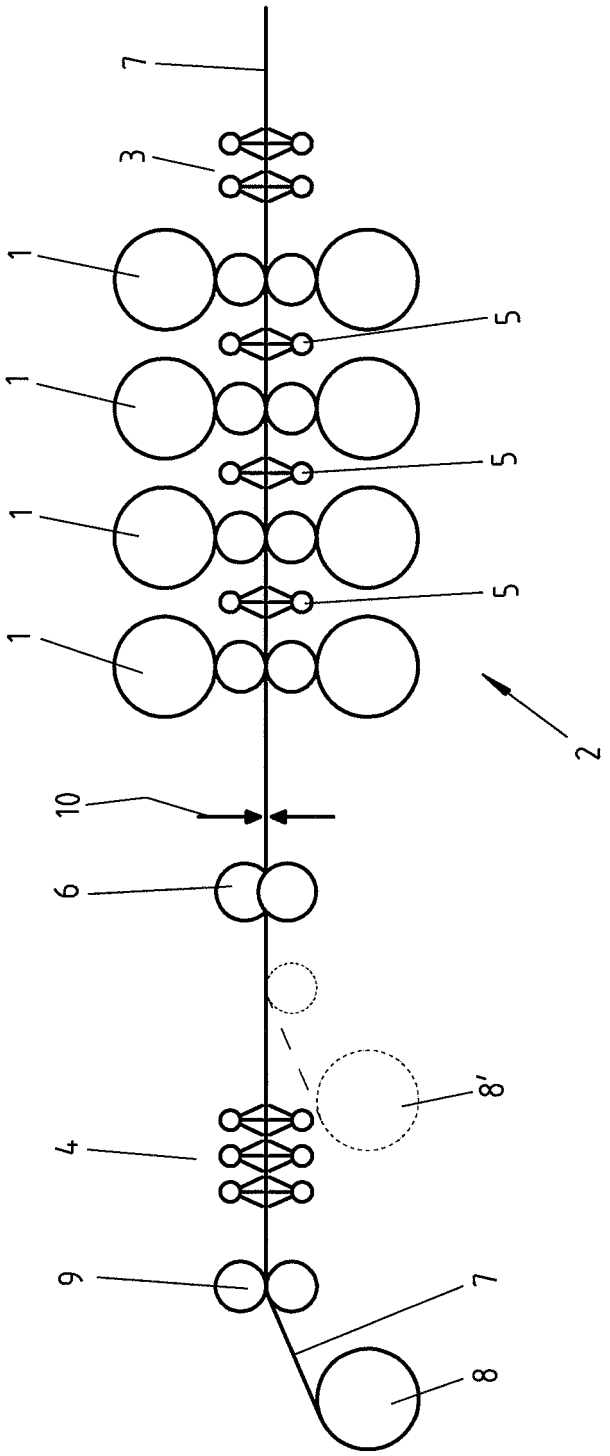


FIG.3

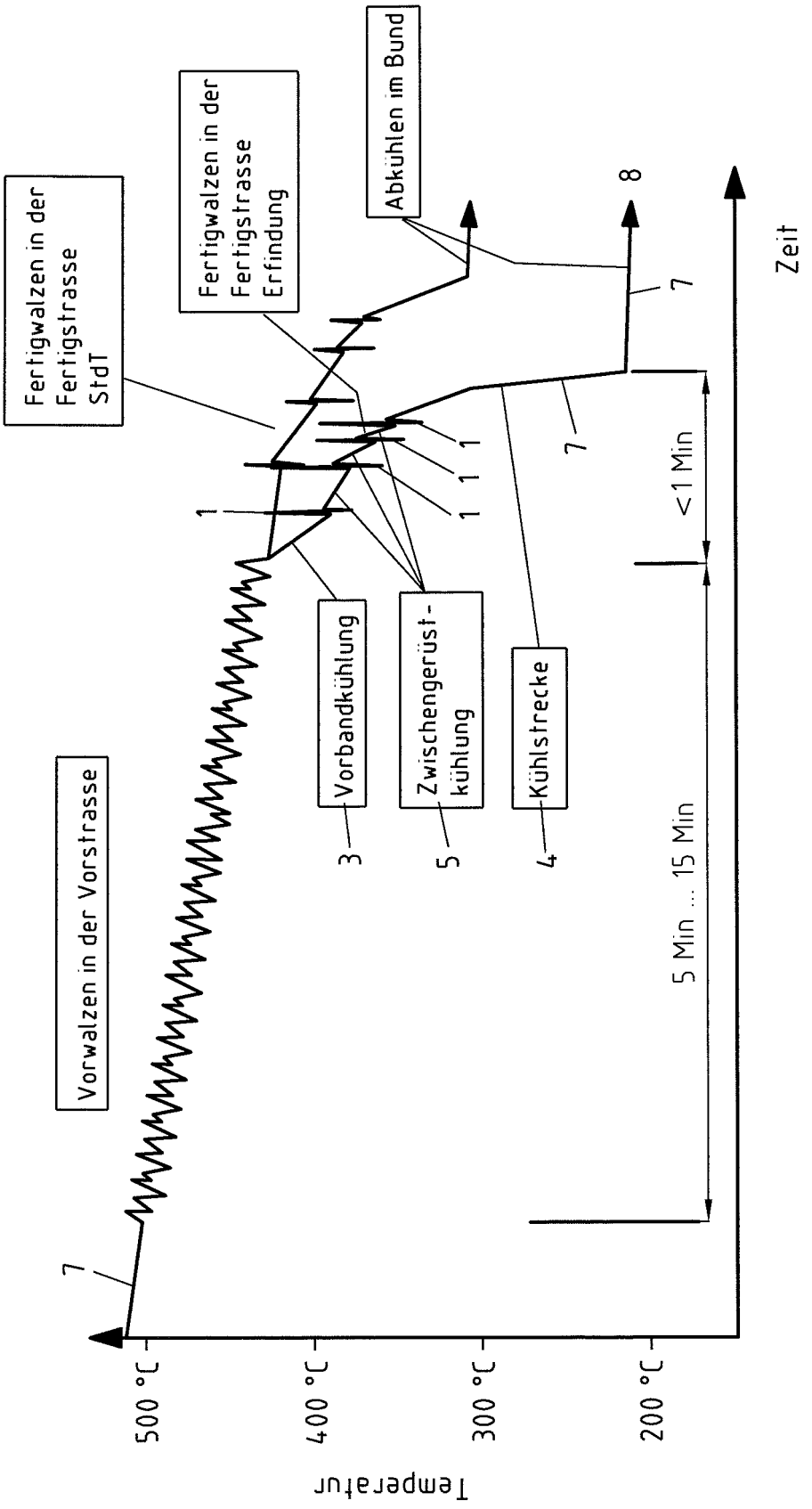

Temperatur
500 °C
400 °C
300 °C
200 °C
Zeit
Vorwalzen in der Vorstrasse
Fertigwalzen in der Fertigstrasse StdT
Fertigwalzen in der Fertigstrasse Erfindung
Abkühlen im Bund
Vorbandkühlung
Zwischengerüst-kühlung
Kühlstrecke
1
1 1 1
3
5
4
7
7
7
8
<1 Min
5 Min ... 15 Min

