



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.01.2007 Patentblatt 2007/03**

(51) Int Cl.:  
**B22D 11/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06013599.3**

(22) Anmeldetag: **30.06.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

- **Plociennik, Uwe**  
**40882 Ratingen (DE)**
- **Schaps, Lothar**  
**52525 Heinsberg (DE)**
- **Schmitz, Wolfgang**  
**40489 Düsseldorf (DE)**

(30) Priorität: **01.07.2005 DE 10530837**

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

(71) Anmelder: **SMS Demag AG**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

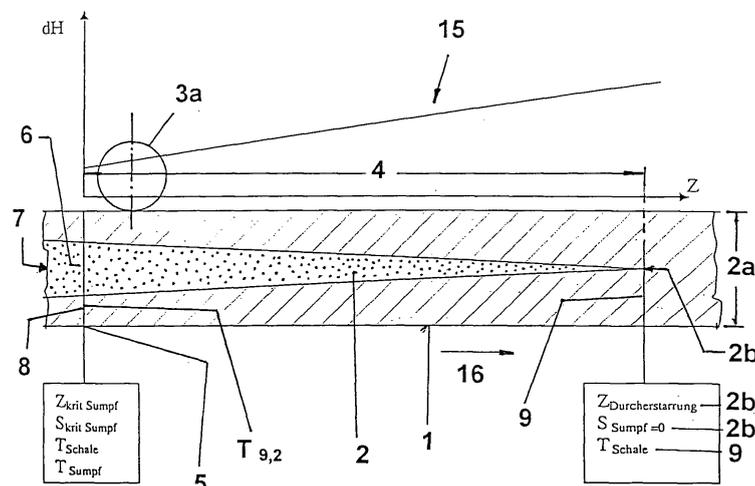
(72) Erfinder:  
• **Girgensohn, Albrecht, Dr.**  
**40597 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren und Strangiessvorrichtung zum Verformen eines gießwarmen Stranges aus Metall, insbesondere aus Stahl oder Stahlwerkstoffen**

(57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verformen eines gießwarmen Stranges (1) aus Metall, insbesondere aus Stahl oder Stahlwerkstoffen, auf dem Prinzip der soft-reduction durch Anstellen von Strangführungsrollen (3) vermeidet den Nachteil, dass durch eine erhöhte Anstellung vor der Durcherstarrung (2b) sich auch die Position der Durcherstarrung (2b) verschiebt

und sieht vor, dass jeweils ein Bezugspunkt (5) innerhalb des flüssigen Sumpfes (2), in dem ein Ein- oder Ausströmen von Schmelze in Stranglaufrichtung (16) nicht mehr vollständig möglich ist, einen kritischen Schalenabstand (8) bildet, der als Bezugsgröße für das Ansteuern von für die Verformung einzusetzenden Strangführungsrollen (3) gewählt wird.

**FIG. 2**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Stranggießvorrichtung zum Verformen eines gießwarmen Stranges aus Metall, insbesondere aus Stahl oder Stahlwerkstoffen, das auf dem Prinzip der soft-reduction aufbaut, d.h. bei dem ein flüssiger Sumpf bzw. der Strangquerschnitt schrittweise reduziert wird durch Anstellen einer oder mehrerer von für die Verformung aufeinander folgenden Strangführungsrollen, von denen zumindest eine in einer Gruppe anstellbar ist.

**[0002]** Die Technik der soft-reduction (ein flüssiger Sumpf und eine Strangschale werden vorausgesetzt) vermeidet oder vermindert nachteilige Seigerungen und Lunker, die die Brauchbarkeit des erkalteten Gießstrangs in Frage stellen. Die soft-reduction reduziert den Gießstrang schrittweise in seinem Querschnitt und beseitigt oder reduziert die Seigerungen und die Lunker. Hierbei werden ausgehend von der Lage der Sumpfspitze zur Reduzierung des Gießstrangs die Strangführungsrollen eingesetzt, die in Gießrichtung vor der Enderstarrung liegen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Seigerungen und Lunker infolge des Schrumpfens des flüssigen Sumpfes entstehen. Die Schrumpfung durch die Phasenumwandlung flüssig / fest ist größer als die Schrumpfung der erstarrenden Strangschale. Der schrumpfende Sumpf wird ab einem bestimmten Abstand (sog. kritischer Abstand) nicht mehr von oben nachgespeist. Infolge des kleiner werdenden Sumpfes entsteht ein Sog, der die mit Kohlenstoff angereicherte Restschmelze zwischen den Dendriten heraus saugt. Die kohlenstoffarmen Dendriten bleiben bestehen. Diese führen dann zu Lunkern und zu Seigerungen.

