

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 406 746 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1844/98
(22) Anmeldetag: 06.11.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2000
(45) Ausgabetag: 25.08.2000

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/128**
B22D 11/14

(56) Entgegenhaltungen:
AT 373518B AT 331439B AT 249896B

(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
SOLLAC-FOS
F-13776 FOS SUR MER (FR).

(72) Erfinder:
HÖDL HEINZ DIPL. ING.
LEONDING, OBERÖSTERREICH (AT).
STIFTINGER MICHAEL DIPL. ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
EICHINGER ANDREAS DIPL. ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
ENGEL KURT ING.
ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH (AT).
MARIOTON JEAN-FRANCOIS
SAINT CHAMAS (FR).
ZURITA GERARD
SAINT MARTIN DECRAU (FR).
GUYOT VINCENT
PELISSANNE (FR).
LOPEZ CATHERINE
METZ (FR).

(54) VERFAHREN ZUM STRANGGIEßEN VON METALL SOWIE STRANGGIEßANLAGE HIERZU

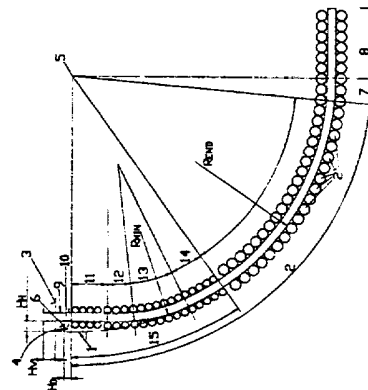
AT 406 746 B

(57) Bei einem Verfahren zum Stranggießen von Metallsträngen durch Gießen des Metalles in eine gerade, vertikal ausgerichtete Kokille (9) und nachfolgendes Abziehen des in der Kokille (9) gebildeten geraden Stranges wird der gerade Strang zunächst in einer Biegezone (12) entlang einer Übergangskurve in eine Kreisbogenform gebogen, entlang einer Kreisbogenführung (2) geführt und anschließend in einer End-Richtzone (7) entlang einer Übergangskurve geraderichtet und danach über eine etwa horizontale Geradföhrung (8) ausgeföhrert.

Um ausgehend von einer Stranggießanlage mit einer Bogenkokille (1) eine Anlage mit einer geraden Kokille (9) zu schaffen, wobei möglichst viele Komponenten der Stranggießanlage mit der Bogenkokille (1) weiter Verwendung finden können, wird wie folgt vorgegangen:

Der aus der geraden Kokille (9) austretende gerade Strang wird in mindestens einer Biegezone (12) entlang einer Übergangskurve in eine ersten Radius (R_{min}) aufweisende Kreisbogenform gebogen, in mindestens einer nachgeordneten Richtzone (14) entlang einer Übergangskurve in eine Kreisbogenform mit größerem

zweiten Radius (R_{end}) als der erste Radius (R_{min}) gebogen, welcher Radius (R_{end}) vorzugsweise dem der Kreisbogenform einer ursprünglich vorhandenen Stranggießanlage mit Bogenkokille (1) entspricht.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen von Metall-, insbesondere Stahlsträngen, durch Gießen des Metalls in eine gerade, vertikal ausgerichtete Kokille und nachfolgendes Abziehen des in der Kokille gebildeten geraden Stranges, wobei der gerade Strang zunächst in einer Biegezone entlang einer Übergangskurve in eine Kreisbogenform mit einem Radius gebogen, entlang einer Kreisbogenführung mit dem Radius geführt, anschließend in einer End-Richtzone entlang einer Übergangskurve geradegerichtet und danach über eine etwa horizontale Geradföhrung ausgefördert wird, sowie eine Stranggießanlage zur Durchführung des Verfahrens und ein Verfahren zum Umbau einer Stranggießanlage mit einer Bogenkokille in eine Stranggießanlage mit einer geraden Kokille.

