



(11)

EP 3 769 862 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.01.2021 Patentblatt 2021/04

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

(21) Anmeldenummer: **19213778.4**

(22) Anmeldetag: **05.12.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Grosseiber, Simon**
4060 Leonding (DE)
- **Lengauer, Thomas**
4616 Weißkirchen a.d. Traun (AT)
- **Linzer, Bernd**
4621 Leombach (AT)
- **Rimnac, Axel**
4020 Linz (AT)

(30) Priorität: **24.07.2019 EP 19188015**

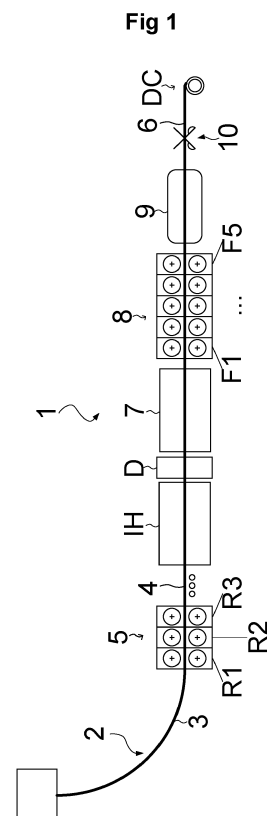
(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Bragin, Sergey**
4020 Linz (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES TIEFZIEHBAREN FERTIGBANDS AUS STAHL IN EINER GIESS-WALZ-VERBUNDANLAGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Fertigbands (6) aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage (1). Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zu finden, durch das direkt auf einer Gieß-Walz-Verbundanlage ein dünnes Fertigband (6) mit guter Tiefziehbarkeit hergestellt werden kann, ohne dass das Fertigband (6) nach dem Warmwalzen notwendigerweise gebeizt, kaltgewalzt und gegläht wird. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.



EP 3 769 862 A1

Beschreibung

Gebiet der Technik

- 5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Metallurgie, konkret die Herstellung eines tiefzieh-
baren, warmgewalzten Fertigbands aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage.
[0002] Gieß-Walz-Verbundanlagen sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt, z.B. eine Arvedi ESP Anlage, eine
SMS CSP Anlage oder eine Danieli QSP Anlage. Bekannt ist auch, dass auf Gieß-Walz-Verbundanlagen besonders
energieeffizient dünne oder ultradünne Bänder verschiedenster Stahlgüten hergestellt werden können.

Stand der Technik

- 10 **[0003]** Da bestimmte Bänder eine gewisse Tiefziehbarkeit aufweisen müssen, welche nach dem Stand der Technik
durch konventionelles Warmwalzen nicht erreicht werden kann, wird die für Tiefziehbarkeit notwendige Gefügetextur
15 des fertigen Bandes durch Warmwalzen in einer konventionellen Warmwalzstraße oder in einer Gieß-Walz-Verbund-
anlage, durch Beizen, anschließendes Kaltwalzen mit hohen Umformgraden, Glühen sowie ggf. durch Verzinken ein-
gestellt.
[0004] Obwohl auf einer Gieß-Walz-Verbundanlage direkt Bänder mit einer Dicke < 1 mm hergestellt werden können,
werden die Vorzüge der Gieß-Walz-Verbundanlagen durch die Schritte Warmwalzen - Beizen - Kaltwalzen - Glühen
20 und gegebenenfalls Verzinken teilweise eingebüßt. Demnach besteht ein Bedarf, direkt auf einer Gieß-Walz-Verbund-
anlage dünne Bänder mit einer guten Tiefziehbarkeit herstellen zu können, ohne dass diese notwendigerweise die
weiteren Schritte Beizen - Kaltwalzen - Glühen und gegebenenfalls Verzinken durchlaufen müssen.

Zusammenfassung der Erfindung

- 25 **[0005]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die bekannten Verfahren zur Herstellung dünner Bänder aus Stahl
so abzuändern, dass direkt auf einer Gieß-Walz-Verbundanlage ein dünnes Fertigband mit guter Tiefziehbarkeit her-
gestellt werden kann, ohne dass das Fertigband nach dem Warmwalzen notwendigerweise gebeizt, kaltgewalzt und
geglüht werden muss.
30 **[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegen-
stand der abhängigen Ansprüche.
[0007] Konkret erfolgt die Lösung durch ein Verfahren zur Herstellung eines Fertigbands aus Stahl in einer Gieß-Walz-
Verbundanlage, wobei die Gieß-Walz-Verbundanlage

- 35 - eine Stranggießanlage zum Stranggießen eines Strangs,
- eine Vorwalzstraße zum Vorwalzen des Strangs zu einem Vorband,
- eine Fertigwalzstraße mit mehreren Fertigerüsten zum Fertigwalzen des Vorbands zu einem Fertigband, und
- zumindest eine Wickeleinrichtung zum Aufwickeln des Fertigbands,

40 aufweist, umfassend die Verfahrensschritte:

