

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 734 295 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.04.1998 Patentblatt 1998/14

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/12**, B22D 11/14,
B22D 11/10

(21) Anmeldenummer: **95906269.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE95/00095

(22) Anmeldetag: **20.01.1995**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 95/20445 (03.08.1995 Gazette 1995/33)

(54) STRANGGIESSANLAGE UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON DÜNNBRAMMEN

CONTINUOUS CASTING FACILITY AND A PROCESS FOR PRODUCING THIN SLABS

INSTALLATION DE COULEE CONTINUE ET PROCEDE DE PRODUCTION DE BRAMES MINCES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE DK ES FR GB IT LU NL

(30) Priorität: **28.01.1994 DE 4403049**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.1996 Patentblatt 1996/40

(73) Patentinhaber:
**MANNESMANN Aktiengesellschaft
40213 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
**PLESCHIUTSCHNIGG, Fritz-Peter
D-47269 Duisburg (DE)**

(74) Vertreter:
**Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 353 402 WO-A-88/01209

- **STAHL UND EISEN, Nr. 9/10, 16.Mai 1989
DÜSSELDORF, Seiten 453-462, XP 000068364
H.J.EHRENBERG ET AL 'giessen und
giesswalzen dünner brammen bei der
mannesmannröhren-werke ag'**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 734 295 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Stranggießanlage und ein Verfahren zum Erzeugen von Dünnbrammen.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, flache Tauchausgüsse zu verwenden, z.B. aus DE 37 09 188 A1. Des-
weiteren sind hydraulisch angetriebene Hubtische üblich, die es erlauben, Hubhöhe, Frequenz und Form der Oszilla-
tion durch Abweichen von der Sinusschwingung selbst während des Gießens zu verändern und optimal zu wählen.
Bombierte Kokillen sind beispielsweise der DE 41 31 829 A1 und DE 37 24 628 C1 zu entnehmen. Das Gießwalzen,
bei dem während der Erstarrung die Gießdicke so reduziert wird, daß eine verbesserte Innenqualität des Stranges
erhalten wird, ist u.a. aus der DE 38 18 077 A1 bekannt.

Eine Auswertung des Standes der Technik hat ergeben, daß das Ziel Dünnstränge zu erzeugen, die Lösung kom-
plexer Probleme erfordert und daß die Gesamtheit der beeinflussbaren Variablen über die gesamte Stranggießanlage
gesehen so groß ist, daß die Kenntnisse des Durchschnittsfachmannes bei weitem nicht ausreichen und es ihm auch
nicht zuzumuten ist, hierfür aus der Vielzahl der möglichen mehr oder weniger brauchbaren Lösungen eine zu finden,
die bei gerinstmöglichem Aufwand zu einem zufriedenstellenden Ergebnis führt.

Aus der WO-A-8801209 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stranggießen von Brammen bekannt, bei der
unter Beibehaltung der Querschnittsform der Eingießseite der Kokille über die gesamte Kokillenlänge die Strangschale
des Mittenbereiches des aus der Kokille austretenden Stranges durch unmittelbar der Kokille nachgeordnete Stütz- und
Führungsmittel verformt wird, und zwar in der Weise, daß sie nach dem Durchgang durch die Verformungsstrecke in
der Ebene der Brammenoberfläche des Kantenbereiches liegt.

Schließlich sei noch auf die DE-Schrift „Stahl und Eisen“ (1989, 16. Mai, Nr. 9/10, Seiten 453-462) verwiesen.
Hieraus ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Gießen und Gießwalzen dünner Brammen bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Stranggießanlage anzugeben, die es möglich machen, eine
vorgegebene Dicke des Dünnstranges dadurch zu erreichen, daß optimale Bedingungen bei der Schlackenversorgung
sowie bei der Strangdickenreduzierung schon in der Kokille sowie im Führungsgerüst beim Gießwalzen erzielt werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 4. Vorteilhafte, nicht platt selbstverständliche
Weiterbildungen der Nebenansprüche enthalten die Unteransprüche. Die Lösung der Aufgabe ist unabhängig vom
Kokillentyp, wie z.B. der Senkrecht-, Senkrechtabbiege- oder Kreisbogenkokille.

Die Figuren dienen zur Veranschaulichung der folgenden beispielhaften Beschreibung der Erfindung.

Es zeigen:

Fig. 1: Darstellung der Gießbedingungen in der Kokille

Fig. 2: Technischer Aufwand für gleichbleibende Oberflächenqualität und Gießleistung in Abhängigkeit der
Brammendicke bezogen auf eine 200 mm dicke Bramme x 1.000 mm Breite

Fig. 3.1-3.3: Technischer Aufwand für gleichbleibende Oberflächenqualität und Brammendicke in Abhängigkeit
von der Gießgeschwindigkeit bezogen auf eine 200 mm dicke Bramme x 1.000 mm Breite

Fig. 4: Hydraulisches Verhalten des Stahles in der Kokille in Abhängigkeit von der Brammendicke bezogen
auf eine 200 mm dicke Bramme x 1.000 mm Breite

Fig. 5: Stranggießanlage

Im Rahmen der Erarbeitung der Erfindung durchgeführte Versuche haben ergeben, daß die Oberflächenqualität
eines Stranges im wesentlichen von der Schlackenführung abhängt. Hierfür ist der Meniskus, d.h. das Zusammenspiel
der Schlackenhöhe (h_{Schlacke}) und der aus dem Bad beim Hochschnellen der Kokille heraustretenden Strangschale
($h_{\text{Strangschale}}$) verantwortlich (Fig. 1).

Es hat sich ergeben, daß für eine optimale Schmierung und die Vermeidung von Oberflächenfehlern (unmittelbar
unter der Strangoberfläche befindliche Gießpulverteilchen, vorwiegend in Form von Oxiden) das Kriterium

$$h_{\text{Schlacke}} \geq h_{\text{Strangschale}} \quad (1)$$

erfüllt sein muß.