**[0003]** Aus der WO 03 / 070399 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stranggießen und unmittelbaren Verformen eines Metall-, insbesondere eines Gießstrangs aus Stahlwerkstoffen bekannt. Dieser Vorschlag zielt auf eine verbesserte Temperaturverteilung im Gießstrang ab. Dadurch soll auf einer dynamisch variablen Reduktionsstrecke über die Messung der Druckfestigkeit, abhängig von der örtlich anwendbaren Druckkraft, verformt werden. Das Ergebnis soll ein weitgehend fehlerfreies Gefüge der Enderstarrung sein.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, abweichend von dem bisherigen Verfahren die soft-reduction auf die Sumpfspitze auszurichten, die für die soft-reduction benötigten Strangführungsrollen an anderen Parametern auszurichten, um zu einem noch besseren Ergebnis des Gefüges der Enderstarrung zu gelangen.

**[0005]** Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass jeweils ein Bezugspunkt innerhalb des flüssigen Sumpfes, in dem ein Ein- oder Ausströmen von Schmelze in Stranglaufrichtung nicht mehr vollständig möglich ist, einen kritischen Schalenabstand bildet, der als Bezugsgröße für das Ansteuern von für die Verformung einzusetzenden Strangführungsrollen gewählt wird. Damit wird für das Ansteuern der Strangführungsrolle für die soft-reduction die Bezugsgröße an einem

Bezugspunkt vor der ersten Reduktion und nicht wie bisher nach der Reduktion gewählt, d.h. mit der ersten verformenden Strangführungsrolle hinter der Sumpfgeometrie "x" beginnt die Verformung. Damit ist der Vorteil verbunden, dass die Startposition für die soft-reduction nicht durch die Reduktion selbst beeinflusst wird und somit sich die für die Reduktion benötigten Strangführungsrollen nicht ändern. Die Lage und die Länge der soft-reduction-Zone können zunächst davon unbeeinflusst bleiben. Demzufolge wird nicht mehr das Ende wie bisher sondern der Anfang der soft-reductions-Strecke bestimmt. Ein weiterer Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass mit wenigen Informationen die Anstellung der soft-reduction ermittelt werden kann.

**[0006]** Die Erfindung wird dadurch verdeutlicht, dass die erste Reduktionsrolle in Stranglaufrichtung hinter oder an den Ort des kritischen Schalenabstandes gelegt wird.

**[0007]** Weiter ist vorgesehen, dass diese Bezugsgröße bezogen auf den gewählten Schalenabstand aus gießwerkstoffspezifischen, anlagenspezifischen und / oder betriebsspezifischen Werten einzeln oder als Mischwert gebildet wird.

**[0008]** Eine Ausgestaltung besteht darin, dass die Bezugsgröße als Abstand zum Kokillenbadspiegel gewählt wird. Dadurch kann eine Korrektur des Kokillenbadspiegels schon zur Beeinflussung der Lage der soft-reductions-Zone führen, ohne andere Parameter zu verändern.

**[0009]** Eine weitere ausgestaltende Maßnahme entsteht dadurch, dass die Bezugsgröße aus der Temperaturverteilung des flüssigen Sumpfes an der Stelle des kritischen Schalenabstandes ermittelt wird. Der Vorteil ist wiederum eine schnell zur Verfügung stehende Information mit der die Sumpfgeometrie bestimmt werden kann.

**[0010]** Eine andere Ausgestaltung besteht darin, dass die Bezugsgröße aus der Temperaturverteilung der Strangschale an der Stelle des kritischen Schalenabstandes ermittelt wird.

