

(19)



(11)

EP 3 171 997 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

07.08.2019 Patentblatt 2019/32

(51) Int Cl.:

B22D 11/12 ^(2006.01) **B22D 11/124** ^(2006.01)
B22D 11/22 ^(2006.01) **C21D 5/00** ^(2006.01)
C21D 9/00 ^(2006.01) **B22D 11/041** ^(2006.01)
C21D 8/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15725362.6**

(22) Anmeldetag: **01.06.2015**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/062060

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/012131 (28.01.2016 Gazette 2016/04)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES METALLISCHEN PRODUKTS

METHOD FOR PRODUCING A METAL PRODUCT

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN PRODUIT MÉTALLIQUE

(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**

- **GATHMANN, Marcel**
40223 Düsseldorf (DE)
- **NEUMANN, Luc**
40223 Düsseldorf (DE)
- **PLOCIENNIK, Uwe**
40882 Ratingen (DE)

(30) Priorität: **23.07.2014 DE 102014214374**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

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

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

(72) Erfinder:

- **BÖCHER, Tilmann**
40489 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 1 937 429 DE-A1-102009 048 567
JP-A- S5 514 173 JP-A- H07 197 120
JP-A- S63 112 058 JP-A- 2007 245 232

EP 3 171 997 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts, bei dem in einer Stranggießanlage flüssiges Metall als Bramme aus einer Kokille vertikal nach unten in eine Förderrichtung ausgebracht, entlang einer Strangführung geführt und in die Horizontale umgelenkt wird, wobei die Bramme hinter der Stranggießanlage in einem Ofen erwärmt wird.

[0002] Bei Gießen von Stahl mit höheren Gehalten an Kupfer und Zinn kommt es zu Oberflächenfehlern, dem sogenannten Kupfer-Rot- oder Heißbruch oder der "Hot Shortness". Es ist bekannt, dass durch eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit und zurück zu Austenit die Oberflächenqualität aufgrund von Kornfeinung verbessert werden kann, wobei dann weniger und nicht so tiefe Oberflächenrisse an der Bramme, Dünnbramme oder am Warmband auftreten.

[0003] An der Oberfläche finden sich dennoch noch vereinzelt Risse ("Hot Shortness"). Die Ursache hierfür ist, dass trotz der Gefügeumwandlung noch partiell grobes, inhomogenes Gefüge vorliegt. Dies wurde in Versuchen bestätigt, bei denen eine Intensivkühlung in der oberen Strangführung angewendet wurde. Sandgestrahlte Warmbandproben von Warmbändern, deren zugehörige Brammen intensiv- und normalgekühlt worden waren, wurden bezüglich des Oberflächendefektes Cu-Warmbrüchigkeit über die Warmbandbreite optisch anhand einer Richtreihe bewertet. Dies ist in Fig. 1 illustriert. Dargestellt ist konkret ein Versuch auf einer sog. CSP-Stranggießanlage bei intensiv und normal gekühlten Brammen; dargestellt sind Durchschnittswerte der inspezierten Warmbandproben, wobei "0" für fehlerfrei steht und "3" für die schlechteste Oberfläche.

[0004] Aus der Darstellung gemäß Fig. 1 wird deutlich, dass zum einen die Intensivkühlung der Bramme generell das Auftreten von Cu-Warmbrüchigkeit reduziert. Zum anderen erkennt man Schwankungen beim Befall von "Hot Shortness" über die Warmbandbreite. Dies liegt daran, dass das oberflächennahe Gefüge nicht homogen ist. Je gröber das oberflächennahe Gefüge ist, desto größer ist der Hot Shortness Befall, weil weniger Korngrenzen für das Eindringen der Cu-haltigen Phase vorliegen. Ein wiederholtes, zweifaches Intensivkühlen bewirkt eine weitere Verfeinerung und Vergleichmäßigung des oberflächennahen Gefüges. Dementsprechend wird sich das Oberflächenergebnis bezüglich Hot Shortness weiter verbessern. Das zu erwartende, verbesserte Oberflächenergebnis ist ebenfalls in Fig. 1 dargestellt.

[0005] Zum Verarbeiten von Stahl sei auf die JP 2002 307 148 A, auf die DE 694 31 178 T2, auf die WO 2010/003402 A1, auf die DE 10 2009 048 567 A1, auf die EP 1 937 429 B1 bzw. DE 10 2006 056 683 A1 und auf die EP 0 686 702 A1 hingewiesen. Ähnliche Lösungen sind aus der JP 2007 245232 A, aus der JP S55 14173 A, aus der JP S63 112058 A und aus der JP H07 197120 A bekannt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein

gattungsgemäßes Verfahren bereitzustellen, das eine weitere Verringerung der Oberflächenrisse und somit eine Verbesserung der Oberflächenqualität ermöglicht. Dabei soll ein möglichst feines und homogenes Gefüge im Material erreicht werden.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Schritte aufweist:

a) in Förderrichtung hinter der Kokille in einer ersten Kühlzone: Intensivkühlung der Bramme dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt;

b) in Förderrichtung hinter der ersten Kühlzone in einer ersten Erwärmungszone: Wiedererwärmen der Bramme dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit erfolgt, wobei die Wiedererwärmung der Bramme durch Wärmeausgleich in der Bramme erfolgt, indem ein Wärmestrom vom Inneren der Bramme zur Brammenoberfläche zugelassen wird;