Die Schlackenhöhe h_{Schlacke} ist überwiegend von der Dicke des Kokilleneintrittsquerschnitts und die Strangschalen-
höhe $h_{\text{Strangschale}}$ von der Hubhöhe der oszillierenden Kokille abhängig.

Betrachtet man die Größe h_{Schlacke} und ihre Abhängigkeit von der Dicke des Kokilleneintrittsquerschnitts, so zeigt
die Beziehung

$$\text{Handicap} = \frac{\text{produzierte Strangoberfläche}}{\text{Badoberfläche}} \text{ in } m^2 / \text{min} \times 1 / m^2, \quad (2)$$

die auch als technische Bemühungen, die in das System eingebracht werden muß, bezeichnet werden kann, in unerwarteter Weise folgendes Ergebnis:

Vergleicht man für eine vorgegebene Gießleistung von 2.736 t/min die gebräuchliche 200 mm-Bramme mit einer 50 mm-Bramme und setzt sie in Relation (2) für die 200 mm-Bramme gleich 1, so steigt dieser Wert für die 50 mm-Bramme auf 16.62, wie aus der Fig. 2 zu entnehmen ist. D.h., die Relation (2) ist umgekehrt proportional zur abnehmenden Strangdicke, wobei die Abhängigkeit einer Exponentialkurve folgt.

Dieser Zusammenhang zwischen der Dicke im Gießspiegel (19) und der spezifischen Schlackenproduktion und damit der Schlackenhöhe (4) im Meniskus führt auch zu der Notwendigkeit, daß die aktive Metallbaddicke über die gesamte Gießbeite und damit auch im Bereich des Tauchausgusses konstant zu halten ist.

Die konstante Dicke führt zu einer konstanten Gießschlackenbildung über die Gießspiegelbreite und damit zu einer konstanten Schlackenversorgung im Bereich des Meniskus der gesamten sich kontinuierlich neu bildenden Strangschale (3). Diese konstante Schlackenbildung aus Gießpulver oder Granulat (5) über die Gießbreite vermeidet die Gefahr einer Mangelschmierung zwischen dem Tauchausguß und den Kupfer-Breitseitenplatten. Diese Gefahr besteht, da die Gießschlacke eine glasige Struktur (Silikat-Struktur) mit einem viskosen Verhalten von ca. 0,5-10 poise aufweist. Durch ihre Zähigkeit kann es zu einer über die Strangbreite gesehen relativen Mangelschmierung im Bereich zwischen Tauchausguß und der Kokillenbreite im Vergleich zum restlichen Kokilleneintrittsbereich im Gießspiegel kommen, wenn der jeweilige Abstand zwischen Tauchausguß und Kokillenbreitseiten kleiner ist als die halbe Strangdicke am Kokillenaustritt.

Betrachtet man dagegen wie sich bei einer festgelegten Gießdicke die Relation (2) bei einer Erhöhung der Gießgeschwindigkeit verändert, wie es in Fig. 3 für eine 75/100 und 125 mm-Kokille dargestellt ist, so stellt man fest, daß diese nur linear - mit einer geringen Steigung der Geraden - zunimmt.

Von erheblichem Einfluß auf die Relation (1) ist die durch das Einströmen des Metalls in die Kokille entstehende Turbulenz, die sich häufig bis zum Badspiegel fortsetzt und zu Wellenbewegungen führen kann, wobei die Wellenberge sich über den Schlackenspiegel hinaus erheben können, was zu einer Unterbrechung in der Schmierung führt. Diese Turbulenz ist u.a. abhängig vom Durchsatz und der Dicke und Breite der Kokille am Tauchrohraustrittsquerschnitt. Als ein Maß für die Turbulenz wird nunmehr das hydraulische Verhalten als Quotient von Durchsatz und Dicke definiert und kann mit folgendem Ausdruck dargestellt werden:

$$\text{Hydraulisches Verhalten} = \frac{\text{Durchsatz in t/min}}{\text{Dicke in mm}} \quad (3)$$

Werte für das hydraulische Verhalten, bezogen auf die 200 mm dicke Bramme, sind beispielsweise der Fig. 4 zu entnehmen. Es zeigt sich, daß größere Kokillendicken ein deutlich günstigeres hydraulisches Verhalten zur Folge haben.

Von Bedeutung bezüglich der Turbulenz ist auch die Relation

$$\frac{F_{ST}}{F_{TA}} \leq 50 \quad (4)$$

wobei

F_{TA} = Querschnittsfläche des Tauchausgußaustritts
 F_{ST} = Strangquerschnitt der durchgestarteten Bramme

Außerdem kann eine elektromagnetische Bremse im Kokilleneintrittsbereich die Turbulenz im Gießspiegelbereich deutlich verringern.

Aus den oben aufgestellten und durch Messungen verifizierten Relationen folgt, daß die Verringerung bei der Wahl der Brammendicke am Kokillenaustritt von z.B. 100 mm auf 50 mm und darüber hinaus bei einer Rechteckkokille die Probleme bei der Einhaltung der Relation (1) außerordentlich erhöht. D.h., abgesehen von den Schwierigkeiten bei der Metallzufuhr wird es nahezu unmöglich, auf den geringen Kokilleneintrittsquerschnitt ausreichend Gießpulver aufzubringen, um die entstehende enorm große Strangoberfläche zu schmieren und darüber hinaus die Relation (4) einzustellen. Dagegen läßt sich die Gießgeschwindigkeit bei einer Strangdicke von z.B. 100 mm im Gießspiegel ohne sonderlichen Mehraufwand beträchtlich erhöhen. Das führt zu der überraschenden Lösung, daß es im Bereich des Dünnbrammengießens nicht sinnvoll ist, unbedingt schon am Kokillenaustritt die Brammendicke zu erreichen sondern daß es technisch wesentlich einfacher ist, die Brammendicke, wie sie dem Walzwerk zugeführt wird, darüber hinaus mit

Hilfe eines Gießwalzschrittes weiter zu reduzieren und letztlich zu erreichen, wofür sich ein Vielrollengerüst (Segment 0), z.B. ausgebildet als Zangensegment, als vorteilhaft erwiesen hat.