Es ist bekannt, zum Beispiel aus der AT-B - 373 518 und der AT-B - 331 439, zur Erzeugung eines Metallstranges im Stranggießverfahren eine gerade Kokille zu verwenden, d.h. eine Kokille, deren Hohlraum, in den das flüssige Metall eingegossen wird, gerade ausgebildet und vertikal ausgerichtet ist. Der Strang wird nach dem Austreten aus der Kokille über eine Führung mit einem Rollensystem, das entweder in Stützsegmenten oder in durchgehenden Längsträgern eingebaut ist, geführt und gekühlt, so daß die noch dünne Strangschale ausreichend gegen durch den ferrostatischen Druck bewirktes Ausbeulen abgestützt ist. Zunächst wird meist der Strang unterhalb der Kokille noch mittels einer Geradföhrung geführt, die sich über eine Länge erstreckt, die dem Strang infolge der direkten Kühlung unterhalb der Kokille eine ausreichend feste Strangschale sichert, so daß der Strang anschließend in einer Biegezone derart gebogen werden kann, daß er entlang einer Kreisbogenführung, die an die Biegezone anschließt und einen vorbestimmten Radius aufweist, weitergefördert werden kann. An die Kreisbogenführung schließt eine End-Richtzone an, in der der Strang wiederum geradegerichtet wird. Im geraden Zustand wird der Strang über eine etwa horizontal ausgerichtete Geradföhrung ausgefördert.

Es ist ferner bekannt, beispielsweise aus der AT-B - 249 896, zur Erzeugung eines Metallstranges im Stranggießverfahren unter Vermeidung einer Biegezone den Strang bereits bogenförmig zu gießen, und zwar in einer sogenannten Bogenkokille. Bei einer solchen Bogenkokille ist der Hohlraum, in den das flüssige Metall gegossen wird, bogenförmig, vorzugsweise kreisbogenförmig ausgebildet, so daß der aus der Kokille austretende Strang direkt nach dem Austreten mittels einer Kreisbogenführung gestützt und gefördert werden kann. In diesem Fall ist lediglich am Ende der Kreisbogenführung eine End-Richtzone anzuordnen, in der der Strang wiederum geradegerichtet wird, so daß er anschließend so wie oben beschrieben an einer etwa horizontal angeordneten Geradföhrung ausgefördert werden kann.

Stranggießanlagen mit Bogenkokillen wurden zwar weltweit gebaut; diese Anlagen haben jedoch metallurgische Nachteile, die vor allem darin zu sehen sind, daß mit dem Gießstrahl eingebrachte Verunreinigungen und Gasbläschen, die tief in den flüssigen Kern des Stranges vordringen, nicht mehr so leicht zum Gießspiegel aufsteigen können wie bei einer geraden Kokille. Auch sind die Strömungsverhältnisse bei einer Bogenkokille weniger günstig, so daß es eher zu Störungen beim Schalenwachstum kommen kann.

Aus diesen Gründen hat man versucht, Stranggießanlagen mit Bogenkokillen in Stranggießanlagen mit einer geraden Kokille umzubauen. Will man hierbei die gleiche Strangführung verwenden, wie sie bei der ursprünglichen Stranggießanlage mit Bogenkokille vorgesehen war, ist man gezwungen, der kreisbogenförmigen Strangführung eine Biegezone vorzuordnen und oberhalb derselben fluchtend eine gerade Stranggießkokille anzuordnen. Dies gibt jedoch Schwierigkeiten, da dann das Niveau der geraden Kokille weit über der Höhe der ursprünglich vorgesehenen Bogenkokille liegt. Dies ist nicht akzeptabel, da unter Umständen nicht nur die Gießhalle vergrößert werden muß, sondern das gesamte Hallenkonzept neu gestaltet werden muß, denn es müssen die Gießbühne, Zwischengefäße und der Pfannentragturm sowie die Zubringung der Pfannen etc. an das neue Niveau angepaßt werden. Die Folge ist eine völlige Umgestaltung der Gießhalle, was dementsprechend kostspielig ist und andererseits eine lange Stilllegung des Gießbetriebes bedingt.