c) in Förderrichtung hinter der ersten Erwärmungszone in einer zweiten Kühlzone: Intensivkühlung der Bramme dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt;

d) in Förderrichtung hinter der zweiten Kühlzone in einer zweiten Erwärmungszone: Wiedererwärmen der Bramme dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit erfolgt,

wobei nach der Durchführung von Schritt d) noch mindestens eine weitere Intensivkühlung der Bramme dergestalt erfolgt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit auftritt, wobei nach der Durchführung der weiteren Intensivkühlung der Bramme noch mindestens eine weitere Erwärmung der Bramme dergestalt erfolgt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit auftritt, wobei die Schritte a) bis c) erfolgen, während die Bramme noch in der Vertikalen orientiert ist und wobei die letztmalige Erwärmung der Bramme im Ofen oder durch induktive Erwärmung erfolgt.

[0008] Die Brammenoberfläche wird dabei bei obigem Schritt a) und Schritt c) bevorzugt auf eine Temperatur unterhalb der Ac1-Temperatur abgekühlt. Entsprechend ist bevorzugt vorgesehen, dass die Brammenoberfläche bei obigem Schritt b) und Schritt d) auf eine Temperatur oberhalb der Ac3-Temperatur erwärmt wird.

[0009] Die letztmalige Intensivkühlung der Bramme erfolgt nach einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung,

sobald die Bramme in die Horizontale umgeleitet ist.

[0010] Die Erfindung stellt also auf eine mehrmalige oberflächennahe Gefügeumwandlung in der Stranggießanlage ab, um die Oberflächenqualität der Bramme zu verbessern.

[0011] Es erfolgt ein mehrmaliges Wiederholen der Gefügeumwandlung von Austenit zu Ferrit, weiter zu Austenit und wiederum zu Ferrit usw. in der oberflächennahen Randzone der Bramme. Hierdurch kommt es zu einer Verfeinerung des partiellen groben, inhomogenen Gefüges. Dadurch ergibt sich eine weitere Verringerung der Oberflächenrisse und somit eine Verbesserung der Oberflächenqualität. Dies entspräche einem Pendelglühen bzw. einem mehrfachen Normalisieren bei der Wärmebehandlung. Um die gewünschte homogene Kornfeinung zu erzielen, muss die Umwandlung mindestens zwei Mal durchlaufen werden.

[0012] Eine mögliche Ausgestaltung des Verfahrens kann so aussehen, dass ein erstes Durchlaufen der Umwandlung von Austenit zu Ferrit und weiter zu Austenit im oberflächennahen Bereich der Bramme durch Intensivkühlung im oberen Bereich der Strangführung der Stranggießanlage erfolgt, gefolgt von einer Wiedererwärmung des oberflächennahen Bereichs der Bramme durch normale oder schwache Kühlung im mittleren Bereich der Strangführung.

[0013] Ein zweites Durchlaufen der Umwandlung Austenit zu Ferrit und weiter zu Austenit kann vor dem Biegetreiber durch erneute Intensivkühlung und anschließende Wiedererwärmung erfolgen.

[0014] Gegebenenfalls kann ein drittes bzw. zweites Durchlaufen der Umwandlung von Austenit zu Ferrit und weiter zu Austenit vor oder nach dem Richttreiber erfolgen.

[0015] Gemäß der Erfindung soll die Bramme nach Verlassen der Kokille innerhalb der Strangführung der Stranggießanlage oder nach der Schere bzw. vor Eintritt in den Tunnelofen oder im Ofen eine mehrstufige Wärmebehandlung mit dem Ziel erfahren, in der oberflächennahen Randzone ein feines und homogenes Gefüge einzustellen.

[0016] Nach dem Austritt aus der Kokille weist die bereits erstarrte Strangschale in Abhängigkeit der Stahlzusammensetzung in der Regel ein austenitisches, inhomogenes Erstarrungsgefüge auf. Durch ein zeitlich definiertes, intensives Kühlen wird die oberflächennahe Randzone des Stahlstranges unterhalb der Kokille auf eine Temperatur unterhalb des Ac1-Punktes abgekühlt, so dass in den oberflächennahen Randschichten eine erste Umwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt. Durch die anschließende Wiedererwärmung der ferritischen, oberflächennahen Randzone durch die noch vorhandene Kern- bzw. Schmelzwärme aus dem Brammeninneren auf eine Temperatur oberhalb von Ac₃ erfolgt eine Rückumwandlung des Ferrits in Austenit. Beide Umwandlungsvorgänge sind mit einer Verfeinerung des Gefüges verbunden.

[0017] Es können jedoch Inhomogenitäten (partielle

Grobkörnigkeit) des ursprünglichen Austenitgefüges erhalten bleiben. Dieses "Vererben" der Gefügeinhomogenitäten lässt sich durch wiederholtes, also zwei- oder mehrstufiges Durchlaufen der Umwandlung Austenit - Ferrit - Austenit beseitigen, so dass am Ende ein feines, homogenes austenitisches Gefüge vorliegt.