Aus Fig. 5 ist beispielhaft eine Stranggießanlage zu entnehmen, die sämtliche Erfindungsmerkmale enthält.

5 Bezugszeichenliste

- 1 $Q_{\text{Gießpulver}}$
- 2 Pulver T_{ij} , Phasengrenze Pulver/Schlacke
- 3 $h_{\text{Strangschale}}$
Höhe Strangschale über Badspiegel
- 10 4 h_{Schlacke}
Schlackenhöhe
- 5 h_{Pulver}
Pulverhöhe
- 15 6 Tauchausguß
- 7 Ablagerung
- 8 Oxidstrom in die Schlacke
- 9 V_g = Gießgeschwindigkeit
- 10 Q_{Schlacke} = Schlackenverbrauch
- 20 11 Luft
- 12 Kristallisationsgrenze,
Stahl fest/flüssig
- 13 Strangschale
- 14 Oszillation (Hubhöhe, Frequenz, Form)
- 25 15 Kupferplatte
- 16 Verteiler
- 17 Tauchausguß
Außenmaß z.B. 260 x 60 mm
Innenmaß z.B. 220 x 20 mm
- 30 18 optimiertes Gießpulver
- 19 75 + 2 x 12 mm x 800 - 1.600 mm,
Brammenformat im Gießspiegel (Meniskus)
- 20 20 x 220 mm,
Fließquerschnitt - Tauchausguß
- 35 21 hydraulischer Kokillenantrieb
- 22 $F_{ST}/F_{TA} \leq 50^*)$
- 23 75 + 2 x 0,5 mm oder 75 mm,

Brammenformat am Kokillenaustritt
- 40 24 Gelenk oder hydraulischer Zylinder oder ähnliches
- 25 Segment 0, z.B. als Zange ausgebildet
- 26 hydraulischer Zylinder oder ähnliches
- 27 50 + 2 x 0,5 mm oder 50 mm,
Brammendicke nach dem Gießwalzvorgang
- 45 28 Segment 1 ... n mit hydraulischer Anstellung oder ähnliches
- 29 $V_{g\max}$ 6 m/min
- 30 50 + 2 x 0,5 mm oder 50 mm,
Brammendicke am Ende der Strangführung

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von Dünnbrammen, das folgende Schritte umfaßt,

- Gießen mittels eines Tauchausgusses in eine bombierte, oszillierende Kokille wobei der Kokilleneintrittsquer-

*)

F_{ST} = Querschnitt des Tauchausgußaustrittes
 F_{TA} = Strangquerschnitt der durchgestarteten Bramme

schnitt größer ist als der Kokillenaustrittsquerschnitt, unter Einhaltung der Bedingung für den Tauchausguß und die Kokille,

$$\frac{F_{ST}}{F_{TA}} \leq 50$$

mit

F_{ST} = Strangquerschnitt der durchgestarteten Bramme

F_{TA} = Querschnitt des Tauchausguß-Austrittes

- Zuführen des Gießpulvers auf die Metallschmelze derart, daß die Bedingung

$$h_{\text{Schlacke}} \geq h_{\text{Strangschale}}$$

mit

$h_{\text{Strangschale}}$ = Höhe Strangschale über Badspiegel (3)

h_{Schlacke} = Schlackenhöhe (4)

abhängig von der Oszillationshöhe, Form und Frequenz der Kokillenbewegung eingehalten wird,

- Reduzieren des Strangquerschnittes unmittelbar unterhalb der Kokille in mehreren Schritten in einem Vielrollengerüst, um parallel zur kontinuierlichen Strangdickenreduzierung im noch flüssigen Stranginneren eine Zwangskonvektion aufzubauen, die der Wirkung des elektromagnetischen Rührens entspricht, wobei die Enddicke des Stranges bei noch flüssigem Kern am Ende des Vielrollengerüsts erreicht wird und
- Führen der Erstarrung derart, daß bei Erreichen der Enddicke am Ausgang des Vielrollengerüsts im Stranginneren noch ein 2-Phasengebiet vorliegt, wobei das Gießpulver in der Weise zugeführt wird, daß über die gesamte Brammenbreite die aktive Dicke im Gießspiegel, die mit Gießpulver vorher bedeckt und die für die Erschmelzung der Gießschlacke relevant ist, konstant ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß selbst während des Gießens die Frequenz, Hubhöhe und Oszillationsform für die Kokillenbewegung frei wählbar sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kokille so ausgeführt ist, daß der Strang am Kokillenaustritt eine Restbombierung symmetrisch zur Strangmittelnachse erhält, die in der Dicke weniger als 4% der Enddicke beträgt.

4. Stranggießanlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1

- mit einem Tauchausguß, dessen Querschnitt (F_{TA}) $\geq 1/50$ des Strangquerschnitts der durchgestarteten Bramme (F_{ST}) ist, der in eine bombierte, oszillierende, Kokille hineinragt, wobei der Kokilleneintrittsquerschnitt größer ist als der Kokillenaustrittsquerschnitt und die mit einer in Frequenz, Hubhöhe und Form frei einstellbaren Oszillationsvorrichtung in Verbindung steht,
- mit einer Gießpulverzufuhr, die über eine Meß- und Regelvorrichtung mit der Oszillationseinrichtung in Verbindung steht und durch die in Abhängigkeit der Oszillationshöhe, -form und -frequenz das Gießpulver in der Weise zuführbar ist, daß die Schlackenhöhe (h_{Schlacke}) $\geq$ der Höhe der Strangschale über Badspiegel ($h_{\text{Strangschale}}$) eingehalten wird, und
- mit einem in Ausziehrichtung hinter der Kokille angeordnetem Vielrollengerüst (25), das eine hydraulische Einrichtung (24, 25) aufweist, mit der der Abstand zweier sich gegenüberliegender Rollen stufenlos veränderbar ist.

5. Stranggießanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß über die gesamte Brammenbreite die Dicke im Gießspiegel, die mit Gießpulver bedeckt ist, einschließlich des Bereiches zwischen den Tauchausgußwänden und

den jeweiligen Kokillenbreitseitenplatten max. 120% der entsprechenden Strangdicke am Kokillenaustritt beträgt.

Claims

5 1. A method for producing thin slabs, comprising the following steps:

- pouring by means of an immersion nozzle into a convex, oscillating mould, the mould entry cross-section being larger than the mould exit cross-section, whilst observing the condition for the immersion nozzle and the mould,

10

$$\frac{F_{ST}}{F_{TA}} \leq 50$$

wherein

15

F_{ST} = billet cross-section of the fully-solidified slab,
 F_{TA} = cross-section of the outlet of the immersion nozzle,

- supplying the casting powder on to the metal melt such that the condition

20

$$h_{slag} \geq h_{billet\ shell}$$

wherein

25

$h_{billet\ shell}$ = height of billet shell above bath level (3),
 h_{slag} = slag height (4),

is observed, dependent on the height of oscillation, form and frequency of the mould movement,

30

- reducing the billet cross-section immediately beneath the mould in a plurality of steps in a multi-roll stand, in order to build up forced convection in parallel to the continuous reduction in billet thickness in the still-molten interior of the billet, which convection corresponds to the action of the electromagnetic stirrer, the final thickness of the billet being achieved when the core is still molten at the end of the multi-roll stand, and

35

- guiding the solidification such that when the final thickness is reached at the exit from the multi-roll stand there is still a two-phase region in the interior of the billet, the casting powder being supplied such that across the entire width of the slab the active thickness in the casting level, which has been covered with casting powder beforehand and which is relevant for melting the casting slag, is constant.

40

2. A method according to Claim 1, characterised in that even during the casting the frequency, lifting height and form of oscillation for the mould movement can be freely selected.

3. A method according to Claims 1 and 2, characterised in that the mould is constructed such that a residual convex shaping symmetrically to the centre line of the billet is imparted to the billet at the exit from the mould, which convex shaping in thickness is less than 4% of the final thickness.

45

4. A continuous-casting installation for performing the method according to Claim 1,

50

- having an immersion nozzle, the cross-section (F_{TA}) of which is $\geq 1/50$ of the billet cross-section of the fully-solidified slab (F_{ST}), which nozzle projects into a convex, oscillating mould, the mould entry cross-section being larger than the mould exit cross-section, which is connected to an oscillation means which is freely adjustable in terms of frequency, lifting height and form,

55

- having a casting powder supply means which is connected to the oscillation means by means of a measuring and regulating device and by means of which, dependent on the oscillation height, form and frequency, the casting powder can be supplied such that the slag height (h_{slag}) is kept $\geq$ the height of the billet shell above the bath level ($h_{billet\ shell}$), and

- having a multi-roll stand (25) arranged in the direction of withdrawal after the mould, which stand has a hydraulic means (24, 25) by means of which the distance between two opposing rolls can be infinitely varied.

5. A continuous-casting installation according to Claim 4, characterised in that across the entire width of the slab the thickness in the casting level, which is covered with casting powder, including the region between the walls of the immersion nozzle and the respective broad-side plates of the mould, is at most 120% of the corresponding billet thickness at the exit from the mould.

Revendications

1. Procédé pour fabriquer des brames minces, qui comporte les étapes suivantes :

- couler, au moyen d'une busette de coulée à immersion, dans une coquille oscillante bombée, la section transversale d'entrée de la coquille étant plus grande que la section transversale de sortie de la coquille, en maintenant la condition pour la busette de coulée à immersion et la coquille :

$$\frac{F_{ST}}{F_{TA}} \leq 50$$

avec

F_{ST} = section transversale de la barre de la brame solidifiée,
 F_{TA} = section transversale de la sortie de la busette de coulée,

- amener la poudre de coulée au bain de fusion métallique de sorte que la condition :

$$h_{\text{laitier}} \geq h_{\text{coquille de la barre}}$$

avec

$h_{\text{coquille de la barre}}$ = hauteur de la coquille de la barre au-dessus du bain (3),
 h_{laitier} = hauteur du laitier (4),

soit maintenue de façon dépendant de la hauteur d'oscillation, de la forme et de la fréquence du mouvement de la coquille,

- réduire la section transversale de la barre directement au-dessous de la coquille en plusieurs étapes dans une cage à rouleaux multiples, pour établir, parallèlement à la réduction d'épaisseur de la barre en continu, dans l'intérieur de la barre encore liquide, une convection forcée, qui correspond à l'action de l'agitation électromagnétique, l'épaisseur finale de la barre étant atteinte pour un noyau encore liquide à la fin de la cage à rouleaux multiples, et
- mener la solidification de sorte que, lorsque l'épaisseur finale est atteinte à la sortie de la cage à rouleaux multiples, il existe encore à l'intérieur de la barre un domaine à deux phases, la poudre de coulée étant amenée de façon telle que, sur toute la largeur de la brame, l'épaisseur active dans le bain de coulée, qui est précédemment recouverte de poudre de coulée et qui est pertinente pour la fusion du laitier de coulée, soit constante.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, même pendant la coulée, la fréquence, la hauteur de course et la forme d'oscillation pour le mouvement de la coquille peuvent être choisies librement.

3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la coquille est réalisée de sorte que la barre, à la sortie de la coquille, conserve un bombement résiduel symétriquement à l'axe médian de la barre, qui vaut, en épaisseur, moins de 4% de l'épaisseur finale.