- Stranggießen von flüssigem Stahl zu dem Strang mit Brammen- oder Dünnbrammenquerschnitt in der
Stranggießanlage, wobei der flüssige Stahl $C < 0,01\%$ (bevorzugt $C < 0,004\%$), $Mn < 0,2\%$, $P < 0,01\%$, optional
 $Ti+Nb \geq 0,01\%$, der Rest Fe und etwaige Verunreinigungen (auch Begleitelemente genannt) enthält;
45 - Vorwalzen des ungeschnittenen Strangs zu dem Vorband in der Vorwalzstraße, wobei der letzte Walzstich in der
Vorwalzstraße im austenitischen Bereich erfolgt und die Dicke des Strangs durch das Vorwalzen um zumindest
30%, bevorzugt zumindest 60%, besonders bevorzugt zumindest 80% reduziert wird;
- zumindest teilweise Phasenumwandlung des Austenits im Vorband zu Ferrit vor dem Fertigwalzen;
- Fertigwalzen des ungeschnittenen, zumindest teilweise phasenumgewandelten Vorbands in der Fertigwalzstraße
50 durch mehrere Walzstiche zu dem Fertigband, wobei das Fertigband nach dem letzten Walzstich eine Dicke zwischen
0,5 und 4 mm, bevorzugt zwischen 0,6 und 2 mm aufweist;
- Walzspaltschmierung beim letzten Walzstich, bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche, besonders
bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen, in der Fertigwalzstraße, wodurch die Reibung zwischen den Arbeitswalzen
eines Fertigerüsts und dem Walzgut reduziert wird, sodass Scherbänder im Fertigband, die zur Entwicklung einer
55 unerwünschten GOSS-Textur führen, verhindert werden;
- Aufwickeln des Fertigbands in der Wickeleinrichtung, sodass der Ferrit im Fertigband zumindest teilweise eine {1
1 1} Textur ausbildet.

[0008] Die Gieß-Walz-Verbundanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst zumindest eine Stranggießanlage zum Stranggießen eines Strangs, eine Vorwalzstraße (engl. *roughing mill*) zum Vorwalzen des Strangs zu einem Vorband, eine Fertigwalzstraße (engl. *finishing mill*) mit mehreren Fertigerüsten zum Fertigwalzen des Vorbands zu einem Fertigband, und zumindest eine Wickeleinrichtung zum Aufwickeln des Fertigbands. Die Vorwalzstraße umfasst ein oder mehrere Vorwalzgerüste.

[0009] Auf der Gieß-Walz-Verbundanlage wird zuerst flüssiger Stahl in der Stranggießanlage zu einem Strang mit Brammen- oder Dünnbrammenquerschnitt stranggegossen, wobei der flüssige Stahl $C < 0,01\%$ (vorzugsweise $C < 0,004\%$), $Mn < 0,2\%$, $P < 0,01\%$, vorzugsweise $Ti+Nb \geq 0,01\%$, der Rest Fe und etwaige Verunreinigungen bzw. sonstige Begleitelemente enthält (Prozentangaben jeweils in Gewichts %). Der endlose Strang wird anschließend zu einem Vorband in der Vorwalzstraße gewalzt, wobei der letzte Walzstich in der Vorwalzstraße im austenitischen Bereich erfolgt und die Dicke des Strangs durch das Vorwalzen um zumindest 30%, bevorzugt zumindest 60%, besonders bevorzugt zumindest 80%, reduziert wird. Im Anschluss an das Vorwalzen erfolgt eine zumindest teilweise Phasenumwandlung des Austenits im Vorband zu Ferrit, sodass das Vorband voll- oder teilferritisch in die Fertigwalzstraße eintritt. In der Fertigwalzstraße wird der endlose Strang des zumindest teilweise phasenumgewandelten Vorbands durch mehrere Walzstiche zu dem Fertigband warmgewalzt, wobei das Fertigband nach dem letzten Walzstich eine Dicke zwischen 0,5 und 4 mm, bevorzugt zwischen 0,6 und 2 mm aufweist. Um die Ausbildung von Scherbändern, die zur Entwicklung der unerwünschten GOSS-Textur führen, im Fertigband zu verhindern, wird beim Fertigwalzen eine Walzspaltschmierung beim letzten Walzstich, bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche (z.B. beim letzten und beim vorletzten Walzstich), besonders bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen, in der Fertigwalzstraße angewendet, wobei jeweils der Walzspalt - z.B. durch ein flüssiges Schmiermittel, wie ein Öl oder Mineralöl - geschmiert wird. Nach dem Fertigwalzen wird das Fertigband in der Wickeleinrichtung aufgewickelt, wobei der Ferrit im Fertigband zumindest teilweise eine {1 1 1} Textur ausbildet. Die sog. {1 1 1} Textur des Ferrits ist dafür verantwortlich, dass das Fertigband eine gute Tiefziehbarkeit aufweist. Grundsätzlich gilt, dass je mehr Ferrit mit der {1 1 1} Textur im Fertigband vorhanden ist, desto besser ist die Tiefziehbarkeit. Wenn der flüssige Stahl Ti und/oder Nb enthält, wobei die Summe dieser Legierungselemente $Ti+Nb \geq 0,01\%$, erreicht das Fertigband eine nochmals verbesserte Tiefziehbarkeit, da ein ferritisch gewalztes, titan- und/oder nioblegiertes Fertigband einen höheren Anteil von Ferrit mit der {1 1 1} Textur aufweist. Für untergeordnete Anforderungen kann in vielen Fällen auf die Zugabe von Ti und/oder Nb verzichtet werden.

[0010] Der Endlosbetrieb in der Gieß-Walz-Verbundanlage gewährleistet eine optimale Prozessstabilität und in der Folge eine gleichmäßige Bandgeometrie und mechanische Eigenschaften.

[0011] Zur Reduktion von Reibspannungen im Walzspalt ist es vorteilhaft, wenn der Walzspalt ein niedriges Verhältnis aus gedrückter Länge und mittlerer Walzspalthöhe aufweist. Dies wird dadurch erreicht, dass der Durchmesser der Arbeitswalzen beim letzten Walzstich, bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche, besonders bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen, in der Fertigwalzstraße zwischen 200 mm und 750 mm, bevorzugt 200 mm bis 500 mm, beträgt.