Eine andere Möglichkeit ist die, die Kreisbogenführung zu ersetzen, u.zw. durch eine Kreisbogenführung, passend zur geraden Kokille mit nachgeordneter Biegezone. Dies ist jedoch ebenfalls sehr aufwendig und kostspielig, so daß man doch in den meisten Fällen die metallurgischen Nachteile einer Bogenkokille in Kauf genommen hat.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Stranggießen sowie eine

Stranggießanlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, bei denen der Strang unter Verwendung einer geraden Kokille und unter Verwendung der wichtigsten Komponenten einer Stranggießanlage mit gebogener Kokille, wie z.B. der Kreisbogenführung, Gießbühne etc. gegossen werden kann. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, bei einer Stranggießanlage mit gerader Kokille etwa die Bauhöhe einzuhalten, die eine Stranggießanlage mit gebogener Kokille bei gleichem Radius des Gießstranges bzw. der Kreisbogenführung aufweist. Notwendige Umbauten beim Wechsel von einer Bogenkokille zu einer geraden Kokille sollen zeit- und kostenmäßig minimiert werden.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Stranggießen eines Metallstranges der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß der Strang in mindestens einer Biegezone entlang einer Übergangskurve in eine ersten Radius aufweisende Kreisbogenform gebogen wird und in mindestens einer nachgeordneten Richtzone entlang einer Übergangskurve in eine Kreisbogenform mit größerem Radius als der Radius, den der Strang nach der ersten Biegezone aufweist, gebogen wird, wobei der größere Radius vorzugsweise dem Radius der Kreisbogenführung vor der End-Richtzone entspricht.

Vorzugsweise wird der einen ersten Radius aufweisende Strang zwischen der ersten Biegezone und der ersten nachgeordneten Richtzone entlang einer Kreisbogenführung mit diesem ersten Radius geführt, wobei vorteilhaft der aus der Kokille austretende gerade Strang zwischen der Kokille und der ersten Biegezone entlang einer vertikalen Geradföhrung geführt wird.

Ist der Radius der Kreisbogenführung sehr groß, wird zweckmäßig der Strang nach dem Biegen in der ersten der Biegezone nachgeordneten Richtzone in mindestens einer weiteren nachgeordneten Richtzone in eine Kreisbogenform mit größerem Radius, als der Radius, den der Strang vor der nachgeordneten Richtzone aufweist, gebogen.

Für große Radien der Kreisbogenführung kann gemäß einer Variante am Strang nach dem Verformen in der ersten Biege- und nachgeordneten Richtzone mindestens ein weiteres Verformen in einer weiteren Biege- und nachgeordneten Richtzone durchgeführt werden.

Eine Stranggießanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer geraden Kokille, einer dieser in Strangausziehrichtung nachgeordneten Strangführung mit einer Biegezone, einer Kreisbogenführung und einer End-Richtzone mit anschließender etwa horizontaler Geradföhrung ist dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer Biegezone mindestens eine Richtzone mit anschließender Kreisbogenführung nachgeordnet ist.

Vorteilhaft ist zwischen der ersten Biegezone und der ersten Richtzone eine Kreisbogenführung vorgesehen, wobei zweckmäßig zwischen der Kokille und der ersten Biegezone eine vertikale Geradföhrung für den Strang vorgesehen ist.

Gemäß einer Variante ist nach der ersten Biege- und nachgeordneten Richtzone mindestens eine weitere Biegezone mit nachgeordneter Richtzone vorgesehen.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß gemäß der AT-B - 331 439 der durch die Biegezone(n) bzw. Richtzonen hervorgerufene Verlauf der Dehnung des Stranges in mindestens einem der beiden Übergangsbereiche etwa die Gestalt eines schräg verzerrten, eine Wendetangente aufweisenden "S" besitzt, wobei die Steigung am Beginn und am Ende der über dem Bereich aufgetragenen Dehnungskurve Null ist, bezogen auf die X-Achse eines karthesischen Koordinatensystems, dessen Ursprung sich jeweils am Beginn der Übergangskurve befindet und dessen X-Achse eine Tangente an die Übergangskurve darstellt.