4. Installation de coulée continue pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comportant :

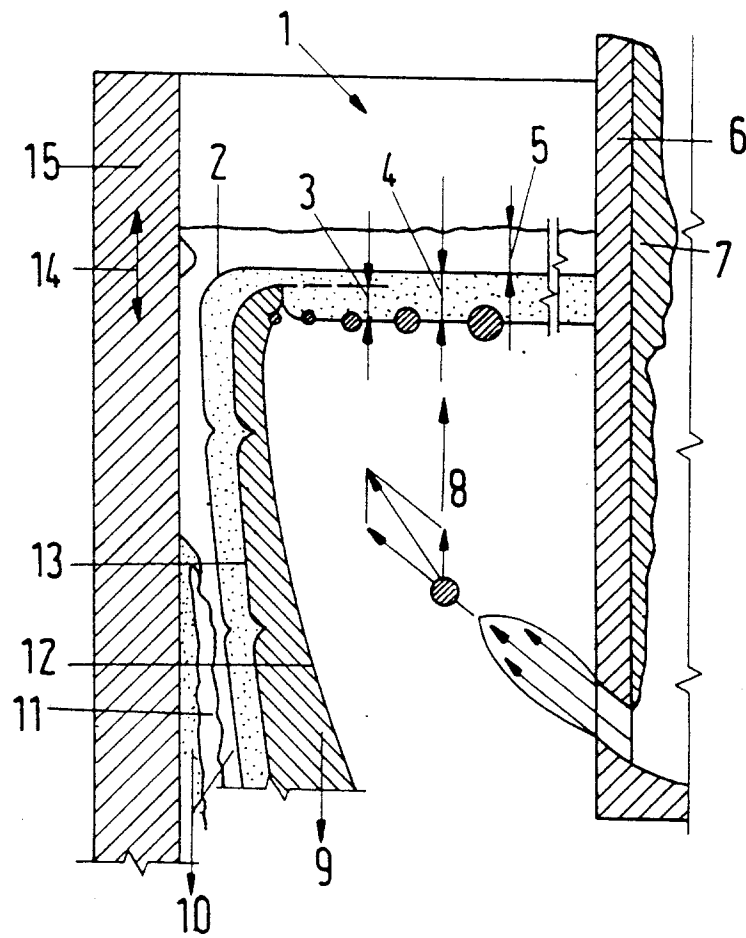
- une busette de coulée à immersion, dont la section transversale est $(F_{TA}) \geq 1/50$ de la section transversale de la barre de la brame solidifiée (F_{ST}) , qui pénètre dans une coquille bombée oscillante, la section transversale

d'entrée de la coquille étant plus grande que la section transversale de sortie de la coquille, et qui est reliée à un dispositif d'oscillation librement réglable en fréquence, hauteur de course, et forme,

- une amenée de poudre de coulée, qui est reliée, par l'intermédiaire d'un dispositif de mesure et de réglage, au dispositif d'oscillation et grâce à laquelle, de façon dépendant de la fréquence, de la forme et de la valeur de l'oscillation, la poudre de coulée peut être amenée de façon que la hauteur du laitier (h_{laitier}) soit maintenue supérieure ou égale à la hauteur de la coquille de la barre au-dessus du bain ($h_{\text{coquille de la barre}}$), et
- une cage (25) à rouleaux multiples agencée, dans la direction d'extraction, derrière la coquille, qui présente un dispositif hydraulique (24, 25), grâce auquel la distance entre deux rouleaux opposés peut être modifiée de façon continue.

5. Installation de coulée continue selon la revendication 4, caractérisée en ce que, sur toute la largeur de la brame, l'épaisseur dans le bain de coulée, qui est recouverte de poudre de coulée, y compris la zone entre les parois de la busette de coulée à immersion et les plaques latérales respectives sur la largeur de la coquille, vaut au maximum 120% de l'épaisseur de la barre correspondante à la sortie de la coquille.

Fig.1



Darstellung der Gießbedingungen in der Kokille

Fig.2

Technischer Aufwand für gleichbleibende Oberflächenqualität und Gießleistung in Abhängigkeit der Brommendicke bezogen auf eine 200 mm dicke Bromme