**[0011]** Weitere Merkmale der Erfindung bestehen darin, dass die Bezugsgröße aus einem Anteil der flüssigen Phase in der Restschmelze (liquid fraction) oder aus einem Anteil der festen Phase in der Restschmelze (solid fraction) an der Stelle des kritischen Strangschalenabstandes ermittelt wird.

**[0012]** Zur Kontrolle der die Grundlage bildenden Sumpfgeometrie kann auch so vorgegangen werden, dass als Bezugsgröße zusätzlich auch der Abstand der Durcherstarrung oder der Sumpfspitze vom Badspiegel in der Stranggießkokille gewählt wird.

**[0013]** Diese Kontrollmöglichkeit wird noch dadurch erweitert, dass die Bezugsgröße aus der Temperaturverteilung der Strangschale an der Stelle der Durcherstarrung oder der Sumpfspitze ermittelt wird.

**[0014]** Schließlich kann eine Messgröße noch dadurch erhalten werden, dass die Bezugsgröße aus der Abnahmeverteilung des Verlaufs einer linearen oder progres-

siven soft-reduction des betreffenden Gießwerkstoffs ermittelt wird.

**[0015]** Schließlich kann eine Vorgehensweise derart angewendet werden, dass die Bezugsgröße zusätzlich über die Temperaturverteilung aus dem Abstand der Durcherstarrung oder der Sumpfspitze vom Badspiegel des Verteilergefäßes ermittelt wird.

**[0016]** Eine Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Stahl oder Stahlwerkstoffen mit derselben Zielsetzung, geht von einem Schmelzenfluss aus einem Verteilergefäß, in eine Stranggießkokille aus, mit einer Sekundärkühlstrecke, einem Führungsrollengerüst und anschließender soft-reduction-Zone, in der der Gießstrang mittels einzeln oder im Verbund anstellbaren Strangführungsrollen im Strangquerschnitt reduziert wird.

**[0017]** Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die soft-reduction-Zone aus mehreren Längen von Stützrollensegmenten oder von einzelnen Strangführungsrollen gebildet und veränderbar lang ist, wobei einzelne Strangführungsrollen dieser Stützrollensegmente in Stufen aufeinander folgend auf die vorgesehene Dickenreduktion einstellbar und drehantreibbar sind.

**[0018]** In Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die erste verformende Strangführungsrolle an demjenigen Bezugspunkt angeordnet ist, in dem der Schalenabstand kritisch ist, d.h. dort ein vollständiger Austausch von Schmelze innerhalb des flüssigen Sumpfes in Stranglaufriichtung nicht mehr stattfindet oder eine verformende Strangführungsrolle in Stranglaufriichtung (knapp) dahinter angeordnet ist.

**[0019]** Mit den beschriebenen Informationen erfolgt eine Berechnung für die benötigte Reduktion des Gießstranges und der Abnahmeverteilung. Für die Berechnung können auch durchaus vorhandene Rechenmodelle, wie bspw. DTR / DSC (Dynamische Temperatur-Regelung / Dynamic Solidification Control) eingesetzt werden.

**[0020]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das nachstehend näher beschrieben wird.

**[0021]** Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Stranggießvorrichtung und

Fig. 2 im vergrößerten Maßstab die soft-reduction-Zone mit einem Diagramm für die Abnahmeverteilung der soft-reduction.

**[0022]** Das Verfahren zum Verformen des gießwarmeren Gießstrangs 1 aus Metall, insbesondere aus Stahl oder Stahlwerkstoffen, beruht auf dem Prinzip der soft-reduction mit einem flüssigen Sumpf 2, bei dem der Strangquerschnitt 2a schrittweise reduziert wird. Die Querschnittsveränderung erfolgt durch Anstellen einer oder mehrerer von für die Verformung aufeinander folgenden Strangführungsrollen 3, die teils leer laufen oder

anstellbar und drehangetrieben sind. Um nun nicht den Nachteil einzugehen, dass wie im Stand der Technik der Fall ist, die Querschnittsreduktion die Lage der Durcherstarrung 2b (Sumpfspitze) wieder in Stranglaufriichtung 16 verschiebt, wird das nachstehende besondere Verfahren angewendet (Fig. 2):

