



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: AT 408 962 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 956/2000
(22) Anmeldetag: 31.05.2000
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2001
(45) Ausgabetag: 25.04.2002

(51) Int. Cl.⁷: B22D 11/10
B22D 41/50

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19724232C2 DE 19647363C2 DE 3709188A1
WO 95/30500A1 AT 316031B

(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
& CO
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
WATZINGER JOSEF DIPL.ING. DR.
REICHENAU, OBERÖSTERREICH (AT).
BRUMMAYER MARKUS DIPL.ING.
ASCHACH, OBERÖSTERREICH (AT).
GITTNER PHILIPP
LEONDING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES STRANGGEGOSSENEN VORPRODUKTES

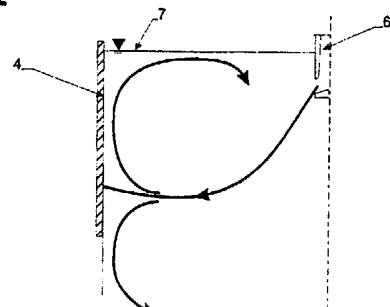
AT 408 962 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes in einer Stranggießanlage, wobei Schmelze aus einem Vorratsbehälter über ein Tauchausguss in eine von Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden gebildete Kokille eingebracht und das in der Kokille teilerstarke, einen flüssigen Kern und eine erstarnte Strangschale aufweisende Vorprodukt mit einer Gießgeschwindigkeit $v_c < 2 \text{ m/min}$ kontinuierlich aus der Kokille abgezogen und gekühlt wird, wobei die Schmelze den Tauchausguss durch einander gegenüberliegende Austrittsöffnungen mit zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichteten Bewegungsimpuls verlässt, sowie eine Stranggießanlagen zur Herstellung dieser Vorprodukte und einen Tauchausguss hierfür.

Zur Erzielung gleichmäßiger Erstarrungsbedingungen für den Gussstrang und gleichmäßiger Aufschmelz- und Verteilungsbedingungen für das Gießpulver wird vorgeschlagen, dass zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100 \text{ mm}$ und einer Breite $B = 2700 \text{ mm}$ bis 3500 mm für ein bestimmtes Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes in Abhängigkeit vom Verhältnis der Ge-

schwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_c) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) Auslegungswerte für die Breite (b) des Tauchrohres und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses so gewählt werden, dass sich eine gleichmäßige Strangschalenbildung in Gießrichtung und Umfangsrichtung entlang der Breitseitenwände und Schmalseitenwände der Kokille einstellt.

Fig. 2



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, in einer Stranggießanlage, wobei Schmelze, vorzugsweise Stahlschmelze, aus einem Vorratsbehälter über ein Tauchausguss in eine von Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden gebildete Kokille eingebracht und das in der Kokille teilerstarrte, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisende Vorprodukt mit einer Gießgeschwindigkeit $v_c < 2 \text{ m/min}$ kontinuierlich aus der Kokille abgezogen und gekühlt wird, wobei die Schmelze den Tauchausguss durch einander gegenüberliegende Austrittsöffnungen mit zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichteten Bewegungsimpuls verlässt. Weiters betrifft die Erfindung eine Stranggießanlage zur Herstellung eines stranggegossenen Vorproduktes und einen Tauchausguß zur Verwendung in dieser Stranggießanlage.

Bei Anwendung des Tauchgießverfahrens beim Stranggießen ist es üblich, die Schmelze von einem Vorratsbehälter, zumeist einem Zwischengefäß, durch einen an diesen gekoppelten Tauchausguss in eine oszillierende Kokille unterhalb eines mit Gießpulver bedeckten Badspiegels einzuleiten. Dieser Vorgang ist bei kleinen Kokillenquerschnitten problemlos durchführbar, führt jedoch insbesondere bei Kokillen mit großem Breiten-Dicken-Verhältnis zu Schwierigkeiten bei der Ausbildung einer optimalen Kokillenströmung und damit zur Beeinträchtigung eines gleichmäßigen Strangschalenwachstums bei der allmählichen Erstarrung der Schmelze an der gekühlten Kokillenwand.