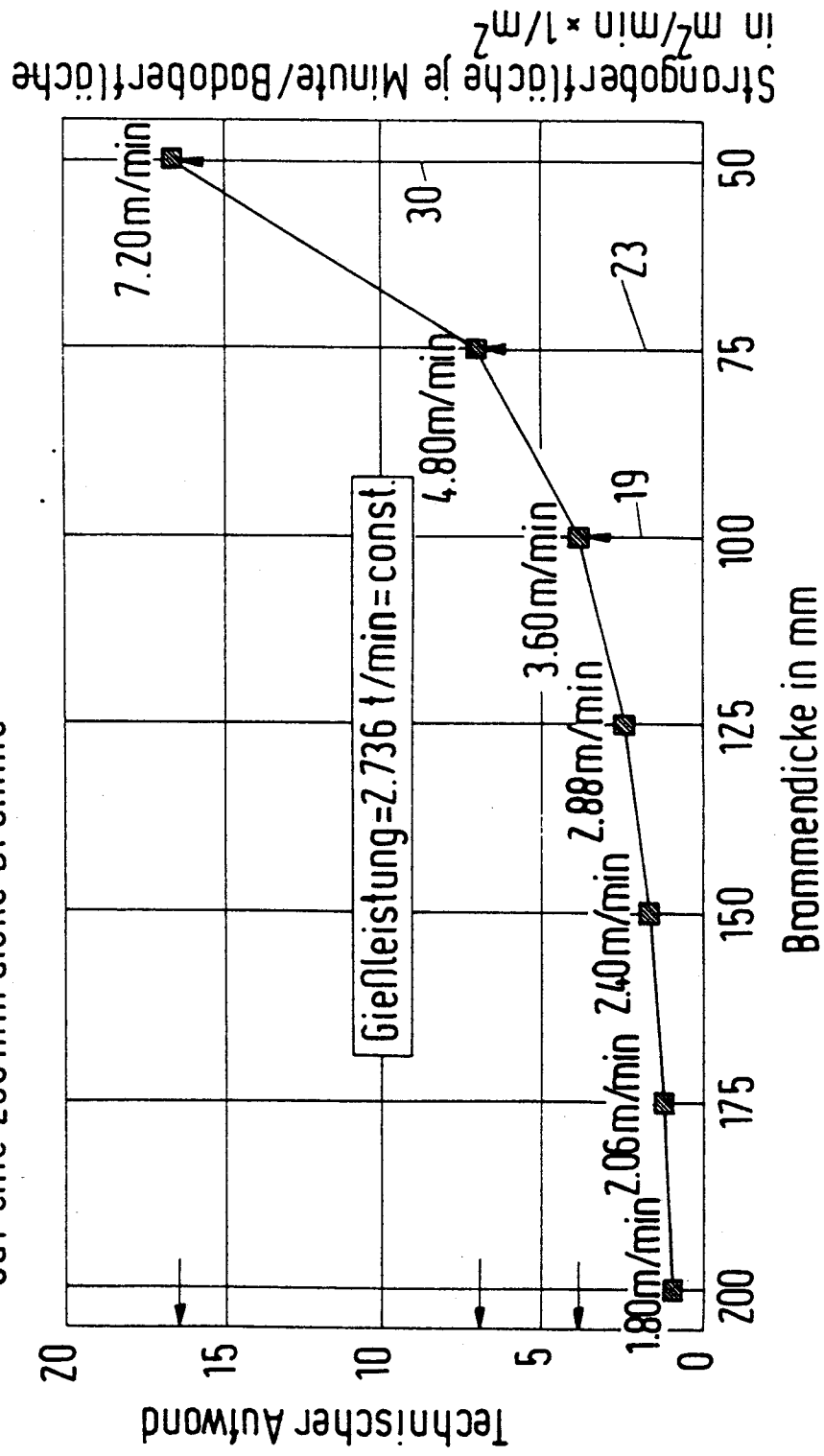


Fig.3.1

Technischer Aufwand für gleichbleibende Oberflächenqualität und
Brommendicke in Abhängigkeit von der Gießgeschwindigkeit bezogen
auf eine 200 mm dicke Bromme

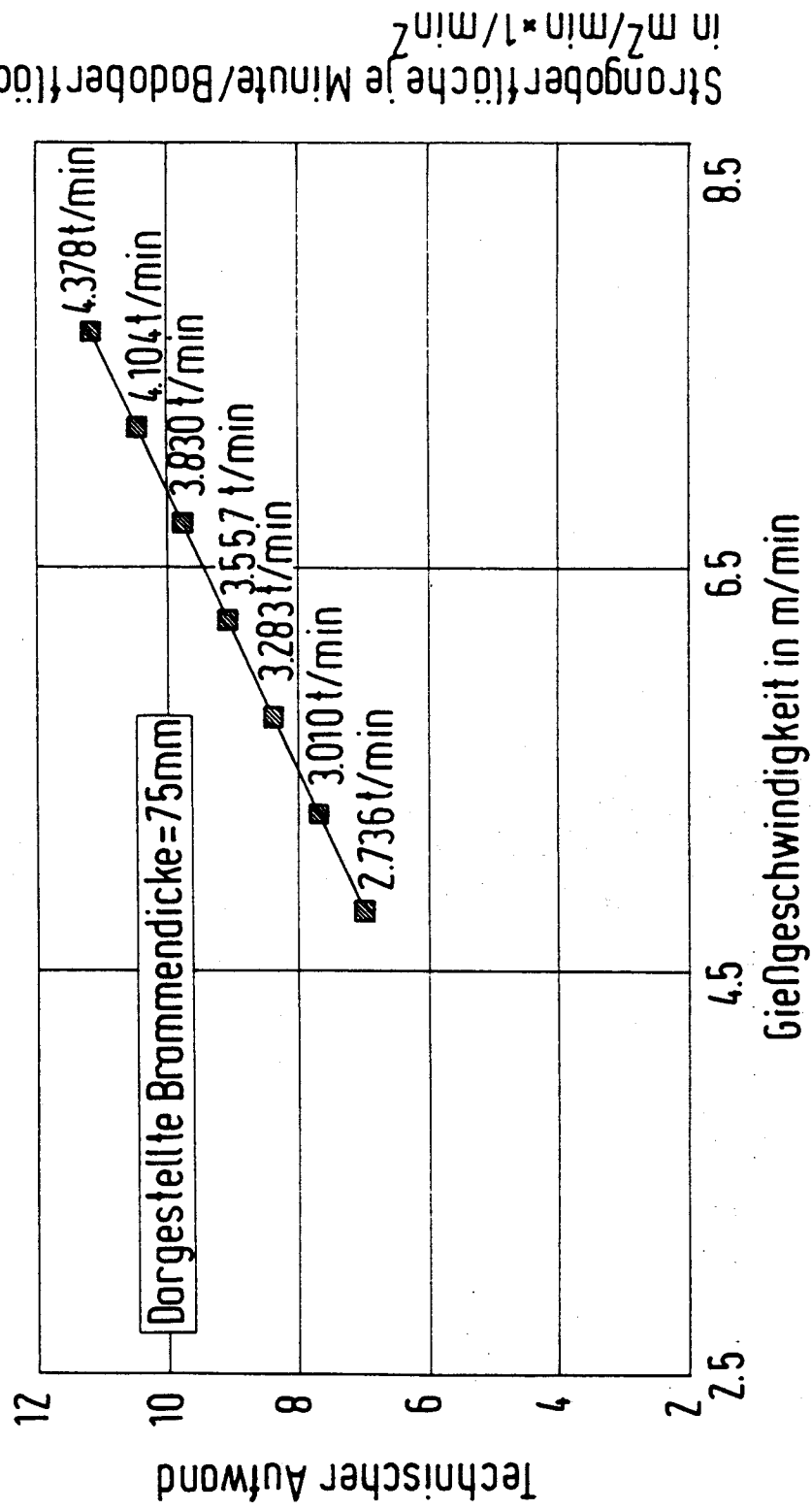


Fig. 3.2

Technischer Aufwand für gleichbleibende Oberflächenqualität und
Brommendicke in Abhängigkeit von der Gießgeschwindigkeit bezogen
auf eine 200 mm dicke Bromme