[0012] Zur weiteren Reduktion von Reibspannungen im Walzspalt ist es vorteilhaft, wenn der Reibbeiwert μ zwischen einer Arbeitswalze und dem Walzgut beim letzten Walzstich, bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche, besonders bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen, in der Fertigwalzstraße $\mu \leq 0,15$ beträgt. Dies kann durch eine Walzspaltschmierung und/oder durch besonders glatte Oberflächen der Arbeitswalzen erreicht werden.

[0013] Typischerweise ist der Umformgrad des ersten Walzstiches in der Fertigwalzstraße größer als der Umformgrad des letzten Walzstiches, bzw. weisen alle Walzstiche einen degressiven Verlauf der Umformgrade auf, d.h. dass der Umformgrad eines früheren Walzstiches größer ist als der Umformgrad eines späteren Walzstiches.

[0014] Für die Ausbildung eines hohen Anteils von Ferrit mit {1 1 1} Textur ist es vorteilhaft, wenn der Gesamtumformgrad aller Walzstiche in der Fertigwalzstraße $\geq 70\%$ beträgt.

[0015] Bezüglich der Temperaturführung in der Gieß-Walz-Verbundanlage gibt es zwei Möglichkeiten. Gemäß Option 1 beträgt die Temperatur des Vorbands beim Austritt aus der Vorwalzstraße $\geq 900^\circ\text{C}$, die Temperatur des Fertigbands beim Austritt aus der Fertigwalzstraße zwischen 700 und 800 $^\circ\text{C}$, und die Wickeltemperatur $> 680^\circ\text{C}$. Gemäß Option 2 beträgt die Temperatur des Vorbands beim Austritt aus der Vorwalzstraße $\geq 900^\circ\text{C}$, die Temperatur des Fertigbands beim Austritt aus der Fertigwalzstraße $< 750^\circ\text{C}$, und die Wickeltemperatur $< 600^\circ\text{C}$.

[0016] Bei Verwendung der Option 2 ist es vorteilhaft, das Fertigband nach dem Aufwickeln zur Rekristallisation zu glühen. Vorteilhaft an der Option 1 ist, dass das Rekristallisationsglühen nicht erforderlich ist.

[0017] Falls das Vorband vor dem Fertigwalzen entzündert wird, ist es typischerweise erforderlich, das Vorband, vorzugsweise induktiv, zu erhitzen.

[0018] Nach dem Erhitzen wird das Vorband entzündert und optional zusätzlich durch ein flüssiges Kühlmittel intensiv abgekühlt (vgl. "Power Cooling" der Fa. Primetals Technologies).

[0019] Für die Ausbildung der gewünschten {1 1 1} Textur im Fertigband spielt es keine Rolle, ob das Vorband vor oder nach dem Abkühlen entzündert wird. Vorzugsweise erfolgt das Entzündern aber vor dem intensiven Abkühlen.

[0020] Vorzugsweise wird entweder der Strang oder das Vorband mit einem die Verzunderung behindernden Pulver abgedeckt, sodass das Vorband nach einer aktiven oder passiven Abkühlung voll- oder teilferritisch in die Fertigwalz-

straße eintritt. Bei dieser Ausführungsform ist vorteilhaft, dass die Entzunderung wegfällt und daher in den meisten Fällen auch auf das Erhitzen des Vorbands verzichtet werden kann. Das Pulver kann z.B. ein Borat, insbesondere ein Salz der Borsäure, besonders bevorzugt ein Natrium Salz der Borsäure, ganz besonders bevorzugt Borax mit oder ohne Kristallwasser, wie Anhydrous borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), Borax pentahydrate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) oder Borax decahydrate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), sein bzw. das Pulver zumindest eine diese Verbindungen beinhalten.

[0021] Bei bestimmten Temperaturführungen kann es notwendig sein, das Fertigband in der Kühlstrecke abzukühlen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig 1 eine schematische Darstellung einer ersten Gieß-Walz-Verbundanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Gieß-Walz-Verbundanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig 3 ein Dickenprofil für drei Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig 4 ein Temperaturprofil für drei Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0023] In der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 der Fig 1 wird in der Stranggießanlage 2 flüssiger Stahl mit folgender chemischer Zusammensetzung

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung des Stahls

Element	Gewichts%
C	<0,004
Mn	< 0,2
P	< 0,01
Ti+Nb	0,03
Fe	Rest

zu einem Strang 3 mit Brammenquerschnitt stranggegossen. Der Strang 3 verlässt die Stranggießanlage 2 mit einer Dicke von 110 mm und einer Geschwindigkeit von 6 m/min. Der Strang 3 tritt ungeschnitten in die dreigerüstige Vorwalzstraße 5 ein und wird dort zu einem Vorband 4 mit einer Dicke von 10 mm reduziert. Der letzte Walzstich im Gerüst R3 der Vorwalzstraße 5 erfolgt im austenitischen Temperaturbereich bei einer Endwalztemperatur von 950°C. Anschließend wird die Temperatur des Vorbands 4 durch einen Induktionsofen IH auf 1050°C erhitzt und anschließend die Temperatur des Vorbands durch eine Entzunderung D und eine Intensivkühlung 7 auf 800°C abgekühlt. Dabei wird der im Vorband 4 vorhandene Austenit größtenteils bzw. beinahe vollständig in Ferrit umgewandelt. Das endlose, teilweise phasenumgewandelte Vorband 4 tritt anschließend in die fünfgerüstige Fertigwalzstraße 8 ein und wird dort in 5 Walzstichen zu einem Fertigband 6 mit einer Dicke von 1 mm fertiggewalzt. Die letzten drei Walzstiche in den Walzgerüsten F3, F4 und F5 der Fertigwalzstraße 8 werden unter Anwendung einer Walzspaltschmierung durchgeführt. Dabei wird jeweils zwischen den Arbeitswalzen eines Fertigerüsts und dem Walzgut ein Mineralöl aufgesprüht, das den Reibbeiwert im Walzspalt auf einen Wert $\mu < 0,15$ heruntersetzt. Dadurch wird verhindert, dass sich Scherbänder, die zur Entwicklung einer unerwünschten GOSS-Textur führen, im Fertigband ausbilden. Das Fertigband 6 verlässt die Fertigwalzstraße 8 mit einer Temperatur von 720°C und wird ohne in der nachfolgenden Kühlstrecke durch Flüssigkeit abgekühlt zu werden in der Wickeleinrichtung DC zu Bündeln aufgewickelt. Die Wickeltemperatur beträgt 690°C. Kurz bevor der Bund sein Zielgewicht erreicht, wird das endlose Fertigband durch die Schere 10 geschnitten und das Aufwickeln auf einer weiteren (in Fig 1 nicht dargestellten) Wickeleinrichtung fortgesetzt, wobei der Ferrit im Fertigband 6 zumindest teilweise eine {1