Aus der AT-B 316 031 ist es bereits bekannt, zur Erzeugung eines Gussstranges mit beispielsweise einer Breite von 1600 mm und einer Dicke von 200 mm, sowie bei einer maximalen Gießgeschwindigkeit von 0,6 m/min, ein Tauchgießrohr einzusetzen, bei welchem der Neigungswinkel θ des seitlichen Austrittskanals in Abhängigkeit vom Breiten-/Dickenverhältnis des Gussstranges festgelegt wird. Diese Dimensionierungsvorschrift lässt sich in der Stranggießpraxis jedoch nicht auf beliebig große oder kleine Strangbreiten anwenden, sondern gilt nur für Strangbreiten von etwa 1600 mm.

Aus der DE-A 37 09 188 ist ein speziell für Dünnbrammenquerschnitte entwickeltes Tauchgießrohr bekannt, wobei hier in einem Ausführungsbeispiel auf eine Strangbreite von 1600 mm und eine Strangdicke von 50 mm abgestellt wird. Dieses Tauchgießrohr berücksichtigt die speziellen Strömungsverhältnisse in engen Spalten, die bei sehr geringen Strangdicken auftreten.

Aus der DE-C 197 24 232 ist bereits ein Verfahren zur Erzeugung von Vorprodukten in Form von Brammen in einer Stranggießanlage nach dem zuvor beschriebenen Prinzip bekannt. In diesem Fall wird die Schmelze durch einen nach unten in Gießrichtung offenen und sich zu den Schmalseitenwänden der Kokille trichterförmig erweiternden Tauchausguss unterhalb des Badspiegels in die Kokille eingebracht. Wendet man die im Anspruch 2 der DE-C 197 24 232 angegebene Dimensionierungsvorschrift für den Tauchausguss hinsichtlich seiner Breite (b) auf die erfundungsgemäß vorgesehenen Breiten (B) des Vorproduktes beziehungsweise der Kokille von 2700 mm bis 3500 mm an, so ergeben sich daraus Tauchausgussbreiten (b) von etwa 385 mm bis 2250 mm, welche aus feuerfesten Materialien mit der für den Dauerbetrieb geforderten Haltbarkeit im Hochtemperaturereinsatz nicht herstellbar sind. Zusätzlich verstärken derartig breite Tauchausgüsse die bekannten Probleme mit der Spaltströmung zwischen Tauchausgusswand und Breitseitenwand der Kokille.

Aus der DE-C 196 47 363 ist ein Tauchausguss bekannt, welcher für die Anwendung beim Stranggießen von Brammen geeignet ist und bei dem die Schmelze durch seitlich einander gegenüberliegenden Austrittsöffnungen zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichtet unterhalb des Badspiegels austritt. Wesentliches Merkmal dieses Tauchausgusses ist sein konstanter Außenwandabstand zur sich entlang der Breitseitenwand bildenden Strangschale. Dadurch ist dieser Tauchausguss für ein Breiten-Dicken-Verhältnis des Gussstranges beziehungsweise des Kokillenquerschnittes von maximal 8 geeignet. Bei größeren Breiten-Dicken-Verhältnissen gewährleistet dieser Tauchausguss jedoch keine gleichmäßige Erstarrungsbedingungen schaffende Kokillenströmung.

Beim Stranggießen von Vorprodukten mit großen Breiten werden trotz üblicher Gießgeschwindigkeiten von 1,0 m/min bis 1,2 m/min sehr hohe Stahldurchsätze von bis zu 4 to/min und mehr erreicht. In der Praxis hat sich bei diesen hohen Stahldurchsätzen gezeigt, dass die entstehenden wirbelbildenden Strömungen in der Kokille sehr labil sind. Die Führungseigenschaft des Kokillenraumes für diese Strömung wird mit zunehmendem Abstand der Tauchausguss-Austritts-