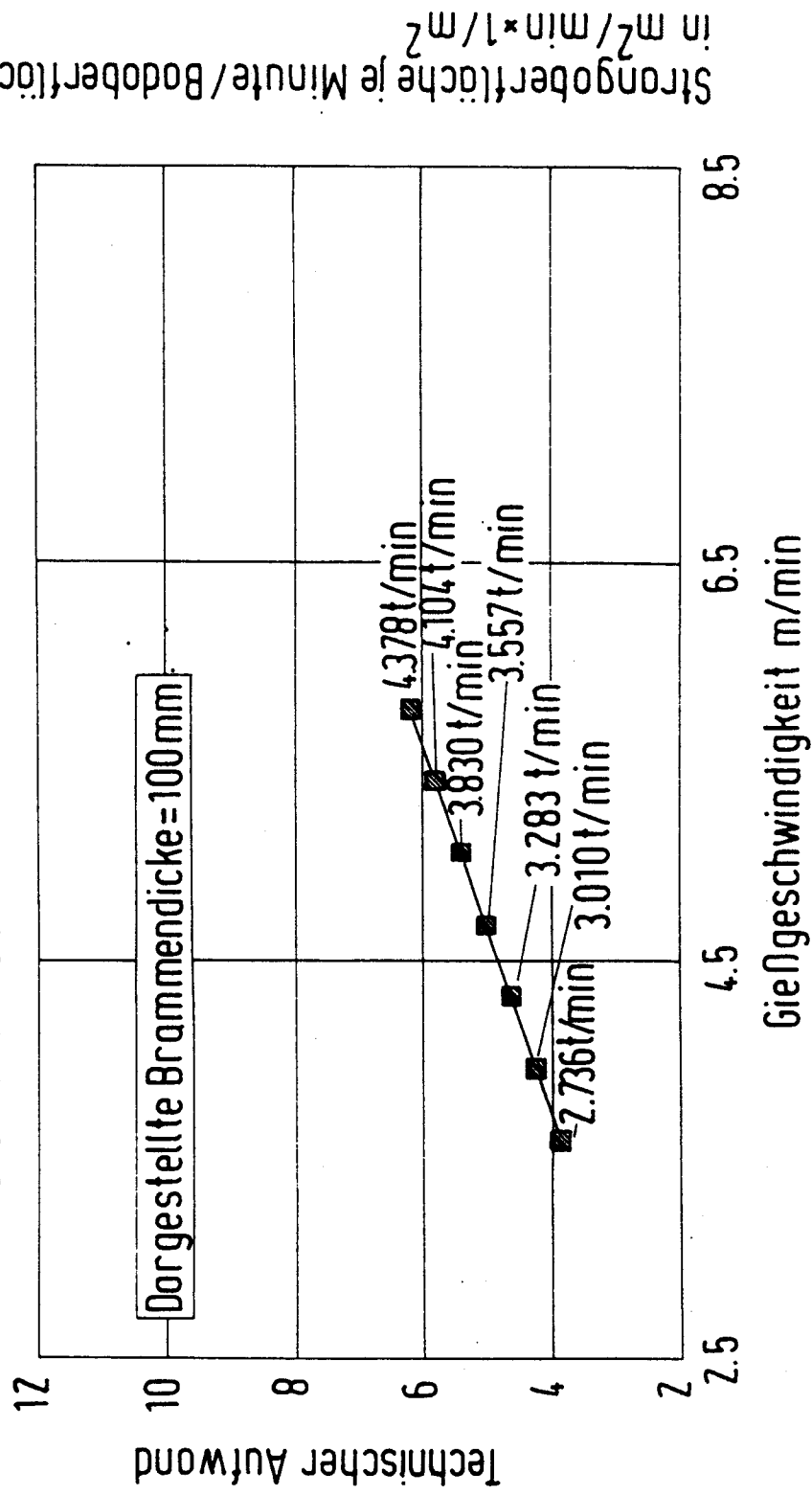


Fig. 3.3

Technischer Aufwand für gleichbleibende Oberflächenqualität und
Brommendicke in Abhängigkeit von der Gießgeschwindigkeit bezogen
auf eine 200 mm dicke Bromme