Es wird jeweils ein Bezugspunkt 5 innerhalb des flüssigen Sumpfes 2 der soft-reduction ausgewählt, indem eine Ein- oder Ausströmen von Schmelze in Stranglaufriichtung 16 nicht mehr vollständig möglich ist, einen kritischen Schalenabstand 8 bildet, der als Bezugsgröße für das Ansteuern von für die Verformung einzusetzenden Strangführungsrollen 3 gewählt wird. Dieser kritische Schalenabstand 8, bei dem ein vollständiger Austausch von Schmelze in Stranglaufriichtung 16 ausreichen vor bzw. hinter dem kritischen Schalenabstand 8 nicht mehr stattfindet, liegt in Stranglaufriichtung 16 vor der ersten Reduktionsrolle 3a. Die Bezugsgröße 6 wird bezogen auf den gewählten Schalenabstand 8 aus gießwerkstoffspezifischen, anlagenspezifischen und / oder betriebsspezifischen Parametern einzeln oder als Mischwert gebildet und in einem Rechenmodell eingesetzt, das ohnehin schon für die soft-reduction verwendet wird.

**[0023]** Danach kann die Bezugsgröße 6 aus dem Abstand des kritischen Schalenabstandes 8 zum Kokillenbadspiegel 10a der Stranggießkokille 10 gewählt werden (Fig. 1). Die Bezugsgröße 6 kann auch aus der Temperaturverteilung des flüssigen Sumpfes 2 an der Stelle des kritischen Schalenabstandes 8 gewählt werden (Fig. 2). Weiter ist auch möglich, die Bezugsgröße 6 aus der Temperaturverteilung der Strangschale 9 an der Stelle des kritischen Schalenabstandes 8 zu wählen. Zusätzlich kann eine Kontrolle der Bezugsgröße 6 aus dem Abstand 11 der Durcherstarrung oder der Sumpfspitze 2b vom Badspiegel 10a in der Stranggießkokille 10 erfolgen.

**[0024]** Eine weitere Kontrolle oder Beeinflussung der soft-reductions-Zone 4 findet dadurch statt, dass die Bezugsgröße 6 zusätzlich über die Temperaturverteilung aus dem Abstand 12 der Durcherstarrung 2b oder der Sumpfspitze 2b vom Badspiegel 13 des Verteilergefäßes 14 ermittelt wird (Fig. 1). Schließlich kann die Bezugsgröße 6 aus der Temperaturverteilung der Strangschale 9 an der Stelle der Durcherstarrung oder Sumpfspitze 2b gewählt werden (Fig. 2). Die Bezugsgröße 6 kann auch noch (zusätzlich) aus der Abnahmeverteilung 15 des Verlaufs einer linearen oder progressiven soft-reduction des betreffenden Gießwerkstoffs gewählt werden (Fig. 2).

**[0025]** Die Stranggießvorrichtung besteht aus den Hauptgruppen (Fig. 1) Verteilergefäß 14, Stranggießkokille 10, Sekundärkühlstrecke 17, Führungsrollengerüst 18 und einzelnen Stützrollensegmenten 19 mit Reduktionsrollen 3a. Die soft-reductions-Zone 4 ist aus mehreren Längen von Stützrollensegmenten 19 gebildet und ist veränderbar lang, wobei einzelne Strangführungsrollen 3 der Stützrollensegmente 19 in Stufen aufeinander folgend auf die vorgesehene Dickenreduktion einstellbar

und drehantreibbar sind. Die erste verformende Strangführungsrolle 3a ist an demjenigen Bezugspunkt 5 angeordnet, an dem der Schalenabstand 8 kritisch ist, d.h. bei dem in Stranglaufriichtung 16 ein vollständiger Austausch von Schmelze aus Bereichen vor oder hinter dem kritischen Schalenabstand 8 nicht mehr stattfindet.