öffnung zur Schmalseitenwand schlechter. Zusätzlich wird der Austrittsstrahl infolge seiner hohen lokalen Strömungsgeschwindigkeit im Tauchausguss, sowie unmittelbar nach seinem Austritt aus der Tauchausguss-Austrittsöffnung, infolge des Widerstands der Schmelze und der großen Wandreibung entlang der Kokillenwände stark abgebremst und wegen des Unterdrucks zwischen Gießspiegel und Austrittsstrahl nach oben zum Gießspiegel hin abgelenkt. Visuell wird eine schwankende, oszillierende Badbewegung beobachtet, die sich ungünstig auf die Produktqualität auswirkt. Diese ungünstige Ausbildung der Strömungsverhältnisse ist in Fig. 1 anhand eines Strömungsfadens dargestellt. Der Austrittsstrahl trifft im Bereich zwischen Tauchausguss und Kokillenschmalseitenwand auf die Badoberfläche und teilt sich dort in zwei Teilstrahlen. Diese Erscheinung führt zu ungleichmäßigen Aufschmelzen des Gießpulvers an der Badoberfläche und zu einer lokalen Beeinträchtigung des Gleitverhaltens zwischen Strang und Kokillenwand. Bei Einsatz von herkömmlichen Tauchausgüssen zum Gießen breiter Brammen ist es aus oben erwähnten Gründen schwierig, eine günstige und stabile Kokillenströmung zu erzeugen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, diese beschriebenen Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, sowie die dazu notwendige Stranggießanlage und einen Tauchausguss zur Verwendung in dieser Stranggießanlage vorzuschlagen, wobei auch bei großen Gießbreiten gleichmäßige Erstarrungsbedingungen für den Strang und gleichmäßige Aufschmelz- und Verteilungsbedingungen für das Gießpulver sichergestellt sind. Weiters soll durch eine definierte Stahlzufuhr durch den Tauchausguss ein stabiles Wirbelsystem in der Kokille entstehen, welches von zwei großen und runden aufwärtsgerichteten Wirbeln gebildet wird. Weiters ist es Aufgabe der Erfindung keine starke seitliche Ablenkung der Austrittsstrahlen zuzulassen, insbesondere ein vorzeitiges Auftreffen des Austrittsstrahles auf den Badspiegel zu vermeiden.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100$ mm und einer Breite $B = 2700$ mm bis 3500 mm für ein bestimmtes Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes in Abhängigkeit vom Verhältnis der Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) Auslegungswerte für die Breite (b) des Tauchrohres und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses so gewählt werden, dass sich eine gleichmäßige Strangschalenbildung in Gießrichtung und Umfangsrichtung entlang der Breitseitenwände und Schmalseitenwände der Kokille einstellt.

Optimale Verhältnisse für die Strangschalenbildung stellen sich ein, wenn der Tauchausguss in Relation zur Kokille den Bedingungen

$$35 \quad \frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

$$40 \quad \frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

genügt und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der

$$45 \quad \text{Bedingung } \psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)^{-0,7} \text{ bestimmt wird.}$$

Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes (mm)
 D = Dicke des Vorproduktes (mm)
 b = Breite des Tauchausgusses (mm)
 h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)
 ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)

Für die gewählten Breiten-Dicken-Verhältnisse ergeben sich aus obiger Bedingung ψ -Werte von 0,011 bis 0,015. Diese Werte drücken aus, dass für optimale Strömungsbedingungen geringe Strömungsgeschwindigkeiten im Tauchausguss notwendig sind, die erfindungsgemäß durch große Kern- und Austrittsquerschnitte am Tauchausguss erreicht werden. Durch die Reduzierung der

Strömungsgeschwindigkeit werden starke seitliche Ablenkungen des Austrittsstrahles vermieden, die durch den Unterdruck zwischen Austrittsstrahl und Gießspiegel hervorgerufen werden.