Hierbei entspricht zweckmäßig die Steigung der Wendetangente höchstens einer maximal zulässigen Änderung der Dehnung von 0,0025 %/mm beim Biegen und 0,0030 %/mm beim Richten.

Vorzugsweise folgt die Übergangskurve der Differentialgleichung der Krümmungsänderung (y''')

$$y''' = \varphi'(x_i) \cdot \frac{1}{R_{E_0} X_E \int \varphi'(x_i) dx}$$

und ist $\varphi'(x_i)$ die Funktion der Dehnungsänderung, die über die Erstreckung der Biege- bzw. Richtzone einen von Null zunächst ansteigenden, dann das Maximum der Dehnungsänderung erreichenden und dann wieder auf Null abfallenden Verlauf hat, stellt R_E gleich dem

Kreisbogenradius am Ende der Biege- bzw. am Anfang der Richtzone und X_E die vertikale Projektion der Biegezone bzw. die horizontale Projektion der Richtzone, und x_j eine Lagekoordinate im Koordinatensystem dar.

Ein Verfahren zum Umbau einer Stranggießanlage mit einer Bogenkokille, einer daran anschließenden Kreisbogenführung und einer End-Richtzone mit nachgeordneter etwa horizontaler Geradföhrung in eine Stranggießanlage mit einer geraden, vertikal ausgerichteten Kokille ist dadurch gekennzeichnet,

- daß die Bogenkokille und ein daran anschließender Teil der Kreisbogenführung entfernt werden,
- daß eine gerade Kokille an einer Stelle der Stranggießanlage eingebaut wird, deren Entfernung zum Krümmungsmittelpunkt der Kreisbogenführung geringer ist als der Radius der ursprünglichen Kreisbogenführung,
- daß eine Übergangskurve aufweisende Biegezone fluchtend zur geraden Kokille eingebaut wird, aus der der Strang mit einem ersten Radius, der geringer ist als der Radius der Kreisbogenführung, austritt, und
- daß der Biegezone nachfolgend mindestens eine Richtzone eingebaut wird, aus der der Strang mit einem zweiten Radius, der größer ist als der erste Radius, austritt, und welcher zweite Radius vorzugsweise dem Radius des in der Stranggießanlage verbleibenden Teils der ursprünglich vorhandenen Kreisbogenführung entspricht und in diese Kreisbogenführung fluchtend, d.h. tangengleich übergeht.

Zweckmäßig wird zwischen der Biegezone und der ersten Richtzone eine Kreisbogenführung eingebaut.

Gemäß einer bevorzugten Variante wird zwischen der Kokille und der Biegezone eine fluchtend zur Kokille angeordnete Geradföhrung eingebaut.

Um mit einer nicht zu starken Biegung des Stranges das Auslangen zu finden, wird vorteilhaft die gerade Kokille in einem Niveau in die Stranggießanlage eingebaut, das von dem Niveau der Bogenkokille nur gering abweicht, vorzugsweise gering über diesem Niveau liegt, wobei die Abweichung vom Niveau der Bogenkokille abhängig ist von der Hallenhöhe, der installierten Krananlage etc. Als "geringe Höhenabweichung" wird in der Regel eine solche bezeichnet, bei der ein Umbau der Hallenkonstruktion auf jeden Fall vermieden werden kann; in der Regel liegt die Höhenabweichung bei üblich gestalteten Gießhallen bei $1/2$ m bis maximal einem Meter.

Für große Radien der Kreisbogenführung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn anschließend an die erste Richtzone eine weitere Richtzone mit nachgeordneter Kreisbogenführung eingebaut wird.