FIG.4

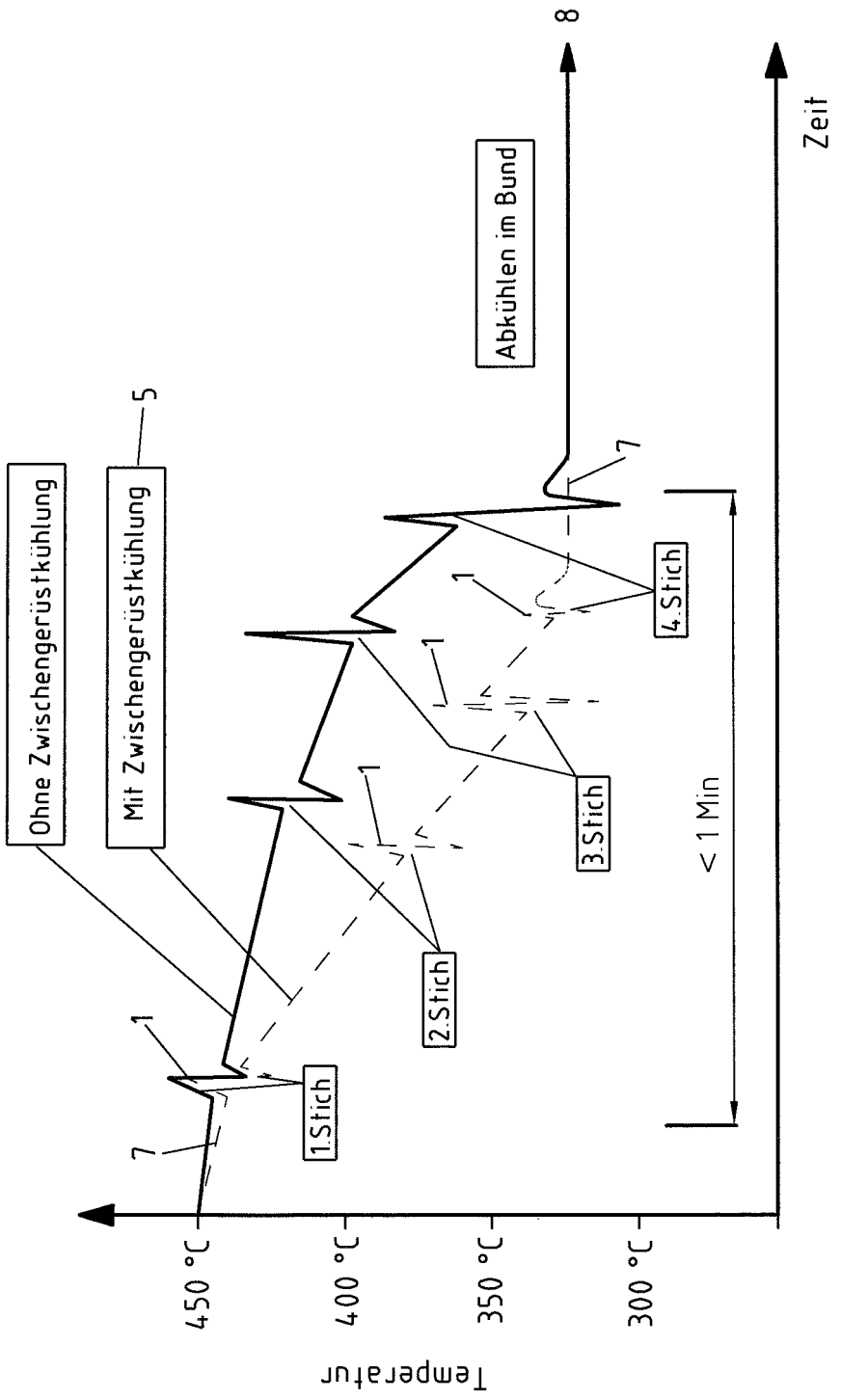

Ohne Zwischengerüstkühlung
Mit Zwischengerüstkühlung
5
Abkühlen im Bund
8
Zeit
Temperatur
450 °C
400 °C
350 °C
300 °C
1.Stich
2.Stich
3.Stich
4.Stich
1
7
< 1 Min