[0018] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird das zweistufige Umwandeln Austenit - Ferrit - Austenit - Ferrit - Austenit insbesondere realisiert durch ein intensives Kühlen unterhalb der Kokille im oberen Teil der Strangführung der Stranggießanlage (oberflächennaher Austenit wandelt in Ferrit um) und durch eine Wiedererwärmung der oberflächennahen Randschicht durch die Kernwärme der Bramme im mittleren Teil der Strangführung (oberflächennaher Ferrit wandelt in Austenit um).

[0019] Hierauf folgt ein intensives Kühlen im unteren Teil der Strangführung (oberflächennaher Austenit wandelt in Ferrit um) und eine Wiedererwärmung nach Austritt aus der Strangführung durch die Kernwärme (oberflächennaher Ferrit wandelt in Austenit um) oder in einem nachgeschalteten Wärmeofen.

[0020] Eine Alternative sieht vor, dass die zweite bzw. noch eine weitere Stufe der Umwandlung von Austenit zu Ferrit durch Anbringung von zusätzlichen Kühlbalken in einem Abschnitt außerhalb der Strangführung realisiert wird. Die erforderliche Umwandlung des oberflächennahen Ferrits in Austenit würde entweder durch die Kernwärme der Bramme oder in einem nachgeschalteten Wärmeofen erfolgen.

[0021] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 das Bewertungsergebnis der Cu-Warmbrüchigkeit eines Stahlbandes, über der Warmbandbreite für verschieden starke Intensitätsgrade der Kühlung,

Fig. 2 schematisch eine Stranggießanlage mit Illustration einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 schematisch eine Stranggießanlage mit Illustration einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 4 schematisch die Darstellung der Gefügeausbildung in einer oberflächennahen Randzone einer Bramme beim Durchlaufen eines Verfahrens gemäß der Erfindung.

[0022] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, das in einer Stranggießanlage für Stahl durchgeführt wird. Es können dabei konventionelle Brammen, Dünnbrammen oder mitteldicke Brammen hergestellt werden.

[0023] In Fig. 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung zu sehen. Die Stranggießanlage 1 weist eine Kokille 3 auf, unter der eine Strangführung 4 angeordnet ist. Durch die Strangführung 4 bzw. die nachgeordneten

Rollen wird die gegossene Bramme 2 von der Vertikalen V in die Horizontale H umgelenkt. Die Bramme 2 wird dabei in eine Förderrichtung F gefördert. Nachdem die Bramme 2 in die Horizontale H umgelenkt ist, wird sie in einen Ofen 5 gefördert.

[0024] Wesentlich ist, dass in Förderrichtung F hinter der Kokille 3 (d. h. direkt unterhalb derselben) in einer ersten Kühlzone 6 eine Intensivkühlung der Bramme 2 erfolgt. Hierzu wird Wasser mit einem entsprechenden Volumenstrom auf die Oberfläche der Bramme aufgespritzt. Das Kühlen erfolgt mit einer solchen Intensität, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme 2 eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit stattfindet.

[0025] Anschließend gelangt die Bramme in eine erste Erwärmungszone 7, die in Förderrichtung F hinter der ersten Kühlzone 6 angeordnet ist. Hier erfolgt ein Wiedererwärmen der Bramme 2 dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme 2 eine Gefügeumwandlung zurück von Ferrit in Austenit erfolgt. In der Erwärmungszone 7 erfolgt ein normales oder schwaches Kühlen, so dass die besagte Gefügeumwandlung vonstattengehen kann.

[0026] In Förderrichtung F der ersten Erwärmungszone 7 nachgeschaltet ist eine zweite Kühlzone 8. Hier erfolgt erneut eine Intensivkühlung der Bramme 2, und zwar in der Weise, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme 2 eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt.

[0027] Schließlich folgt in Förderrichtung F hinter der zweiten Kühlzone 8 eine zweite Erwärmungszone 9. In dieser erfolgt ein Wiedererwärmen der Bramme 2 dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme 2 eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit erfolgt.

[0028] Mit der Bezugsziffer 11 ist angedeutet, dass hier alternative Positionen für zusätzliche Kühlbalken zum Intensivkühlen vorliegen, um eine Umwandlung von Austenit zu Ferrit zu bewerkstelligen.

[0029] Ansonsten sei zum Ofen 5 noch erwähnt, dass es auch hier sein kann, dass eine Umwandlung von Ferrit zu Austenit erfolgen kann, wenn eine entsprechende Erwärmung stattfindet.

[0030] In Fig. 2 ist dargestellt, dass die Stranggießanlage 1 als Senkrechtabbiegeanlage ausgebildet ist, wobei das Biegen der Bramme von der Vertikalen in die Horizontale bei festem Brammenkern erfolgt.

[0031] In Fig. 3 ist als alternative Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass eine Stranggießanlage 1 als Senkrechtabbiegeanlage zum Einsatz kommt, wobei das Biegen mit flüssigem Brammenkern erfolgt.

[0032] Die angegebenen Bezugszeichen entsprechend denjenigen nach Fig. 2. Die erste Erwärmungszone 7 liegt hier unmittelbar dort, wo die Bramme die Vertikale V verlässt und umgebogen wird. Als zweite Erwärmungszone 9 ist der Ofen 5 vorgesehen.