#### Bezugszeichenliste

#### [0026]

1	Gießstrang
2	flüssiger Sumpf
2a	Strangquerschnitt
2b	Sumpfspitze / Durcherstarrung
3	Strangführungsrolle
3a	erste Reduktionsrolle
4	soft-reduction-Zone
5	Bezugspunkt
6	Bezugsgröße
7	Sumpfgeometrie
8	kritischer Schalenabstand
9	Strangschale
10	Stranggießkokille
10a	Kokillenbadspiegel
11	Abstand vom Badspiegel der Stranggießkokille
12	Abstand vom Badspiegel des Verteilergefäßes
13	Badspiegel des Verteilergefäßes
14	Verteilergefäß
15	Abnahmeverteilung der soft-reduction
16	Stranglaufriichtung
17	Sekundärkühlstrecke
18	Führungsrollengerüst
19	Stützrollensegment mit Verformungsrolle

#### Patentansprüche

- Verfahren zum Verformen eines gießwarmen Stranges (1) aus Metall, insbesondere aus Stahl oder Stahlwerkstoffen, das auf dem Prinzip der soft-reduction aufbaut d.h. bei dem ein flüssiger Sumpf (2) bzw. der Strangquerschnitt (2a) schrittweise reduziert wird durch Anstellen einer oder mehrerer von für die Verformung aufeinander folgenden Strangführungsrollen (3), von denen zumindest eine in einer Gruppe anstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein Bezugspunkt (5) innerhalb des flüssigen Sumpfes (2), in dem ein Ein- oder Ausströmen von Schmelze in Stranglaufriichtung (16) nicht mehr vollständig möglich ist, einen kritischen Schalenabstand (8) bildet, der als Bezugsgröße (6) für das Ansteuern von für die Verformung einzusetzenden Strangführungsrollen (3) gewählt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die erste Reduktionsrolle (3a) in Stranglaufriichtung (16) hinter oder an den Ort des kritischen Schalenabstands (8) gelegt wird.

- Verfahren nach den Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Bezugsgröße (6) bezogen auf den gewählten Schalenabstand (8) aus gießwerkstoffspezifischen, anlagenspezifischen und / oder betriebspezifischen Werten einzeln oder als Mischwert gebildet wird.
- Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsgröße (6) als Abstand zum Kokillenbadspiegel (10a) gewählt wird.
- Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsgröße (6) aus der Temperaturverteilung des flüssigen Sumpfes (2) an der Stelle des kritischen Schalenabstandes (8) ermittelt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsgröße (6) aus der Temperaturverteilung der Strangschale (8) an der Stelle des kritischen Schalenabstandes (8) ermittelt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsgröße (6) aus einem Anteil der flüssigen Phase in der Restschmelze oder aus dem Anteil der festen Phase in der Restschmelze an der Stelle des kritischen Strangschalenabstands (8) ermittelt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Bezugsgröße (6) zusätzlich auch der Abstand (11) der Durcherstarrung oder der Sumpfspitze (2b) vom Badspiegel (10a) in der Stranggießkokille (10) gewählt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsgröße (6) aus der Temperaturverteilung der Strangschale (8) an der Stelle der Durcherstarrung oder der Sumpfspitze (2b) ermittelt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsgröße (6) aus der Abnahmeverteilung (15) des Verlaufs einer linearen oder progressiven soft-reduction des betreffenden Gießwerkstoffs ermittelt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Bezugsgröße (6) zusätzlich über die Temperaturverteilung aus dem Abstand (12) der Durcherstarrung (2b) oder der Sumpfspitze (2b) vom Badspiegel (13) des Verteilergefäßes (14) ermittelt wird. 5

12. Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Stahl oder Stahlwerkstoffen aus einem Verteilergefäß (14) in eine Stranggießkokille (10) mit einer Sekundärkühlstrecke (17), einem Führungsrollengerüst (18) und anschließender soft-reduction-Zone (4), in der der Gießstrang (1) mittels einzeln oder im Verbund anstellbaren Strangführungsrollen (3a) im Strangquerschnitt (2a) reduziert wird, 10  
15