Nach einer anderen Variante ist es für große Radien der Kreisbogenführung zweckmäßig, wenn nach der ersten Biege- und nachgeordneten Richtzone mindestens eine weitere Biege- und nachgeordnete Richtzone eingebaut wird.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispielles, das in der Zeichnung veranschaulicht ist, näher erläutert, wobei die Fig. eine schematische Seitenansicht einer Stranggießanlage mit gerader Kokille und gebogener Kokille zeigt.

In der Fig. ist mit strichlierten Linien eine Bogenkokille 1 mit der an sie anschließenden Strangführung 2 veranschaulicht, wobei zur Vereinfachung der Darstellung die Strangführung 2 im oberen Bereich - d.h. unmittelbar unterhalb der Bogenkokille 1 - nur durch eine strichlierte Linie, die die Strangaußen- bzw. -Unterseite veranschaulicht, dargestellt ist. Diese Strangführung 2 ist, so wie üblich, von an die Kokille anschließenden Stütz- und Führungsrollen 2' gebildet, die den Strang beidseitig, also an der Außen- bzw. Unterseite und auch an der Innen- bzw. Oberseite in engen Abständen abstützen. Die mit strichlierter Linie veranschaulichte Strangunter- bzw. Strangaußenseite bildet somit eine Einhüllende all dieser Rollen.

Die Gießbühne 3 liegt etwa in der Höhe der Oberkante der Bogenkokille 1. Der Innenraum 4 der Bogenkokille 1, d.h. der durchgehende Hohlraum 4, in den die Metallschmelze, die über eine nicht dargestellte übliche Gießpfanne in ein ebenfalls nicht dargestelltes, jedoch herkömmlich ausgestaltetes Zwischengefäß und von diesem über ein Gießrohr in die Bogenkokille 1 strömt, ist bogenförmig gestaltet, u.zw. kreisbogenförmig. Die an die Bogenkokille 1 anschließende Kreisbogenführung 2 weist einen Radius R_{end} auf. Der Mittelpunkt 5 dieser Kreisbogenführung befindet sich etwa in Höhe der unteren Hälfte der Bogenkokille 1 und somit um die Höhe H_0

unterhalb des Gießspiegels 6 der Bogenkokille 1.

An die Kreisbogenführung 2, die sich nicht ganz über einen Viertelkreisbogen erstreckt, schließt eine Richtzone 7 an, in der der Strang mittels Stütz- und Biegerollen geraderichtet wird. Die Richtzone 7 weist vorteilhaft eine Übergangskurve gemäß AT-B - 331 439 auf, um ein schonendes Geraderichten des Stranges zu sichern. Anschließend an die Richtzone 7 ist eine etwa horizontal ausgerichtete Geradföhrung 8 vorgesehen, die ebenfalls eng benachbarte Stütz- und Führungsrollen aufweist. Entlang dieser Geradföhrung 8 wird der Strang ausgefördert, anschließend in einzelne Strangstücke getrennt oder auch direkt verwalzt. Die Geradföhrung 8 kann von der Horizontalen auch abweichen; so sind $5^\circ \pm$ von der Horizontalen ohne weiteres möglich.

Mit vollen Linien ist in der Fig. eine Stranggießanlage dargestellt, bei der anstelle der Bogenkokille 1 eine gerade Kokille 9 Verwendung findet. Wie aus der Fig. ersichtlich, ist diese gerade Kokille 9 um einen horizontalen Betrag H_H gegenüber der Bogenkokille 1 in Richtung zum Mittelpunkt 5 der Kreisbogenführung 2 versetzt angeordnet.

Zusätzlich ist diese gerade Kokille 9 auch um einen geringen Betrag höhenmäßig gegenüber der Bogenkokille 1 versetzt, u.zw. um die Höhe H_V angehoben. An die gerade Kokille 9, d.h. eine Kokille 9 mit einem vertikal ausgerichteten und geradlinigen Hohlraum 10, in den die Metallschmelze eingegossen wird, schließt eine vertikal ausgerichtete Geradföhrung 11 an. Hierdurch wird ein rein vertikal ausgerichteter Abschnitt des gegossenen Stranges sichergestellt, der ein effizientes Reinigen, d.h. Aufsteigen von Verunreinigungen und Gasbläschen, die mit dem Gießstrahl in den flüssigen Kern des Stranges eingespült werden, sicherstellt.