[0033] In Fig. 4 ist schematisch dargestellt, wie sich das Gefüge verändert, wenn die jeweiligen Umwandlungen

von Austenit zu Ferrit und zurück erfolgen.

[0034] Die Brammenoberfläche 10 ist angegeben und die Gefügestruktur im oberflächennahen Bereich der Bramme skizziert. Hierbei sind die jeweiligen Korndurchmesser schematisch angegeben und in Relation zueinander gesetzt. Die letzten Buchstaben bei den Korndurchmessern D für drei benachbarte Bereichen 1, 2 und 3 über der Breite der Bramme gibt den jeweiligen Status nach den entsprechenden Gefügeumwandlungen an.

[0035] Man erkennt, dass von Phasenumwandlung zu Phasenumwandlung die Korngröße nicht nur kleiner wird, sondern sich auch vergleichmäßig.

[0036] Bei Brammen liegen Korndurchmesser nach der ASTM-Korngrößen-Tabelle von ASTM Nr. -3 bis 0 vor.

[0037] Durch die Umwandlung werden folgende Korngrößen erreicht:

D 1, 2, 3a:	ASTM Nr. 0 bis 2,
D 1, 2, 3b:	ASTM Nr. 2 bis 4,
D 1, 2, 3c:	ASTM Nr. 4 bis 6,
D 1, 2, 3d:	ASTM Nr.: 6 bis 7

[0038] ASTM: American Society for Testing and Material

Bezugszeichenliste:

[0039]

1	Stranggießanlage
2	Bramme
3	Kokille
4	Strangführung
5	Ofen / Induktive Erwärmung
6	erste Kühlzone
7	erste Erwärmungszone
8	zweite Kühlzone
9	zweite Erwärmungszone
10	Brammenoberfläche
11	Kühlbalken

V	Vertikale
H	Horizontale
F	Förderrichtung

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts, bei dem in einer Stranggießanlage (1) flüssiges Metall als Bramme (2) aus einer Kokille (3) vertikal (V) nach unten in eine Förderrichtung (F) ausgebracht, entlang einer Strangführung (4) geführt und in die Horizontale (H) umgelenkt wird, wobei die Bramme (2) hinter der Stranggießanlage (1) in einem Ofen (5) erwärmt wird,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren die Schritte aufweist:

- a) in Förderrichtung (F) hinter der Kokille (3) in einer ersten Kühlzone (6): Intensivkühlung der Bramme (2) dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme (2) eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt;
- b) in Förderrichtung (F) hinter der ersten Kühlzone (6) in einer ersten Erwärmungszone (7): Wiedererwärmen der Bramme (2) dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme (2) eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit erfolgt, wobei die Wiedererwärmung der Bramme (2) durch Wärmeausgleich in der Bramme (2) erfolgt, indem ein Wärmestrom vom Inneren der Bramme (2) zur Brammenoberfläche zugelassen wird;
- c) in Förderrichtung (F) hinter der ersten Erwärmungszone (7) in einer zweiten Kühlzone (8): Intensivkühlung der Bramme (2) dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme (2) eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt;
- d) in Förderrichtung (F) hinter der zweiten Kühlzone (8) in einer zweiten Erwärmungszone (9): Wiedererwärmen der Bramme (2) dergestalt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme (2) eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit erfolgt,

wobei nach der Durchführung von Schritt d) noch mindestens eine weitere Intensivkühlung der Bramme (2) dergestalt erfolgt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme (2) eine Gefügeumwandlung von Austenit in Ferrit auftritt, wobei nach der Durchführung der weiteren Intensivkühlung der Bramme (2) noch mindestens eine weitere Erwärmung der Bramme dergestalt erfolgt, dass in der oberflächennahen Randzone der Bramme (2) eine Gefügeumwandlung von Ferrit in Austenit auftritt, wobei die Schritte a) bis c) erfolgen, während die Bramme (2) noch in der Vertikalen (V) orientiert ist und wobei die letztmalige Erwärmung der Bramme (2) im Ofen (5) oder durch induktive Erwärmung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brammenoberfläche bei Schritt a) und c) gemäß Anspruch 1 auf eine Temperatur unterhalb der Ac1-Temperatur abgekühlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brammenoberfläche bei Schritt b) und d) gemäß Anspruch 1 auf eine Temperatur oberhalb der Ac3-Temperatur erwärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die letztmalige Intensivkühlung der Bramme (2) erfolgt, sobald die Bramme (2) in die Horizontale (H) umgeleitet ist.