Durch diese Maßnahmen ist es möglich, ein stabiles Wirbelsystem mit großen und im wesentlichen runden aufwärts drehenden Wirbeln auszubilden, wie dies in Fig. 2 für die links des Tauchausgusses liegende Hälfte des Kokillenraumes anhand eines Strömungsfadens schematisch dargestellt ist. Der Wirbeldurchmesser entspricht etwa der halben Strangbreite. Der dazu notwendige Strahlaustrittswinkel von etwa 40 bis 45° wird durch die große Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses erzielt. Damit wird das bei starker Strömungsumlenkung im Tauchausguss (kleiner Austrittswinkel) bekannte Phänomen reduziert, dass der Austrittsstrahl nach kurzer Laufstrecke bereits zum Gießspiegel gelenkt wird. Durch die große Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung stellt sich eine nicht bzw. nur gering rotationsbehaftete Strömung ein.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen wird weiters sichergestellt, dass sich ein System mit großen ausgeprägten Wirbeln aufbauen kann. Dazu darf der den Tauchausguss verlassende Austrittsstrahl zwischen den beiden Kokillenbreitseiten nicht zu stark abgebremst werden. Die Bremswirkung auf den Austrittsstrahl wird durch Wandreibung bestimmt, die durch den Kontakt des bewegten Austrittsstrahles mit der Strangschale entsteht. Da die bremsende Reibungskraft etwa mit dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit wächst, wird die Austrittsgeschwindigkeit erfindungsgemäß niedrig gehalten.

Ein vorteilhafter Anwendungsbereich für das Verfahren ist gegeben, wenn das Vorprodukt ein

Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D} = 15 - 25$, vorzugsweise ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20, aufweist.

Vorzugsweise wird bei den vorgeschlagenen Vorprodukt-Querschnitten die Gießgeschwindigkeit v_c auf einen Wert zwischen 0,5 m/min und 1,5 m/min eingestellt.

Eine erfindungsgemäße Stranggießanlage zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, bestehend aus einer von Breitseitenwänden (2, 3) und Schmalseitenwänden (4, 5) gebildeten Kokille (1), einem eingangsseitig in die Kokille ragenden Tauchausguss (6) und einem Vorratsbehälter für die Schmelze, sowie ausgangsseitig der Kokille angeordneten Einrichtungen zum Abziehen, Führen und Kühlen des in der Kokille teilerstarren, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisenden Vorproduktes, wobei der Tauchausguss einander gegenüberliegende, in der Betriebsstellung zu den Schmalseitenwänden (4, 5) der Kokille hin orientierte Austrittsöffnungen (8) enthält und die Innenabmessungen der Kokille auf dem Niveau der seitlichen Austrittsöffnungen des Tauchausgusses im wesentlichen den Abmessungen des Vorproduktes entsprechen, ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100$ mm und einer Breite $B = 2700$ mm bis 3500 mm, bei einer Gießgeschwindigkeit von $v_c < 2$ m/min, die Breite (b) des Tauchausgusses und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses in Relation zu einem bestimmten Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes bzw. der Kokille so festgelegt sind, dass die Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

erfüllt sind und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung

$$\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)^{-0,7} \text{ bestimmt ist.}$$

Eine Stranggießanlage dieser Art ist besonders geeignet, wenn das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D} = 15 - 25$, vorzugsweise ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20,

aufweist.

Zur Erzielung eines optimalen Strahlaustrittswinkels ist der Innenboden des Tauchausgusses von der Tauchausgussmitte zur Austrittsöffnung in Gießrichtung geneigt ausgebildet. Besonders günstige Verhältnisse ergeben sich, wenn die Neigung des Innenbodens des Tauchausgusses 10° bis 20° , vorzugsweise etwa 15° , beträgt.

Ein erfindungsgemäßer Tauchausguss zur Verwendung in einer Stranggießanlage zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, wobei diese Stranggießanlage eine von Breitseitenwänden (3, 4) und Schmalseitenwänden (5, 6) gebildete Kokille (1) aufweist, in die der Tauchausguss (6) im Betrieb hineinragt, wobei der Tauchausguss 10 einander gegenüberliegende seitliche Austrittsöffnungen (8) und einen geschlossenen Innenboden (9) aufweist und die Innenabmessungen der Kokille auf dem Niveau der seitlichen Austrittsöffnungen (8) des Tauchausgusses im wesentlichen den Abmessungen des Vorproduktes entsprechen, ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100$ mm und einer Breite $B = 2700$ mm bis 3500 mm, bei einer Gießgeschwindigkeit von $v_c < 2$ m/min, die Breite (b) des Tauchausgusses und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses 15 in Relation zu einem bestimmten Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes bzw. der Kokille so festgelegt sind, dass die Bedingungen

$$20 \quad \frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

25 erfüllt sind und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)^{-0,7}$ bestimmt ist.