Anschließend an die vertikale Geradföhrung 11 ist eine Biegezone 12 vorgesehen, die eine Übergangskurve aufweist, entlang der der Strang von geradlinig in eine Kreisbogenform gebogen wird. Diese Übergangskurve ist zweckmäßig ebenfalls gemäß der AT-B - 331 439 gestaltet.

Die Kreisbogenform weist einen Radius R_{\min} auf, der geringer ist als der Radius R_{end} der Kreisbogenführung 2, die für die Bogenkokille 1 vorgesehen war. Der Biegezone 12 nachgeordnet ist eine Kreisbogenführung 13 mit dem Radius R_{\min} , die sich nur über einen kleineren Radiuswinkel von etwa 20° erstreckt. An diese Kreisbogenführung 13 schließt eine Richtzone 14 an, in der der Strang geringfügig gerichtet wird, u.zw. genau auf den Radius R_{end} aufgebogen wird, den die ursprünglich für die Bogenkokille 1 vorgesehene Kreisbogenführung 2 aufweist. R_{\min} ist in Abhängigkeit vom zu vergießenden Werkstoff, von der Gießgeschwindigkeit und von der Gießdicke (Strangdicke) zu wählen. Es ist bei der Wahl von R_{\min} zu beachten, daß die Strangschale keinen zu großen Belastungen (keiner zu großen Dehnungsänderung) beim erstmaligen Biegen ausgesetzt wird.

Je näher die gerade Kokille 9 zum Krümmungsmittelpunkt 5 gerückt wird, desto eher gelingt es, für die gerade Kokille 9 - trotz relativ langer Geradföhrung 11 - ein Niveau 3 der Bogenkokille 1 zu halten, allerdings unter Verkleinerung von R_{\min} , insbesondere dann, wenn eine lange vertikale Geradföhrung 11 gewünscht wird.

Auf diese Art und Weise gelingt es, den Strang von einer geraden Kokille 9 in die Kreisbogenführung 2 der Bogenkokille 1 zu bringen, ohne daß die gerade Kokille 9 weit angehoben werden muß. Somit gelingt es mit einem nur geringen Umbau - es muß lediglich der erste Teil 15 der Kreisbogenführung 2, der von der Bogenkokille 1 ausgeht und sich bis zum Ende der neu errichteten Richtzone 14 erstreckt, entfernt werden - sich sämtliche metallurgischen Vorteile der geraden Kokille zunutze zu machen. Das Zwischengefäß und der Pfannentragturm können ohne weiteres weiter verwendet werden, gegebenenfalls nach nur geringfügiger Anhebung. Die Gießhalle selbst wird hierdurch keinesfalls betroffen.

Aus der Fig. ist zu ersehen, daß eine geringfügige Verkürzung der an die gerade Kokille 9 anschließenden vertikalen Geradföhrung 11 genügen würde, und die gerade Kokille 9 käme genau auf dem Niveau zu stehen, auf dem sich die Bogenkokille 1 befunden hat.

Wesentlich für die Erfindung ist, daß der aus der geraden Kokille 9 austretende Strang zunächst auf einen Radius R_{\min} gebogen wird, der kleiner ist als der Radius R_{end} der Kreisbogenführung 2 der Bogenkokille 1, und erst dann auf diesen Radius R_{end} gebogen wird. Dieses Biegen des geraden Stranges auf den Radius R_{end} kann auch in mehreren Stufen erfolgen, beispielsweise durch Anordnung mehrerer Richtzonen 14 hintereinander, aber auch durch Biegen in einer ersten Biegezone 12, die den geraden Strang auf einen engeren Radius R_{\min} biegt als der

Radius R_{end} der Kreisbogenführung, anschließendes Richten auf einen etwas größeren Radius als R_{min} , den der Strang einnimmt, wenn er die erste Biegezone verläßt, wobei sich dieser Vorgang auch mehrmals wiederholen kann, so lange, bis der Radius R_{end} der Kreisbogenführung der Bogenkokille erreicht ist. Diese Varianten mit mehrmaligem Richten bzw. mehrmaligem Biegen-Richten sind vorteilhaft anzuwenden, wenn gewünscht wird, daß sich die gerade Kokille 9 genau auf dem Niveau 3 der ausgebauten Bogenkokille 1 befindet.