1 1} Textur ausbildet.

[0024] Die Fig 2 zeigt eine zweite Variante einer Gieß-Walz-Verbundanlage 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] In den Figuren 3 und 4 werden drei weitere Varianten, genannt V1 bis V3, von Betriebsverfahren zur Herstellung eines Fertigbands 6 aus Stahl auf der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 der Fig 2 dargestellt. Die Varianten V1 und V2 werden auf der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 gemäß Fig 1 durchgeführt; die Variante V3 auf der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 gemäß Fig 2.

[0026] Gemäß der Variante V3 wird das im Induktionsofen IH erhaltene und in der Entzunderungseinrichtung D entzündete Vorband 4 direkt dem ersten Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 8 zugeführt, ohne durch eine Intensivkühlung 7 weiter abgekühlt zu werden. Dadurch werden die Gieß-Walz-Verbundanlage 1 der Fig 2 sowie das Betriebsverfahren V3 weiter vereinfacht.

[0027] In der Stranggießanlage 3 wird bei den Varianten V1, V2 und V3 jeweils flüssiger Stahl mit der in Tabelle 1 angegebenen chem. Zusammensetzung zu einem 90 mm dicken Dünnbrammenstrang 3 vergossen. Der Dünnbrammenstrang 3 verläßt die Stranggießanlage 2 mit einer Gießgeschwindigkeit von 6 m/min und einer Temperatur von 1100°C. Da die Vorwalzstraße 5 unmittelbar der Stranggießanlage 2 nachfolgt, tritt der ungeschnittene Dünnbrammenstrang auch mit 1100°C in das erste Gerüst R1 der Vorwalzstraße 5 ein und wird in den drei Gerüsten R1...R3 der Vorwalzstraße 5 zu einem Vorband 4 mit einer Dicke von 12,4 mm vorgewalzt. Der letzte Walzstich im Gerüst R3 der Vorwalzstraße 5 erfolgt bei 1000°C und somit im austenitischen Temperaturbereich des Stahls. Durch das Vorwalzen wird die Dicke des Strangs um 86% reduziert.

[0028] Bei den Varianten V1 und V2 wird das Vorband 4 anschließend im Induktionsofen IH auf 1100°C erwärmt und danach in der Entzunderungseinrichtung D entzündet. Dabei fällt die Temperatur des Vorbands 4 auf 1000°C ab. Anschließend wird das Vorband in der Intensivkühlung 7 intensiv abgekühlt, wobei die Temperatur des Vorbands 4 auf unter 900°C abfällt.

[0029] Bei der Variante V3 wird das Vorband 4 weder im Induktionsofen IH erwärmt noch in der Entzunderungseinrichtung D entzündet. Ebenso gut wäre es möglich, den Induktionsofen IH und die Entzunderungseinrichtung D wegzulassen. Es dürfte klar sein, dass die Oberflächenqualität des Fertigbands 6 durch das Weglassen des Entzünderns möglicherweise nicht den Erwartungen entspricht. Auf der anderen Seite ist für manche Anwendungen eine hohe Energieeffizienz wichtiger als eine hohe Oberflächenqualität. Wie oben dargestellt, kann die Verzunderung des Strangs oder des Vorbands durch ein Pulver reduziert bzw. verhindert werden. In diesem Fall weist das erfindungsgemäße Verfahren eine hohe Energieeffizienz und das Fertigband eine hohe Oberflächenqualität auf.

[0030] Durch die Temperaturführung des Vorbands 4 nach dem letzten Walzstich R3 in der Vorwalzstraße 5 und vor dem ersten Walzstich F1 in der Fertigwalzstraße 8 wird der Austenit im Vorband 4 zumindest teilweise in Ferrit umgewandelt. Anschließend tritt das zumindest teilweise phasenumgewandelte Vorband 4 ungeschnitten in das erste Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 8 ein.

[0031] Gemäß der Variante V1 erfolgt der erste Walzstich im ersten Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 8 bei 875°C. Der letzte Walzstich im fünften Gerüst F5 der Fertigwalzstraße 8 erfolgt bei einer Endwalztemperatur von 735°C. Das Fertigband 6 mit einer Dicke von 1,7 mm durchläuft die Kühlstrecke 9 ungekühlt und wird mit einer Wickeltemperatur von 690°C auf der Wickeleinrichtung DC aufgewickelt. Es wäre ebenfalls möglich, die Kühlstrecke 9 wegzulassen, d.h. die Wickeleinrichtungen DC unmittelbar nach dem letzten Gerüst F5 der Fertigwalzstraße 8 anzuordnen. Da auf einer Gieß-Walz-Verbundanlage 1 meist jedoch unterschiedliche Produkte erzeugt werden, ist typischerweise eine Kühlstrecke 9 vorhanden.