FIG.5

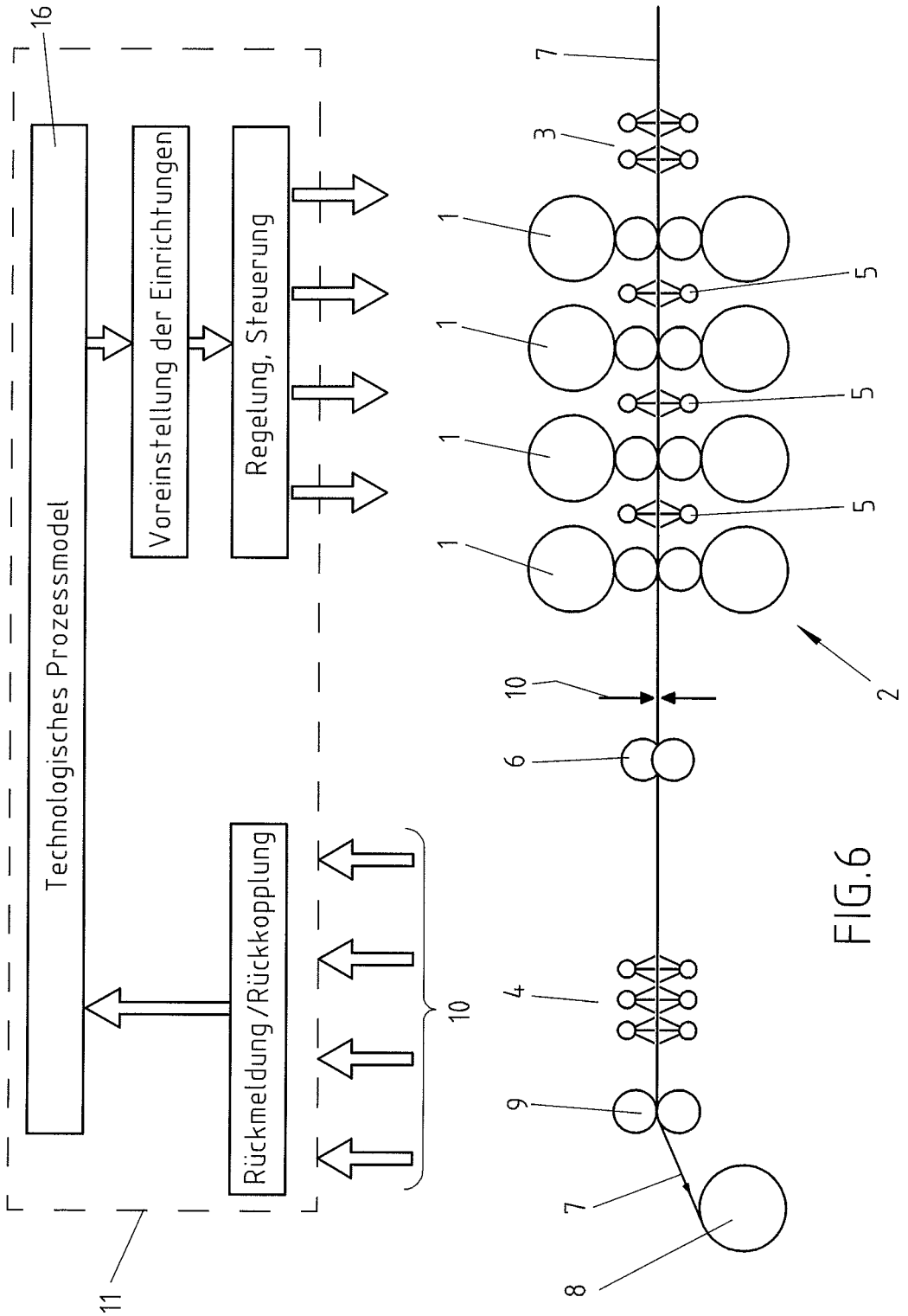

16
Technologisches Prozessmodel
Voreinstellung der Einrichtungen
Regelung, Steuerung
Rückmeldung/Rückkopplung
10
11
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

FIG.6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4445072 A1 **[0005]**
- DE 202011050449 U1 **[0006]**
- DE 10349950 A1 **[0006]**