PATENTANSPRÜCHE:

10

1. Verfahren zum Stranggießen von Metall-, insbesondere Stahlsträngen, durch Gießen des Metalls in eine gerade, vertikal ausgerichtete Kokille (9) und nachfolgendes Abziehen des in der Kokille (9) gebildeten geraden Stranges, wobei der gerade Strang zunächst in einer Biegezone entlang einer Übergangskurve in eine Kreisbogenform mit einem Radius (R_{end}) gebogen, entlang einer Kreisbogenführung (2) mit dem Radius (R_{end}) geführt, anschließend in einer End-Richtzone (7) entlang einer Übergangskurve geraderichtet und danach über eine etwa horizontale Geradföhrung (8) ausgeföhrert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Strang in mindestens einer Biegezone (12) entlang einer Übergangskurve in eine ersten Radius (R_{min}) aufweisende Kreisbogenform gebogen wird und in mindestens einer nachgeordneten Richtzone (14) entlang einer Übergangskurve in eine Kreisbogenform mit größerem Radius (R_{end}) als der Radius (R_{min}), den der Strang nach der ersten Biegezone aufweist, gebogen wird, wobei der größere Radius (R_{end}) vorzugsweise dem Radius (R_{end}) der Kreisbogenführung (2) vor der End-Richtzone (7) entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der einen ersten Radius (R_{min}) aufweisende Strang zwischen der ersten Biegezone (12) und der ersten nachgeordneten Richtzone (14) entlang einer Kreisbogenführung (13) mit diesem ersten Radius (R_{min}) geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Kokille (9) austretende gerade Strang zwischen der Kokille (9) und der ersten Biegezone (12) entlang einer vertikalen Geradföhrung (11) geführt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Strang nach dem Biegen in der ersten, der Biegezone (12) nachgeordneten Richtzone (14) in mindestens einer weiteren nachgeordneten Richtzone in eine Kreisbogenform mit größerem Radius als der Radius (R_{min}), den der Strang vor der nachgeordneten Richtzone aufweist, gebogen wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Strang nach dem Verformen in der ersten Biege- und nachgeordneten Richtzone (11, 14) mindestens ein weiteres Verformen in einer weiteren Biege- und nachgeordneten Richtzone durchgeführt wird.
6. Stranggießanlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 mit einer geraden Kokille (9), einer dieser in Strangausziehrichtung nachgeordneten Strangführung mit einer Biegezone (12), einer Kreisbogenführung (2) und einer End-Richtzone (7) mit anschließender etwa horizontaler Geradföhrung (8), dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer Biegezone (12) mindestens eine Richtzone (14) mit anschließender Kreisbogenführung (2) nachgeordnet ist.
7. Stranggießanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Biegezone (12) und der ersten Richtzone (14) eine Kreisbogenführung (13) vorgesehen ist.
8. Stranggießanlage nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kokille (9) und der ersten Biegezone (12) eine vertikale Geradföhrung (11) für den Strang vorgesehen ist.
9. Stranggießanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß nach der ersten Biege- und nachgeordneten Richtzone (12,14) mindestens eine weitere Biegezone mit nachgeordneter Richtzone vorgesehen ist.