30 Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gegeben, dass der Innenboden des Tauchausgusses von der Innenbodenmitte zur Austrittsöffnung geneigt ausgebildet ist. Die Neigung des Innenbodens des Tauchausgusses beträgt 10° bis 20° , vorzugsweise etwa 15° . Damit wird die Tendenz zur Bildung eines drallfreien Austrittsstrahles wesentlich verstärkt. Am Tauchausguss sind ausschließlich zwei, im wesentlichen rechteckförmig ausgebildete Austrittsöffnungen angeordnet.

35 Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zweier nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf folgende Figuren bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung der Kokillenströmung bei Verwendung eines Tauchausgusses in der Kokille einer Stranggießanlage nach dem Stand der Technik,

40 Fig. 2 schematische Darstellung der Kokillenströmung bei Verwendung eines Tauchausgusses in der Kokille einer Stranggießanlage gemäß der Erfindung,

Fig. 3a Teil eines Längsschnitt durch den erfindungsgemäßen Tauchausguss,

Fig. 3b schematischer Grundriss mit Kokille und Tauchausguss entlang der Schnittlinie A - A durch den Tauchausguss in Fig. 3a.

45 Stahlstrang-Stranggießanlagen zur Herstellung von Breitenbrammen sind allgemein bekannt, in der Literatur beschrieben und bestehen im wesentlichen aus einem Zwischengefäß zur Aufnahme der Stahlschmelze, von dem aus die Schmelze über einen Tauchausguß in eine oszillierende Kokille übergeleitet wird. Aus der Kokille wird ein teilerstarrter Stahlgussstrang vertikal nach unten ausgefördert und in einer nachfolgenden Strangführung gekühlt und in eine horizontale Richtung umgelenkt. Anschließend wird der durcherstarnte Gussstrang mit einer Brennschneidmaschine in Brammen zerteilt, die dann einer Weiterbehandlung zugeführt werden.

50 Die Formung des Gussstranges erfolgt in einer oszillierenden Stranggiesskokille 1, die, wie in Fig. 3b schematisch dargestellt, von einander gegenüberliegenden Breitseitenwänden 2, 3 und zwischen diesen klemmbar angeordneten Schmalseitenwänden 4, 5 gebildet ist, wobei die Schmalseitenwände 4, 5 zur Einstellung verschiedener Strangbreiten (B) quer zur Gießrichtung

verschiebbar sind. Die Innenflächen dieser Wände bilden einen formatbestimmenden Raum für die Bildung eines teilerstarren Gussstranges, der als Vorprodukt aus der Kokille ausgefördert wird.

Die Erfindung ist beschränkt auf ein Verfahren zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Breite B von 2700 bis 3500 mm und eine Dicke D > 100 mm und auf eine Stranggießanlage mit einer Kokille, die diese Querschnittsabmessungen aufweist. In der Kokille selbst erfährt der Gussstrang keine wesentliche Verformung.

Die zu vergießende Schmelze wird von einem nicht dargestellten, jedoch bei derartigen Gießanlagen notorisch bekannten Vorratsbehälter über einen Tauchausguss 6 unterhalb des von der Schmelze in der Kokille gebildeten Badspiegels 7 durch seitliche, zu den Schmalseitenwänden 4, 5 gerichteten Austrittsöffnungen 8, in die Stranggießkokille 1 eingebracht. Die Schmelze durchströmt den Tauchausguss 6 in vertikaler Richtung, die der Gießrichtung in der Kokille entspricht, mit der Geschwindigkeit v_k und wird im Bereich des geschlossenen Innenbodens 9 des Tauchausgusses 6 zu den seitlichen Austrittsöffnungen 8 umgelenkt und tritt durch diese in den Kokillenraum aus. Der Innenboden 9 ist ausgehend von seiner Mitte zur Austrittsöffnung 8 in Gießrichtung geneigt ausgebildet. Diese Neigung und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung 8 bestimmen die Richtung (den Winkel) der austretenden Schmelze und beeinflussen damit die Strömungsbildung. Die Tauchausgussdicke (d) ist im wesentlichen von der Dicke des Vorproduktes (D) bestimmt. Die Breite (B) und die Dicke (D) des Vorproduktes sind durch die Produktionsvorgaben festgelegt. Daraus ergibt sich, dass die Breite (b) des Tauchausgusses, die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses und die dimensionslose Zahl ψ , die im wesentlichen das Verhältnis von Gießgeschwindigkeit v_c und der Geschwindigkeit v_k des flüssigen Stahls im Tauchausguss (Kernquerschnitt) beschreibt, frei wählbar sind.