[0032] Bei den Varianten V2 und V3 erfolgt der erste Walzstich im ersten Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 8 bei 840°C. Der letzte Walzstich im fünften Gerüst F5 erfolgt bei einer Endwalztemperatur von 700°C. Das Fertigband 6 mit einer Dicke von 1,7 mm wird in der Kühlstrecke 9 weiter abgekühlt und mit einer Wickeltemperatur von 550°C auf der Wickeleinrichtung DC aufgewickelt.

[0033] Bei allen drei Varianten wird die Dicke des Vorbands durch das Fertigwalzen um 86% reduziert.

[0034] Die letzten drei Walzstiche in den Walzgerüsten F3, F4 und F5 der Fertigwalzstraße 8 werden wiederum unter Anwendung einer Walzspaltschmierung durchgeführt.

[0035] Die Temperaturen bei den einzelnen Aggregaten der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 gemäß den Varianten V1 bis V3 ergeben sich entweder aus Fig 4 oder der nachfolgenden Tabelle:

Tabelle 2: Temperaturführung

	Temperatur [°C]		
	V1	V2	V3
CCM Out	1100	1100	1100
R1	1100	1100	1100

EP 3 769 862 A1

(fortgesetzt)

	Temperatur [°C]		
	V1	V2	V3
R2	1050	1050	1050
R3	1000	1000	1000
IH In	900	900	900
IH Out	1100	1100	880
D	1000	1000	870
F1	875	840	840
F2	840	805	805
F3	805	770	770
F4	770	735	735
F5	735	700	700
DC	690	550	550

[0036] Die Reduktionsraten in den einzelnen Gerüsten R1...R3 und F1...F5 sowie die Dicken der Dünnbramme 2, des Vorbands 4 und des Fertigbands 6 gemäß den Varianten V1 bis V3 ergeben sich entweder aus Fig 3 oder der nachfolgenden Tabelle:

Tabelle 3: Dicken und Reduktionsraten

	Dicke [mm]			Reduktionsraten [%]		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3
CCM Out	90,0	90,0	90,0			
R1 In	90,0	90,0	90,0	50	50	50
R1 Out	45,0	45,0	45,0			
R2 In	45,0	45,0	45,0	50	50	50
R2 Out	22,5	22,5	22,5			
R3 In	22,5	22,5	22,5	45	45	45
R3 Out	12,4	12,4	12,4			
IH In	12,4	12,4	12,4			
IH Out	12,4	12,4	12,4			
D	12,4	12,4	12,4			
F1 In	12,4	12,4	12,4	45	45	45
F1 Out	6,8	6,8	6,8			
F2 In	6,8	6,8	6,8	40	40	40
F2 Out	4,1	4,1	4,1			
F3 In	4,1	4,1	4,1	35	35	35
F3 Out	2,7	2,7	2,7			
F4 In	2,7	2,7	2,7	25	25	25
F4 Out	2,0	2,0	2,0			

(fortgesetzt)

	Dicke [mm]			Reduktionsraten [%]		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3
F5 In	2,0	2,0	2,0	15	15	15
F5 Out	1,7	1,7	1,7			
DC	1,7	1,7	1,7			

[0037] Um den endlosen Betrieb der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 zu gewährleisten, wird das Fertigband 6 direkt vor den Wickeleinrichtungen geschnitten und abwechselnd durch zumindest zwei Wickeleinrichtungen DC aufgewickelt.

[0038] Durch die Anwendung der erfindungsgemäßen Verfahren in der Gieß-Walz-Verbundanlage 1 weist das aufgewickelte Fertigband 6 eine gute Tiefziehbarkeit auf, ohne dass das Fertigband 6 nach dem Warmwalzen noch kaltgewalzt oder gegläht werden müsste. Da das Fertigband bei den Varianten V2 und V3 mit relativ niedriger Temperatur aufgewickelt wird, findet im Coil selbst keine Rekristallisation statt. Daher sollte das Fertigband nachfolgend einem Rekristallisationsglühen unterzogen werden. Doch selbst wenn das Fertigband 6 für höhere Anforderungen noch kaltgewalzt und gegläht wird, ist das erfindungsgemäße Verfahren äußerst vorteilhaft, da das Kaltwalzen mit niedrigeren Reduktionsraten erfolgen und die Glühzeit stark verkürzt werden kann. Die gute Tiefziehbarkeit ergibt sich einerseits aus der chem. Zusammensetzung des flüssigen Stahls sowie der vorteilhaften Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0039] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0040]

- | | |
|---------|--|
| 1 | Gieß-Walz-Verbundanlage |
| 2, CCM | Stranggießanlage |
| 3 | Strang |
| 4 | Vorband |
| 5 | Vorwalzstraße |
| 6 | Fertigband |
| 7 | Intensivkühlung |
| 8 | Fertigwalzstraße |
| 9 | Kühlstrecke |
| 10 | Schere |
| D | Entzunderungseinrichtung |
| DC | Wickeleinrichtung |
| F1...F5 | Erstes bis fünftes Gerüst der Fertigwalzstraße |
| IH | Induktionsofen |
| In | Eingang eines Aggregats |
| Out | Ausgang eines Aggregats |
| R1...R3 | Erstes bis drittes Gerüst der Vorwalzstraße |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Fertigbands (6) aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage (1), wobei die Gieß-Walz-Verbundanlage (1) aufweist:

- eine Stranggießanlage (2) zum Stranggießen eines Strangs (3),
- eine Vorwalzstraße (5) zum Vorwalzen des Strangs (3) zu einem Vorband (4),
- eine Fertigwalzstraße (8) mit mehreren Fertiggerüsten zum Fertigwalzen des Vorbands (4) zu dem Fertigband (6), und

- zumindest eine Wickeleinrichtung (DC) zum Aufwickeln des Fertigbands (6),

umfassend die Verfahrensschritte:

- 5 - Stranggießen von flüssigem Stahl zu dem Strang (3) mit Brammen- oder Dünnbrammenquerschnitt in der Stranggießanlage (2), wobei der flüssige Stahl in Gewichts% C < 0,01%, Mn < 0,2%, P < 0,01%, optional Ti+Nb ≥ 0,01%, der Rest Fe und etwaige Verunreinigungen enthält;
 - Vorwalzen des ungeschnittenen Strangs (3) zu dem Vorband (4) in der Vorwalzstraße (5), wobei der letzte Walzstich (R3) in der Vorwalzstraße (5) im austenitischen Bereich erfolgt und die Dicke des Strangs (3) durch
10 das Vorwalzen um zumindest 30%, bevorzugt zumindest 60%, besonders bevorzugt zumindest 80% reduziert wird;
 - zumindest teilweise Phasenumwandlung des Austenits im Vorband (4) zu Ferrit vor dem Fertigwalzens;
 - Fertigwalzen des ungeschnittenen, zumindest teilweise phasenumgewandelten Vorbands (3) in der Fertigwalzstraße (8) durch mehrere Walzstiche zu dem Fertigband (6), wobei das Fertigband (6) nach dem letzten
15 Walzstich (F5) eine Dicke zwischen 0,5 und 4 mm, bevorzugt zwischen 0,6 und 2 mm aufweist;
 - Walzspaltschmierung beim letzten Walzstich (F5), bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche (F3...F5), besonders bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen (F1...F5), in der Fertigwalzstraße (8), wodurch die Reibung zwischen den Arbeitswalzen eines Fertigerüsts und dem Walzgut reduziert wird;
 - Aufwickeln des Fertigbands (6) in der Wickeleinrichtung (DC) .
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Arbeitswalzen beim letzten Walzstich, bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche, besonders bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen, in der Fertigwalzstraße zwischen 200mm und 750mm, bevorzugt 200mm bis 500 mm, beträgt.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reibbeiwert μ zwischen einer Arbeitswalze und dem Walzgut beim letzten Walzstich, bevorzugt bei mehreren der abschließenden Walzstiche, besonders bevorzugt bei sämtlichen Walzstichen, in der Fertigwalzstraße (8) $\mu \leq 0,15$ beträgt.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umformgrad des ersten Walzstiches in der Fertigwalzstraße (8) größer als der Umformgrad des letzten Walzstiches ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gesamtumformgrad aller Walzstiche in der Fertigwalzstraße (8) $\geq 70\%$ beträgt.
- 35 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Vorbands (4) beim Austritt aus der Vorwalzstraße (5) $\geq 900^\circ\text{C}$, die Temperatur des Fertigbands (6) beim Austritt aus der Fertigwalzstraße (8) zwischen 700 und 800°C , und die Wickeltemperatur $> 680^\circ\text{C}$ beträgt.
- 40 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Vorbands (4) beim Austritt aus der Vorwalzstraße (5) $\geq 900^\circ\text{C}$, die Temperatur des Fertigbands (6) beim Austritt aus der Fertigwalzstraße (8) $< 750^\circ\text{C}$, und die Wickeltemperatur $< 600^\circ\text{C}$ beträgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fertigband (6) nach dem Aufwickeln zur Rekristallisation gegläht wird.
45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorband (4) vor dem Fertigwalzen, vorzugsweise induktiv, erhitzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorband (4) nach dem Erhitzen und vor dem Fertigwalzen entzündert und optional zusätzlich durch ein flüssiges Kühlmittel abgekühlt wird.
50
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** entweder der Strang (3) oder das Vorband (4) mit einem die Verzunderung behindernden Abdeckpulver abgedeckt wird und das Vorband (4) nach einer aktiven oder passiven Abkühlung voll- oder teilferritisch in die Fertigwalzstraße (8) eintritt.
55
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorband (4) vor oder nach dem Abkühlen entzündert wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fertigband (6) in der Kühlstrecke (9) abgekühlt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig 1