55

10. Stranggießanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Biegezone(n) (12) bzw. Richtzonen (7, 14) hervorgerufene Verlauf der Dehnung des Stranges in mindestens einem der beiden Übergangsbereiche etwa die Gestalt eines schräg verzerrten, eine Wendetangente aufweisenden "S" besitzt, wobei die Steigung am Beginn und am Ende der über dem Bereich aufgetragenen Dehnungskurve Null ist, bezogen auf die X-Achse eines karthesischen Koordinatensystems, dessen Ursprung sich jeweils am Beginn der Übergangskurve befindet und dessen X-Achse eine Tangente an die Übergangskurve darstellt.
11. Stranggießanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der Wendetangente höchstens einer maximal zulässigen Änderung der Dehnung von 0,0025 %/mm beim Biegen und 0,0030 %/mm beim Richten entspricht.
12. Stranggießanlage nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangskurve der Differentialgleichung der Krümmungsänderung (y''')

$$y''' = \varphi'(x_i) \cdot \frac{1}{R_{E0} X_E \int \varphi'(x_i) dx}$$

folgt und $\varphi'(x_i)$ die Funktion der Dehnungsänderung ist, die über die Erstreckung der Biege- bzw. Richtzone (12,14, 7) einen von Null zunächst ansteigenden, dann das Maximum der Dehnungsänderung erreichenden und dann wieder auf Null abfallenden Verlauf hat, R_E gleich dem Kreisbogenradius am Ende der Biege- bzw. am Anfang der Richtzone (12,14, 7) und X_E die vertikale Projektion der Biegezone (12) bzw. die horizontale Projektion der Richtzone (14, 7), und x_i eine Lagekoordinate im Koordinatensystem darstellt.

13. Verfahren zum Umbau einer Stranggießanlage mit einer Bogenkokille (1), einer daran anschließenden Kreisbogenführung (2) und einer End-Richtzone (7) mit nachgeordneter etwa horizontaler Geradföhrung (8) in eine Stranggießanlage mit einer geraden, vertikal ausgerichteten Kokille (9), dadurch gekennzeichnet,
- daß die Bogenkokille (1) und ein daran anschließender Teil (15) der Kreisbogenführung (2) entfernt werden,
 - daß eine gerade Kokille (9) an einer Stelle der Stranggießanlage eingebaut wird, deren Entfernung zum Krümmungsmittelpunkt (5) der Kreisbogenführung (2) geringer ist als der Radius (R_{end}) der ursprünglichen Kreisbogenführung (2),
 - daß eine Übergangskurve aufweisende Biegezone (12) fluchtend zur geraden Kokille (9) eingebaut wird, aus der der Strang mit einem ersten Radius (R_{min}), der geringer ist als der Radius (R_{end}) der Kreisbogenführung (2), austritt, und
 - daß der Biegezone (12) nachfolgend mindestens eine Richtzone (14) eingebaut wird, aus der der Strang mit einem zweiten Radius (R_{end}), der größer ist als der erste Radius (R_{min}), austritt, und welcher zweite Radius (R_{end}) vorzugsweise dem Radius (R_{end}) des in der Stranggießanlage verbleibenden Teils der ursprünglich vorhandenen Kreisbogenführung (2) entspricht und in diese Kreisbogenführung (2) fluchtend, d.h. tangengleich übergeht.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Biegezone (12) und der ersten Richtzone (14) eine Kreisbogenführung (13) eingebaut wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kokille (9) und der Biegezone (12) eine fluchtend zur Kokille (9) angeordnete Geradföhrung (11) eingebaut wird.
16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die gerade Kokille (9) in einem Niveau in die Stranggießanlage eingebaut wird, das von dem Niveau (3) der Bogenkokille (1) nur gering abweicht, vorzugsweise gering über diesem Niveau (3) liegt.
17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend an die erste Richtzone (14) eine weitere Richtzone mit nachgeordneter Kreisbogenführung eingebaut wird.

AT 406 746 B

18. Biege- und nachgeordneten Richtzone (12, 14) mindestens eine weitere Biege- und nachgeordnete Richtzone eingebaut wird.

5

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNG

10

15

20

25

30

35

40

45

50