Claims

1. Method of producing a metallic product in which in a continuous casting plant (1) liquid metal is extracted as a slab (2) from a mould (3) vertically (V) downwardly in a conveying direction (F), guided along a strip guide (4) and deflected into the horizontal (H), wherein the slab (2) is heated in an oven (5) behind the continuous casting plant (1),

characterised in that

the method comprises the steps:

- a) in a first cooling zone (6) behind the mould (3) in conveying direction (F): intensive cooling of the slab (2) to such an extent that a structural conversion from austenite into ferrite takes place in the edge zone of the slab (2) near the surface;
- b) in a first heating zone (7) behind the first cooling zone (6) in conveying direction (F): reheating of the slab (2) to such an extent that a structural conversion from ferrite into austenite takes place in the edge zone of the slab (2) near the surface, wherein the reheating of the slab (2) is carried out by heat equalisation in the slab (2) **in that** a heat flow is allowed from the interior of the slab (2) to the slab surface;
- c) in a second cooling zone (8) behind the first heating zone (7) in conveying direction (F): intensive cooling of the slab (2) to such an extent that a structural conversion from austenite into ferrite takes place in the edge zone of the slab (2) near the surface; and
- d) in a second heating zone (9) behind the second cooling zone (8) in conveying direction (F): reheating of the slab (2) to such an extent that a structural conversion from ferrite into austenite takes place in the edge zone of the slab (2) near the surface,

wherein after step d) is carried out still at least one further intensive cooling of the slab (2) is carried out in such a way that a structural conversion from austenite into ferrite occurs in the edge zone of the slab (2) near the surface, wherein after the further intensive cooling of the slab (2) has been carried out still at least one further heating of the slab is carried out to such an extent that a structural conversion from ferrite into austenite occurs in the edge zone of the slab (2) near the surface, wherein the steps a) to c) are carried out while the slab (2) is still oriented in the vertical (V) and wherein the last heating of the slab (2) is carried out

in the oven (5) or by inductive heating.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the slab surface in the case of steps a) and c) according to claim 1 is cooled to a temperature below the Ac1 temperature. 5
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the slab surface in the case of steps b) and d) according to claim 1 is heated to a temperature above the Ac3 temperature. 10
4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the last intensive cooling of the slab (2) is carried out as soon as the slab (2) is transferred to the horizontal (H). 15

Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'un produit métallique, dans lequel on distribue, dans une installation de coulée continue (1), du métal liquide sous la forme d'une brame (2) à partir d'une lingotière (3) dans la direction verticale (V) vers le bas dans une direction de transport (F), on le guide le long d'un guidage de barre (4) et on le dévie dans la direction l'horizontale (H) ; dans lequel on chauffe la brame (2) derrière l'installation de coulée continue (1) dans un four (5) ; **caractérisé en ce que** le procédé présente les étapes dans lesquelles :
 - a) dans la direction de transport (F), derrière la lingotière (3), dans une première zone de refroidissement (6), on procède à un refroidissement intense de la brame (2) d'une manière telle que, dans la zone marginale de la brame (2) proche de la surface, a lieu une transformation de texture en passant de l'austénite à la ferrite ;
 - b) dans la direction de transport (F), derrière la première zone de refroidissement (6), dans une première zone de chauffage (6), on procède à un nouveau chauffage de la brame (2) d'une manière telle que, dans la zone marginale de la brame (2) proche de la surface, a lieu une transformation de texture en passant de la ferrite à l'austénite ; dans lequel le nouveau chauffage de la brame (2) a lieu en passant par un équilibre thermique dans la brame (2) dans lequel on fait passer un courant de chaleur depuis l'intérieur de la brame (2) jusqu'à la surface de la brame ;
 - c) dans la direction de transport (F), derrière la première zone de chauffage (7), dans une deuxième zone de refroidissement (8), on procède à un refroidissement intense de la brame (2) d'une manière telle que, dans la zone marginale de la brame (2) proche de la surface, a lieu une transformation de texture en passant de l'austénite à la ferrite ;
 - d) dans la direction de transport (F), derrière la deuxième zone de refroidissement (8), dans une zone de chauffage (9), on procède à un nouveau chauffage de la brame (2) d'une manière telle que, dans la zone marginale de la brame (2) proche de la surface, a lieu une transformation de texture en passant de la ferrite à l'austénite ;

dans lequel, après la mise en oeuvre de l'étape d), on procède encore à au moins un refroidissement intense supplémentaire de la brame (2) d'une manière telle que, dans la zone marginale de la brame (2) proche de la surface, a lieu une transformation de texture en passant de l'austénite à la ferrite ; dans lequel, après la mise en oeuvre du refroidissement intense supplémentaire de la brame (2), on procède encore à au moins un chauffage supplémentaire de la brame d'une manière telle que, dans la zone marginale de la brame (2) proche de la surface, a lieu une transformation de texture en passant de la ferrite à l'austénite ; dans lequel les étapes a) à c) sont mises en oeuvre tandis que la brame (2) est encore orientée dans la direction de la verticale (V) ; et dans lequel le chauffage de la brame (2) pour la dernière fois a lieu dans le four (5) ou par l'intermédiaire d'un chauffage par induction.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface de la brame aux étapes a) et c) selon la revendication 1, est refroidie à une température inférieure à la température Ac1. 20
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la surface de la brame aux étapes b) et d) selon la revendication 1, est chauffée à une température supérieure à la température Ac3. 25
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le refroidissement intense de la brame (2) pour la dernière fois a lieu dès que la brame (2) a été déviée dans la direction horizontale (H). 30