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die soft-reduction-Zone (4) aus mehreren Längen von Stützrollensegmenten (19) oder von einzelnen Strangführungsrollen (3) gebildet und veränderbar lang ist, wobei einzelne Strangführungsrollen (3) dieser Stützrollensegmente (19) in Stufen aufeinander folgend auf die vorgesehene Dickenreduktion einstellbar und drehantreibbar sind. 20

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, 25  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die erste verformende Strangführungsrolle (3a) an demjenigen Bezugspunkt (5) angeordnet ist, in dem der Schalenabstand (8) kritisch ist, d.h. dort ein vollständiger Austausch von Schmelze innerhalb des flüssigen Sumpfes (2) in Stranglaufrichtung (16) nicht mehr stattfindet oder eine verformende Strangführungsrolle (3a) in Stranglaufrichtung (16) dahinter angeordnet ist. 30  
35

40

45

50

55

FIG. 1

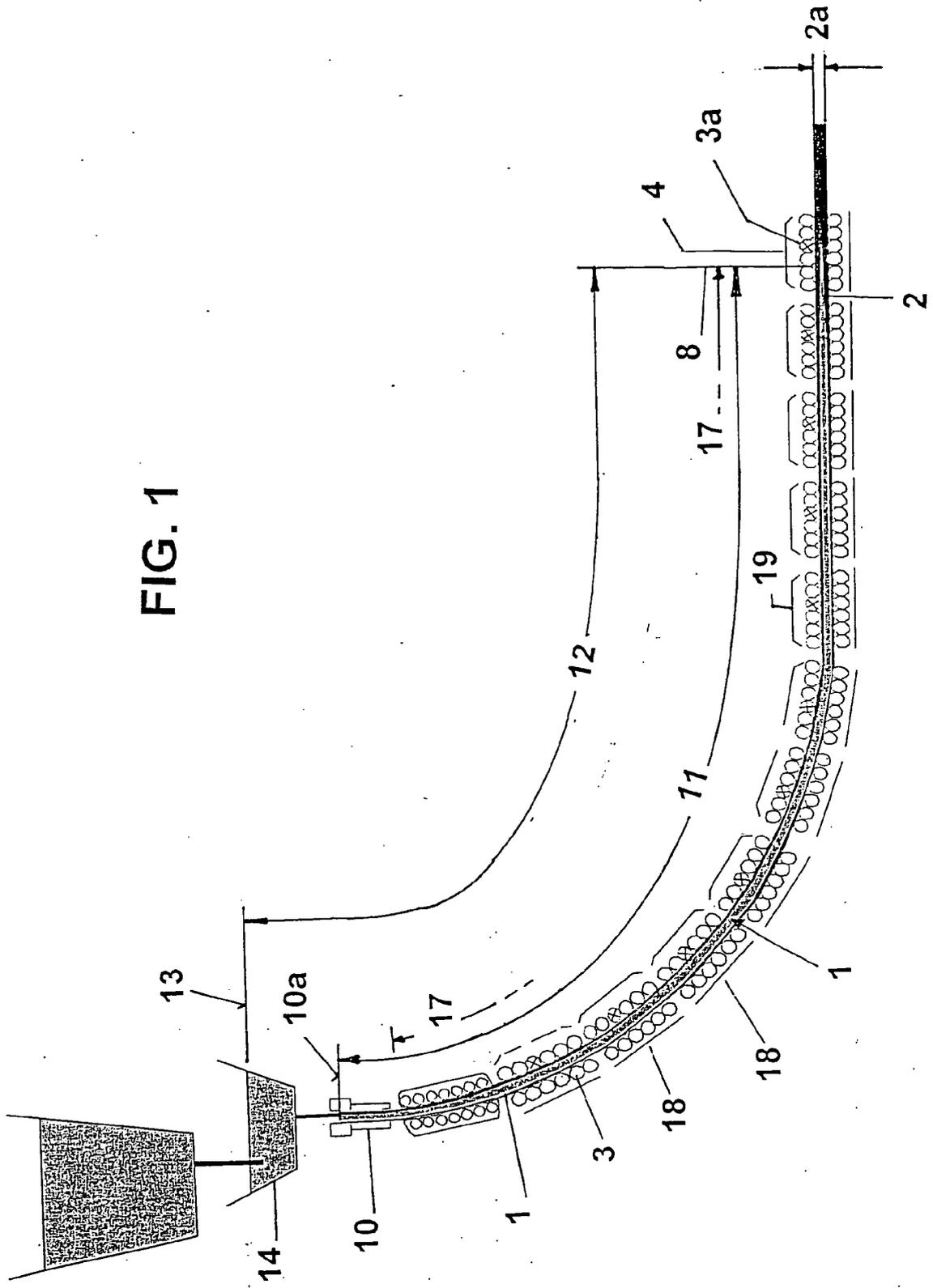
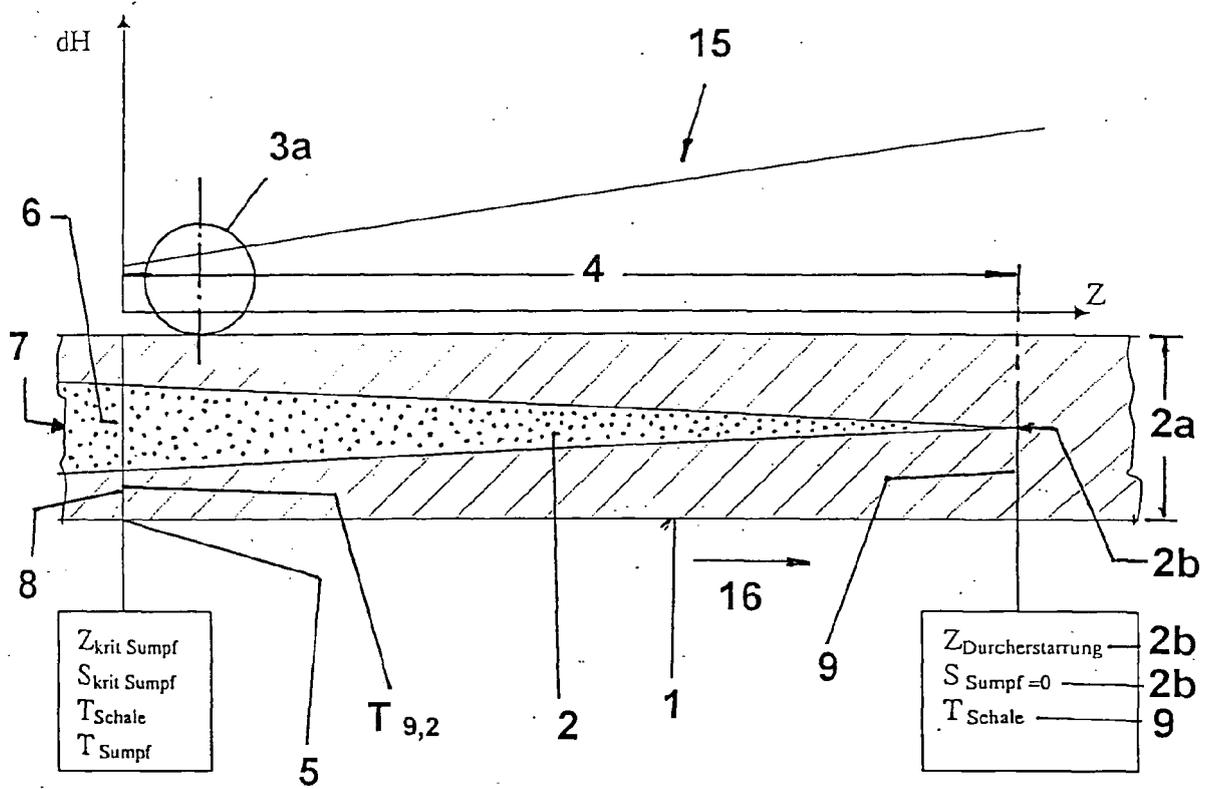


FIG. 2



**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**

- WO 03070399 A1 [0003]