Der Wert ψ im Zusammenhang mit der Tauchausgussgeometrie bestimmt die Schmelzengeschwindigkeit im Tauchausguss-Austrittsquerschnitt und ist somit für die Güte der Kokillenströmung ausschlaggebend. Beim Gießen von mitteldicken und breiten Brammen (Breiten-Dicken-Verhältnis von etwa 20) werden mit konventionellen Tauchausgüssen ψ -Werte von 0,006 bis 0,008 erreicht. Untersuchungen haben ergeben, dass zum Gießen von überbreiten Gusssträngen bei gleichem Breiten-Dicken-Verhältnis ψ -Werte von 0,011 bis 0,015 erreicht werden müssen. Dafür sind geringere Geschwindigkeiten im Tauchausguss notwendig, die durch große Kern- und Austrittsquerschnitte erreicht werden.

Die nachfolgende Tabelle 1 veranschaulicht diese Verhältnisse für eine beispielhaft gewählte Vorproduktdicke D = 157 mm bei Vorproduktbreiten von B = 2500 mm und B = 3000 mm. Die erfindungsgemäßen Tauchausgüsse zeichnen sich durch die größere Höhe h der seitlichen Austrittsöffnungen 8 aus.

	konventioneller Tauchausguss	erfindungsgemäßer Tauchausguss
B = 2500 mm	$\psi = 0,006 - 0,008$	$\psi = 0,011 - 0,015$
$\frac{D}{B} = 0,0628$	$\frac{h}{B} = 0,023 - 0,026$	$\frac{h}{B} = 0,032 - 0,040$
$\frac{D}{B} = 16$	h= 58 - 67 mm	h= 81 - 99 mm
B = 3000 mm	$\psi = 0,006 - 0,008$	$\psi = 0,011 - 0,015$
$\frac{D}{B} = 0,052$	$\frac{h}{B} = 0,021 - 0,025$	$\frac{h}{B} = 0,030 - 0,037$
$\frac{D}{B} = 20$	h= 63 - 75 mm	h= 91 - 112 mm

Tabelle 1

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung die Ausbildung der Kokillenströmung anhand eines Strömungsfadens bei Anwendung eines konventionellen Tauchausgusses, wobei der Austrittsstrahl im Bereich zwischen Tauchausguss 6 und Kokillenschmalseitenwand 4 auf die Badoberfläche

che trifft und dort in zwei Teilstrahlen aufgeteilt wird. Fig. 2 zeigt demgegenüber das Strömungsbild mit einem erfindungsgemäßen Tauchausguss, bei dem die Strömung erst im Bereich der Schmalseitenwand 4 in zwei Teilströme aufgeteilt wird und zwei annähernd kreisförmige Wirbel bildet.

5

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, in einer Stranggießanlage, wobei Schmelze, vorzugsweise Stahlschmelze, aus einem Vorratsbehälter über ein Tauchausguss in eine von Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden gebildete Kokille eingebracht und das in der Kokille teilerstarre, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisende Vorprodukt mit einer Gießgeschwindigkeit $v_c < 2$ m/min kontinuierlich aus der Kokille abgezogen und gekühlt wird, wobei die Schmelze den Tauchausguss durch einander gegenüberliegende Austrittsöffnungen mit zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichteten Bewegungsimpuls verlässt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100$ mm und einer Breite $B = 2700$ mm bis 3500 mm für ein bestimmtes Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes in Abhängigkeit vom Verhältnis der Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) Auslegungswerte für die Breite (b) des Tauchrohres und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses so gewählt werden, dass sich eine gleichmäßige Strangschalenbildung in Gießrichtung und Umfangsrichtung entlang der Breitseitenwände und Schmalseitenwände der Kokille einstellt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tauchausguss in Relation zur Kokille den Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

genügt und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ bestimmt wird.

- Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes (mm)
 D = Dicke des Vorproduktes (mm)
 b = Breite des Tauchausgusses (mm)
 h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)
 ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D} = 15 - 25$ aufweist.
 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20 aufweist.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießgeschwindigkeit v_c auf einen Wert zwischen 0,5 m/min und 1,5 m/min eingestellt wird.
 6. Stranggießanlage zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, bestehend aus einer von Breitseitenwänden (2, 3) und Schmalseitenwänden (4, 5) gebildeten Kokille (1), einem eingangsseitig in die Kokille ragenden

5 Tauchausguss (6) und einem Vorratsbehälter für die Schmelze, sowie ausgangsseitig der Kokille angeordneten Einrichtungen zum Abziehen, Führen und Kühlen des in der Kokille teilerstarren, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisenden Vorproduktes, wobei der Tauchausguss einander gegenüberliegende, in der Betriebsstellung zu den Schmalseitenwänden (4, 5) der Kokille hin orientierte Austrittsöffnungen (8) enthält und die Innenabmessungen der Kokille auf dem Niveau der seitlichen Austrittsöffnungen des Tauchausgusses im wesentlichen den Abmessungen des Vorproduktes entsprechen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100$ mm und einer Breite $B = 2700$ mm bis 3500 mm, bei einer Gießgeschwindigkeit $v_c < 2$ m/min, die Breite (b) des Tauchausgusses und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses in Relation zu einem bestimmten Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes bzw. der Kokille so festgelegt sind, dass die Bedingungen

10

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

15

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

20

erfüllt sind und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ bestimmt ist.

25

Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes bzw. der Kokille (mm)
 D = Dicke des Vorproduktes bzw. der Kokille (mm)
 b = Breite des Tauchausgusses (mm)
 h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)
 ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)

30

7. Stranggießanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorprodukt bzw. die Kokille ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D} = 15 - 25$ aufweist.
8. Stranggießanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorprodukt bzw. die Kokille ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20 aufweist.
9. Stranggießanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenboden (9) des Tauchausgusses von der Tauchausgussmitte zur Austrittsöffnung (8) in Gießrichtung geneigt ausgebildet ist.
10. Stranggießanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Neigung des Innenbodens (9) des Tauchausgusses 10° bis 20° , vorzugsweise etwa 15° beträgt.
11. Tauchausguss zur Verwendung in einer Stranggießanlage zum Herstellen eines stranggossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, wobei diese Stranggießanlage eine von Breitseitenwänden (3, 4) und Schmalseitenwänden (5, 6) gebildete Kokille (1) aufweist, in die der Tauchausguss (6) im Betrieb hineinragt, wobei der Tauchausguss einander gegenüberliegende seitliche Austrittsöffnungen (8) und einen geschlossenen Innenboden (9) aufweist und die Innenabmessungen der Kokille auf dem Niveau der seitlichen Austrittsöffnungen (8) des Tauchausgusses im wesentlichen den Abmessungen des Vorproduktes entsprechen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Dicke $D > 100$ mm und einer Breite $B = 2700$ mm bis 3500 mm, bei einer Gießgeschwindigkeit von $v_c < 2$ m/min, die Breite (b) des Tauchausgusses und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses in Relation zu einem bestimmten Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes bzw. der Kokille so festgelegt sind, dass die Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

5

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

erfüllt sind und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach 10 der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ bestimmt ist.

15

Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes bzw. der Kokille (mm)

D = Dicke des Vorproduktes bzw. der Kokille (mm)

b = Breite des Tauchausgusses (mm)

h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)

ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)

20

12. Tauchausguss nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenboden (9) des Tauchausgusses (6) von der Innenbodenmitte zur Austrittsöffnung geneigt ausgebildet ist.

25

13. Tauchausguss nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Neigung des Innenbodens (9) des Tauchausgusses 10° bis 20° , vorzugsweise etwa 15° beträgt.