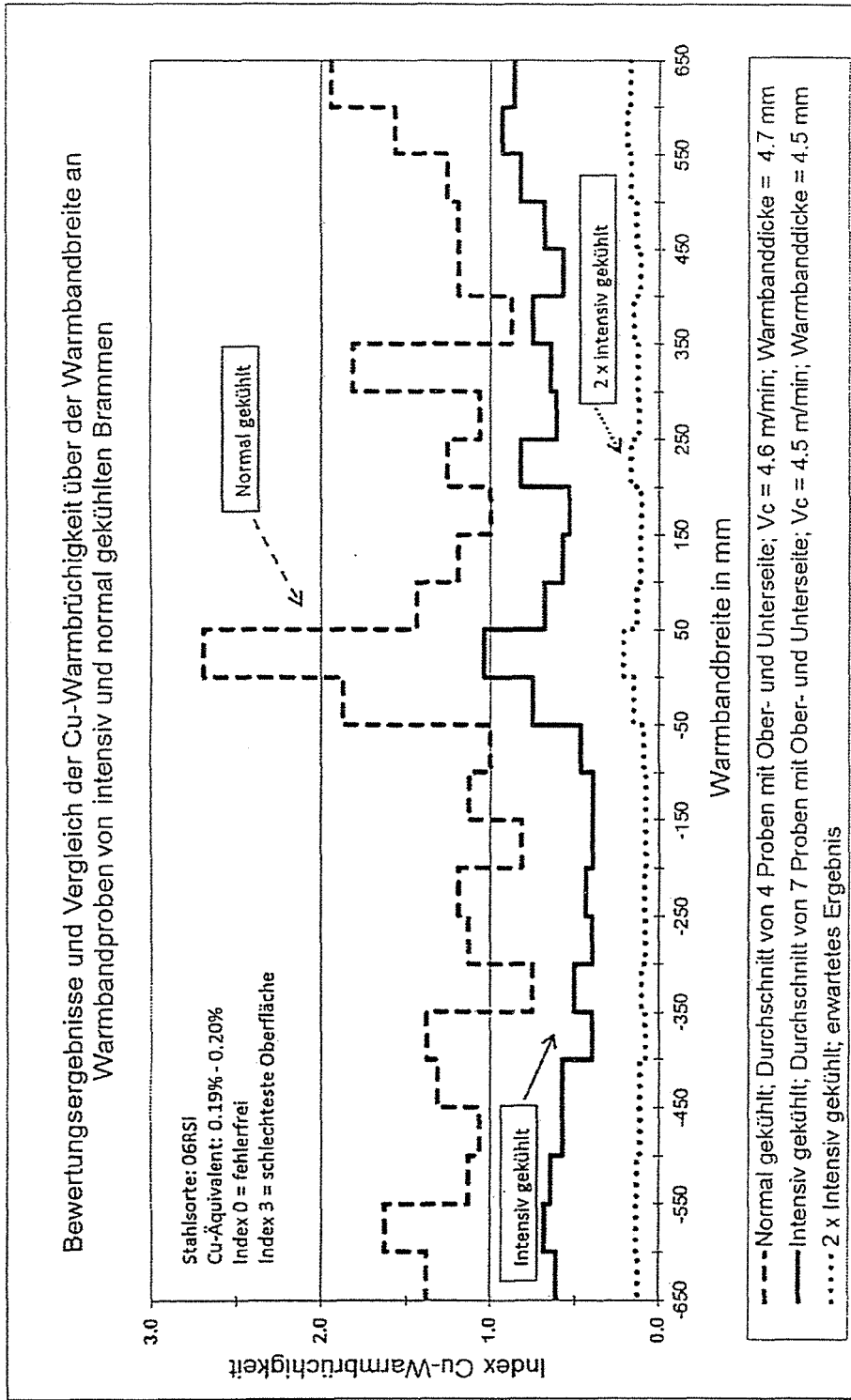


Fig. 1

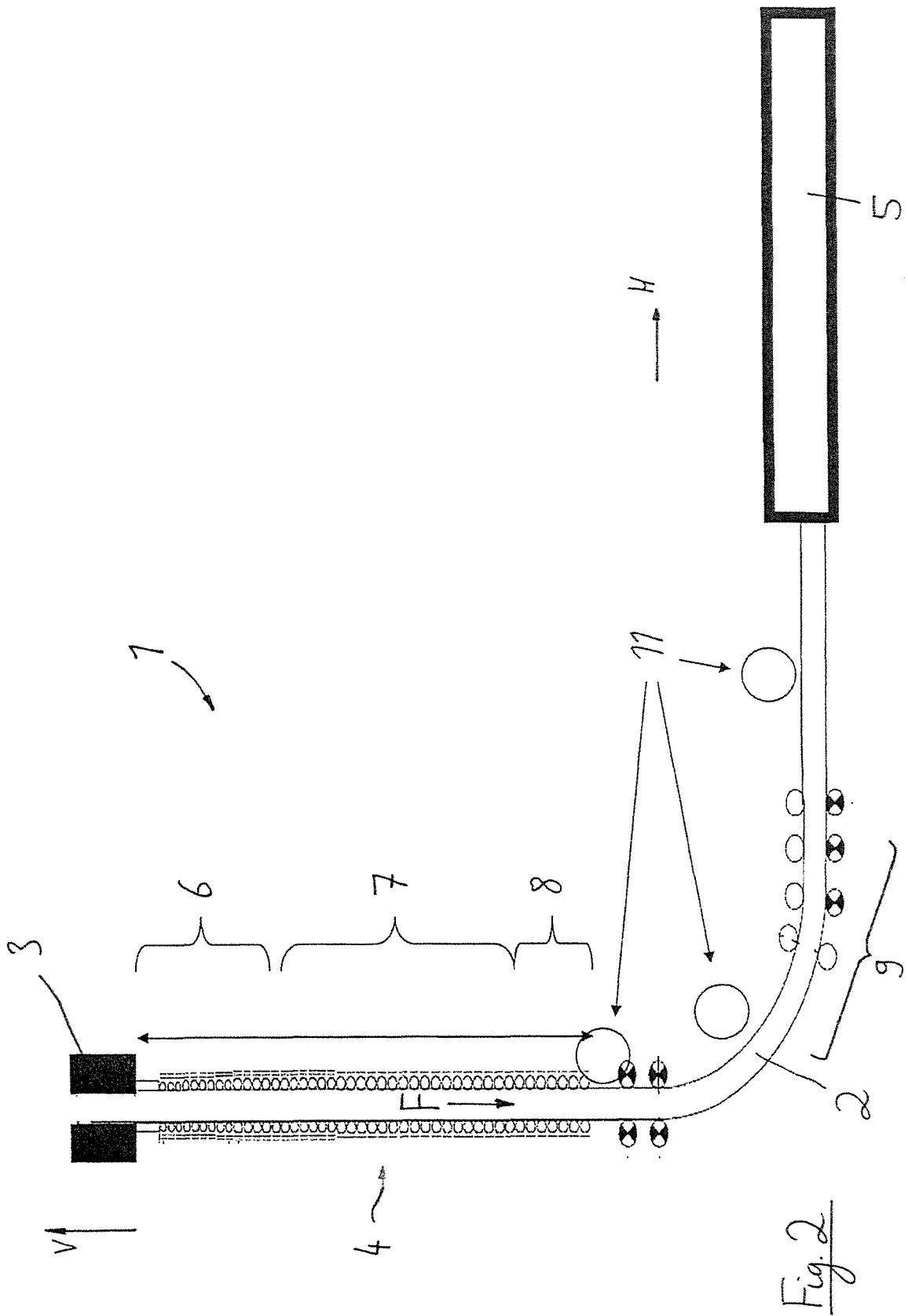


Fig. 2

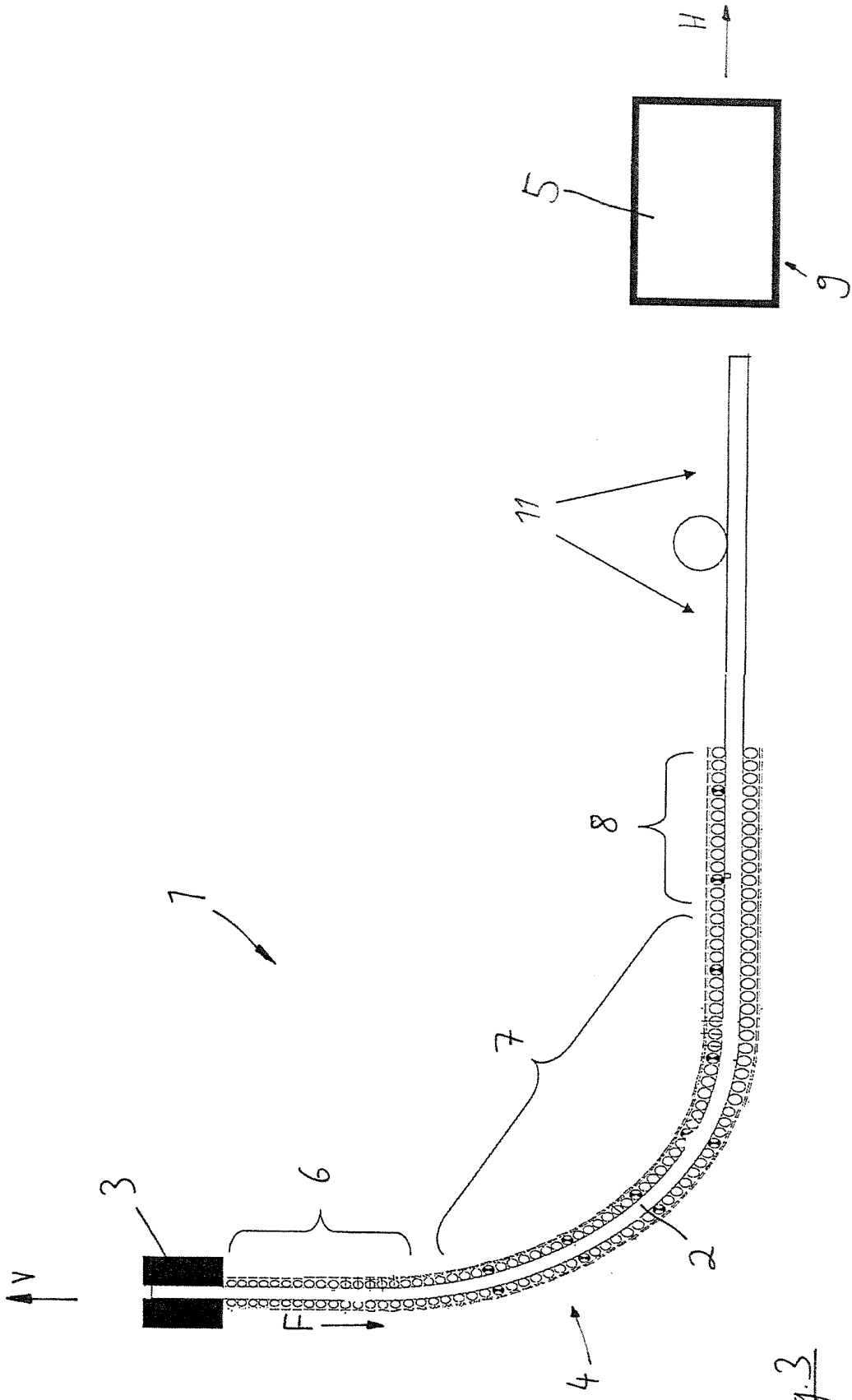


Fig. 3

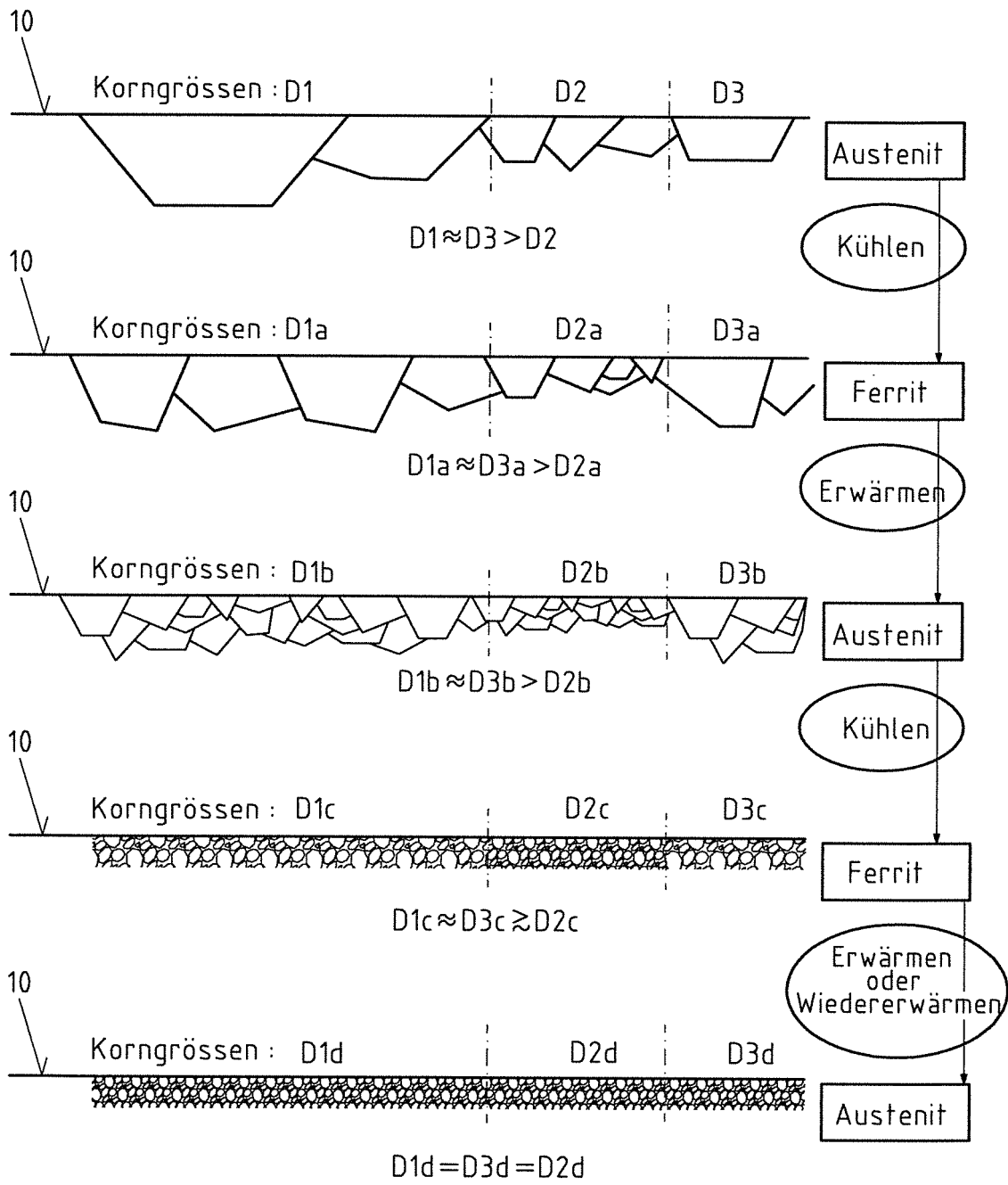


FIG.4

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

- JP 2002307148 A [0005]
- DE 69431178 T2 [0005]
- WO 2010003402 A1 [0005]
- DE 102009048567 A1 [0005]
- EP 1937429 B1 [0005]
- DE 102006056683 A1 [0005]
- EP 0686702 A1 [0005]
- JP 2007245232 A [0005]
- JP 55014173 A [0005]
- JP 63112058 A [0005]
- JP H07197120 A [0005]