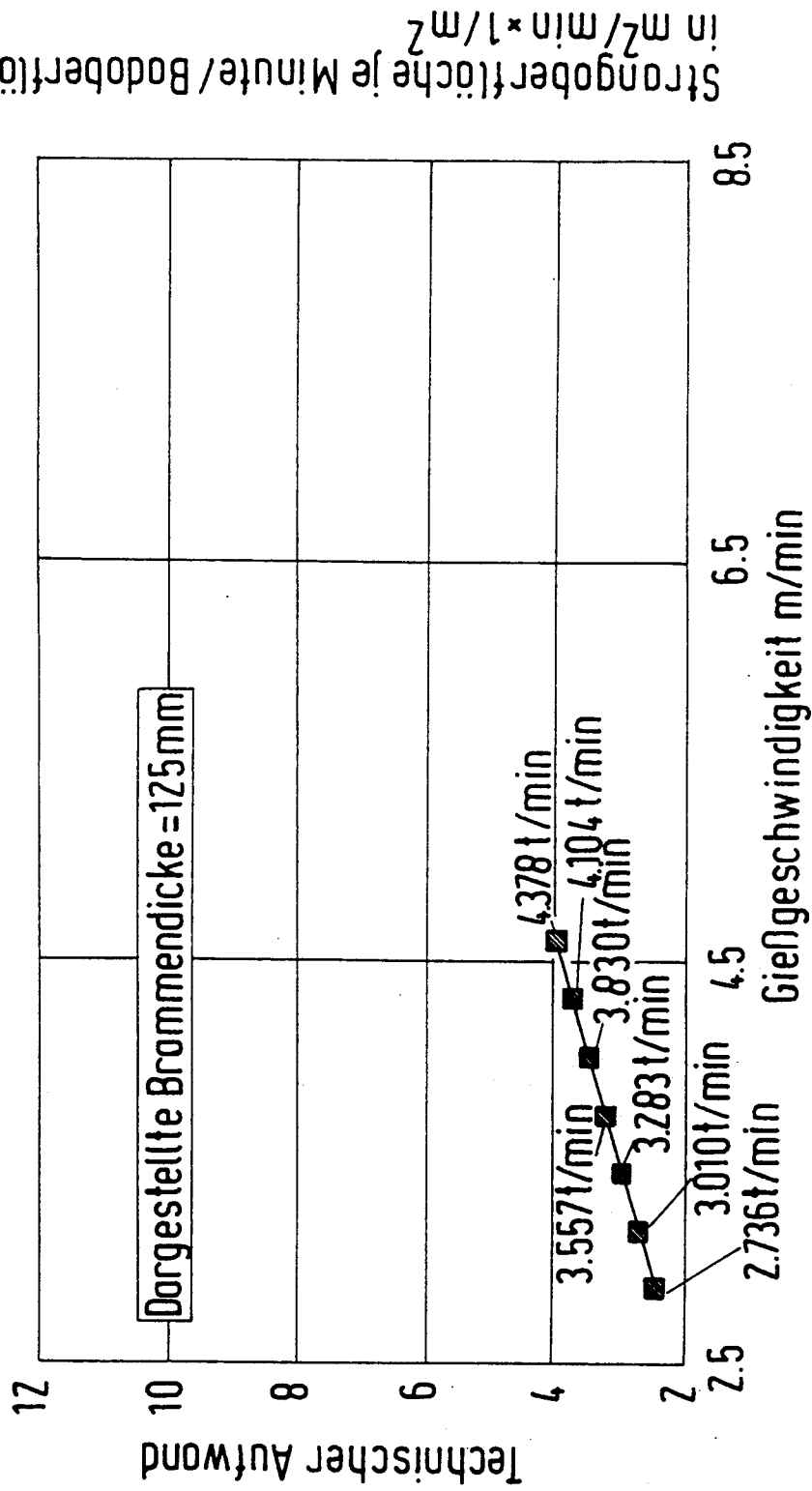


Fig.4

Hydraulisches Verhalten des Stahles in
der Kokille in Abhängigkeit von der Brommendicke bezogen auf
auf eine 200 mm dicke Bromme

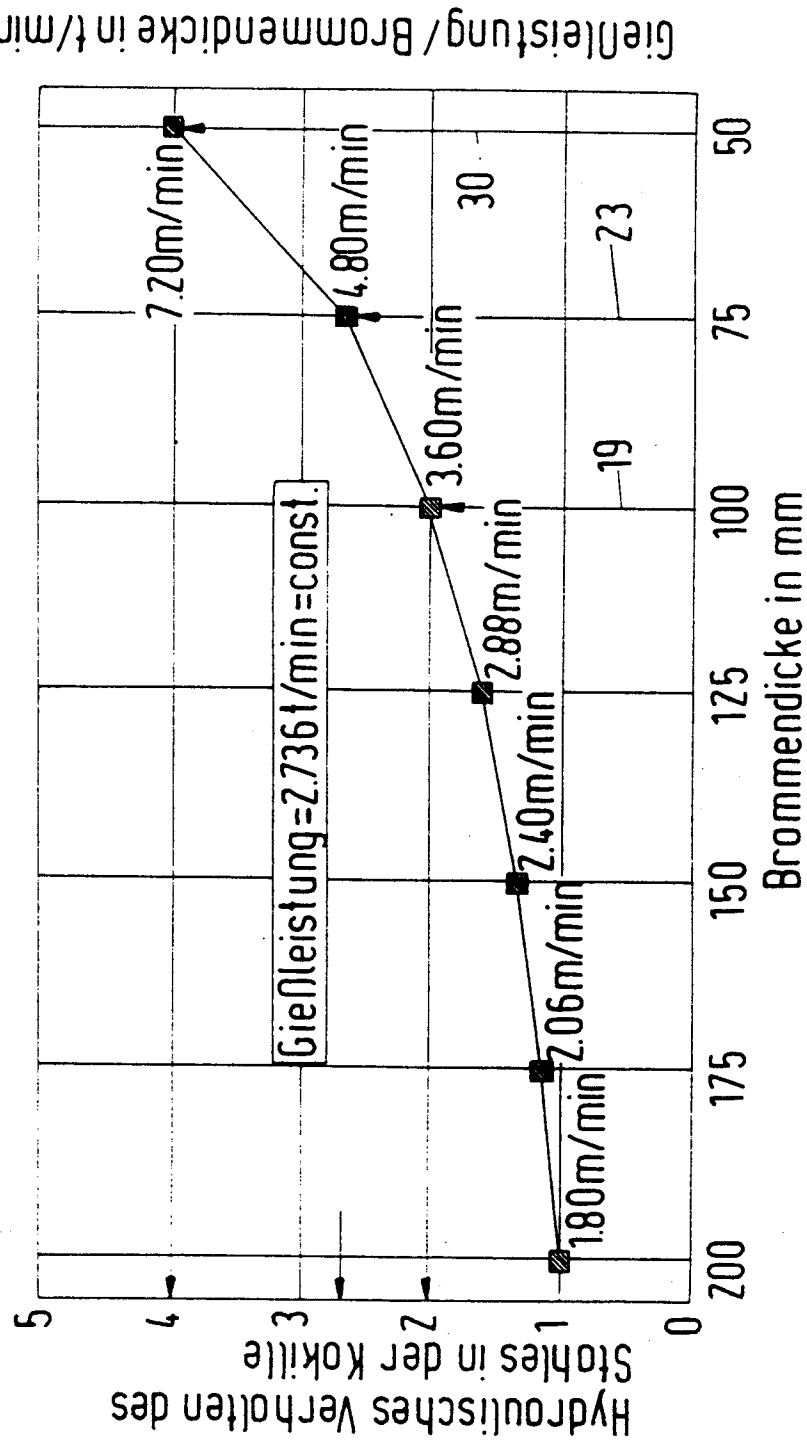


Fig.5