14. Tauchausguss nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ausschließlich zwei, im wesentlichen rechteckförmig ausgebildete Austrittsöffnungen (8) angeordnet sind.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

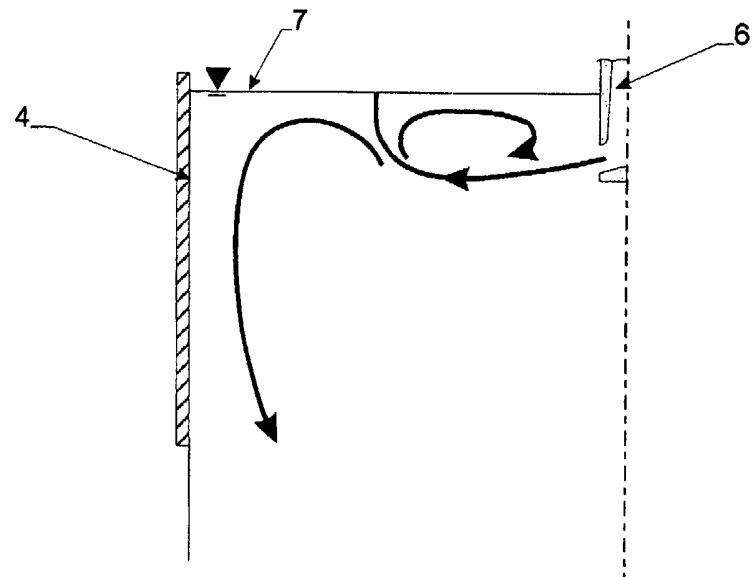


Fig. 2

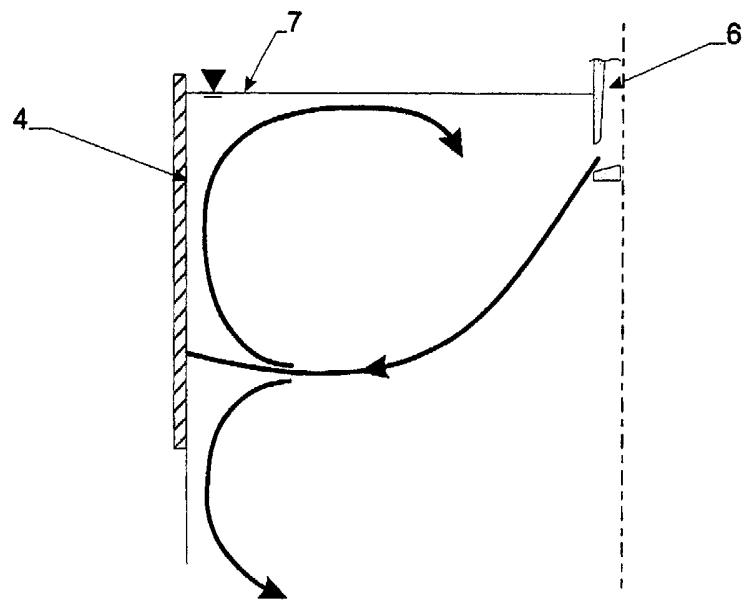


Fig. 3a

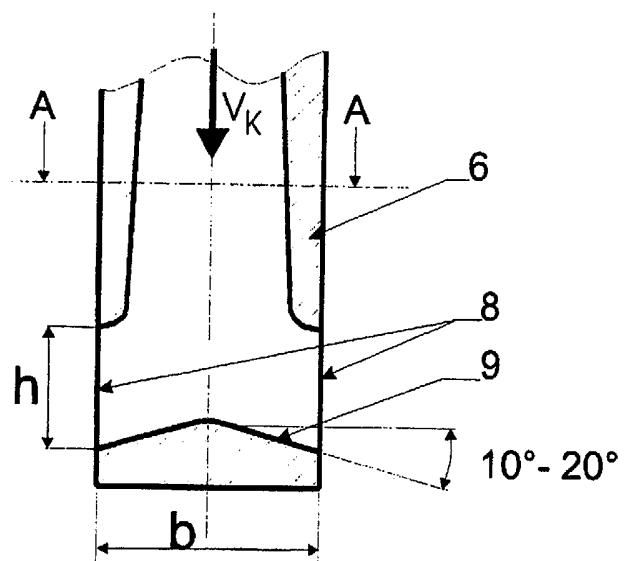


Fig. 3b