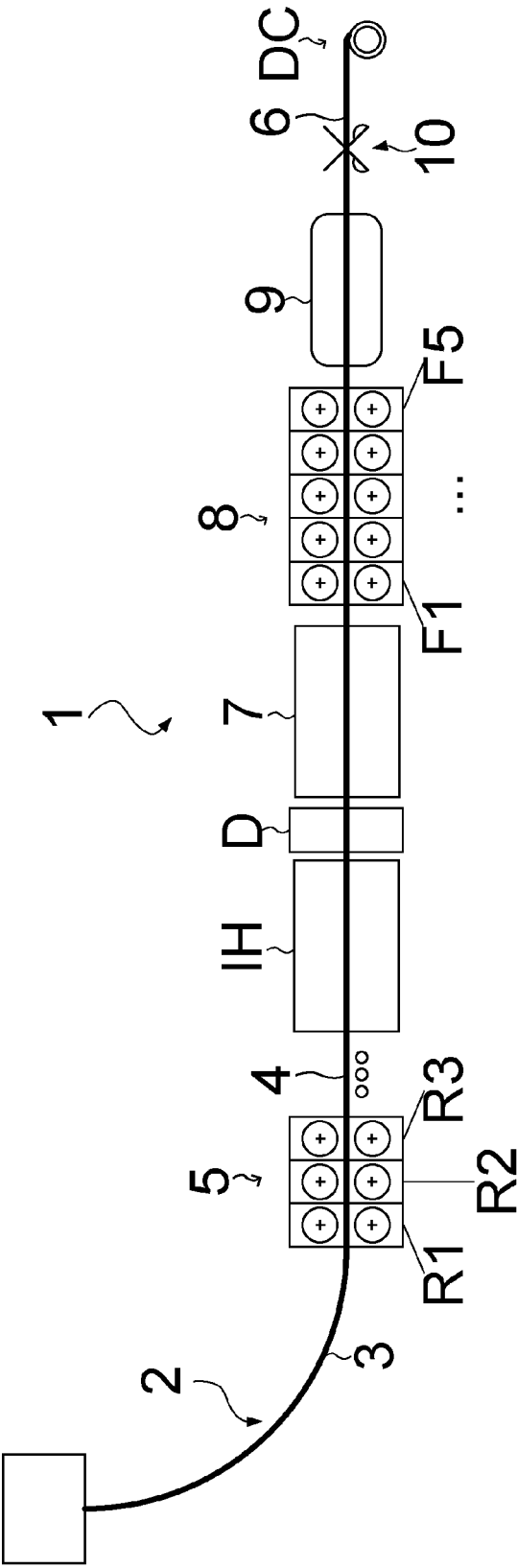


Fig 2

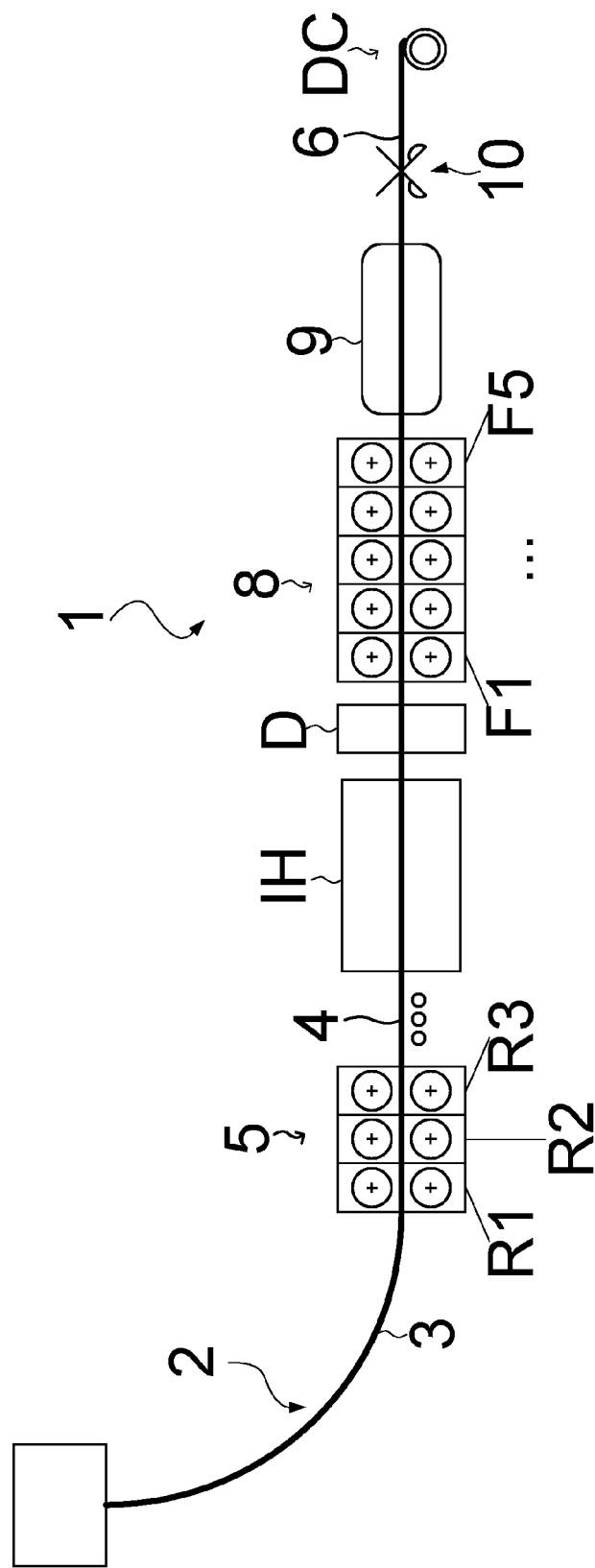
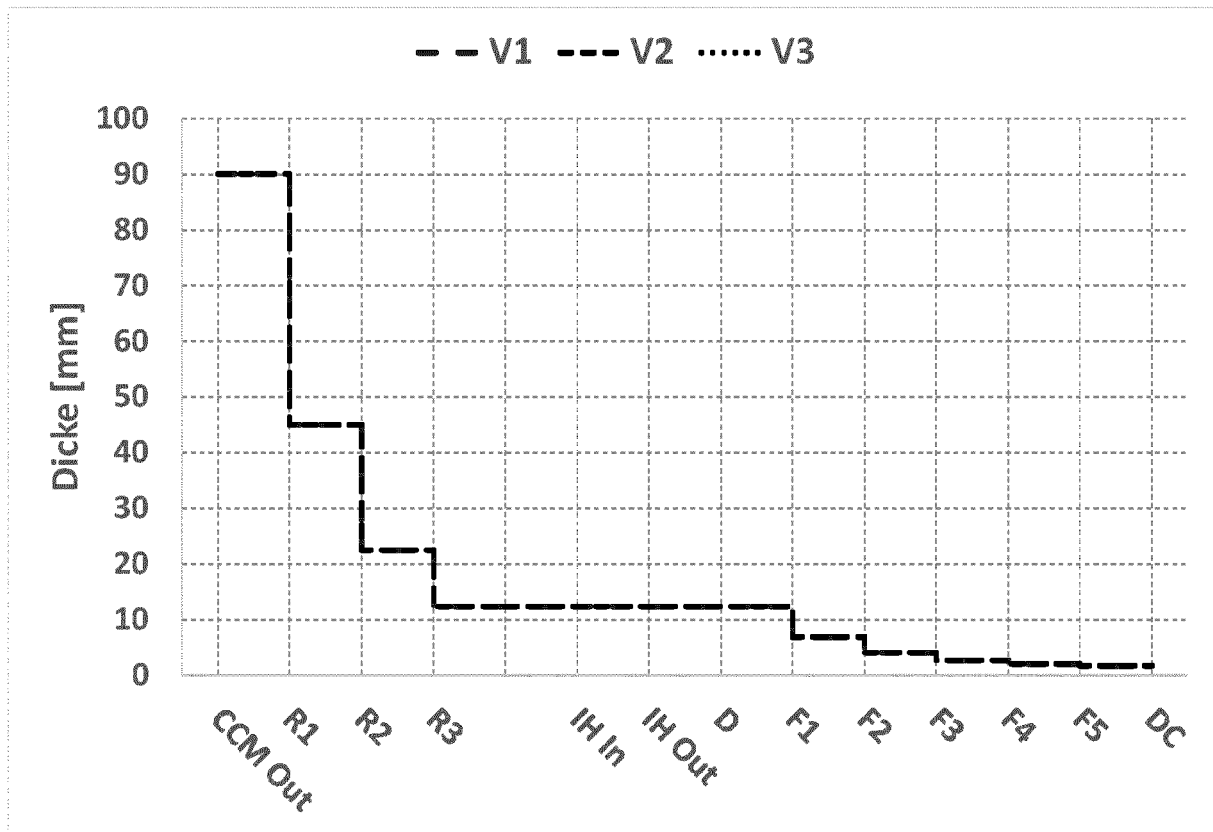
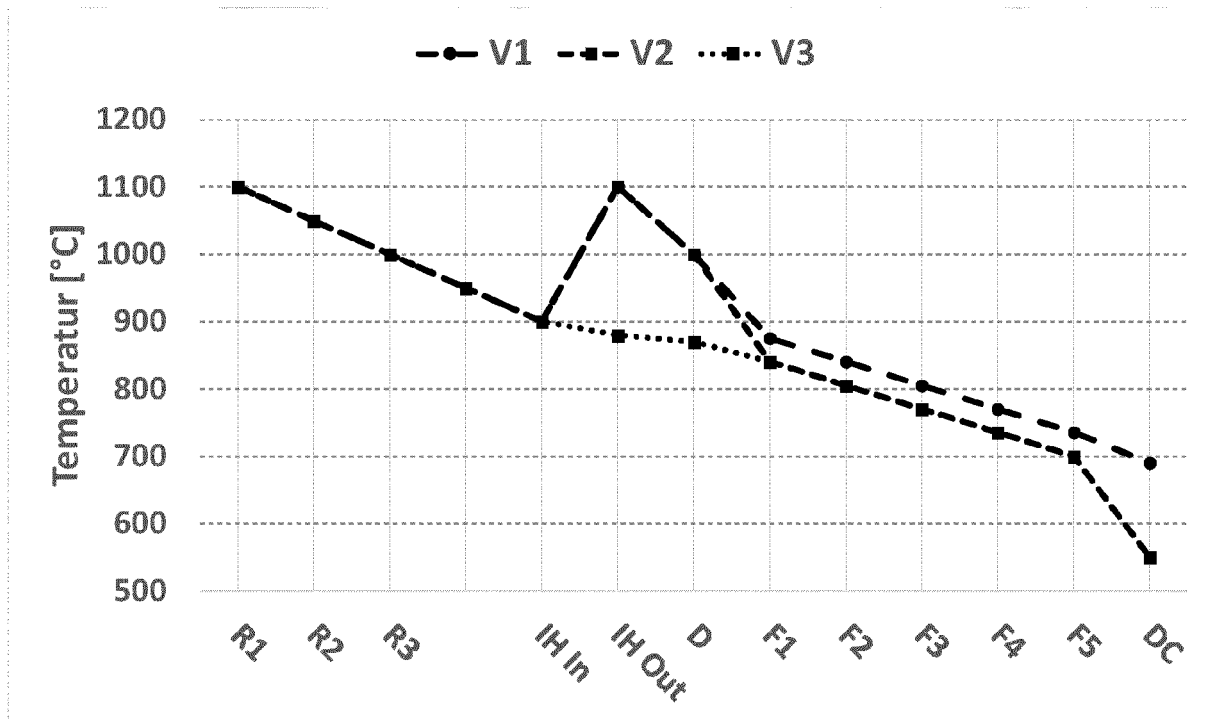


Fig 3**Fig 4**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 21 3778

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 207 288 354 U (UNIV BEIJING SCIENCE & TECH) 1. Mai 2018 (2018-05-01) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3 * -----	1-13	INV. B22D11/12 B21B1/46
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 8. April 2020	Prüfer Peis, Stefano
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 21 3778

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-04-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	CN 207288354 U	01-05-2018	KEINE	
20	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82