

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 741 617 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:

02.05.2002 Patentblatt 2002/18

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:

18.03.1998 Patentblatt 1998/12

(21) Anmeldenummer: **95906265.4**

(22) Anmeldetag: **20.01.1995**

(51) Int Cl.7: **B22D 11/12**, B22D 11/14,
B22D 11/10

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE95/00089

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 95/20444 (03.08.1995 Gazette 1995/33)

(54) **VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON RECHTECK-DÜNNBRAMMEN**

PROCESS FOR PRODUCING RECTANGULAR THIN SLABS

PROCEDE DE PRODUCTION DE BRAMES MINCES RECTANGULAIRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE DE DK ES FR GB IT LU NL

(30) Priorität: **28.01.1994 DE 4403048**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

13.11.1996 Patentblatt 1996/46

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG**

40237 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

DE-C- 3 423 475

- **STAHL UND EISEN**, Nr. 9/10, 16.Mai 1989
DÜSSELDORF, DE, Seiten 453-462, XP
000068364 H.J.EHRENBURG ET AL 'giessen und
giesswalzen dünner brammen bei der
mannesmannröhren-werke ag'
- **THE I.S.P. TECHNOLOGY**, 4th International Iron
and Steel Congress, Marrakech (Maroc),
October 12-16, 1992

EP 0 741 617 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stranggießanlage sowie ein Verfahren zum Erzeugen von Dünnbrammen.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, flache Tauchausgüsse zu verwenden, z.B. aus DE 37 09 188 A1. Desweiteren sind hydraulisch angetriebene Hubtische üblich, die es erlauben, Hubhöhe, Frequenz und Form der Oszillation durch Abweichen von der Sinusschwingung selbst während des Gießens zu verändern und optimal zu wählen. 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.

[0003] Aus der DE Zeitschrift "Stahl und Eisen" (1989, 16.Mai No.9/10, Seiten 453-462, - Gießen und Gießwalzen dünner Brammen bei der Mannesmannröhren-Werke AG) ist es bekannt, bei einer Brammenstranggießanlage einen Tauchausguß, eine Rechteckkokille, eine Gießpulverzufuhr und ein Vielrollengerüst einzusetzen.

[0004] Eine Auswertung des Standes der Technik hat ergeben, daß das Ziel Dünnstränge zu erzeugen, die Lösung komplexer 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.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, das es möglich macht, eine vorgegebene Dicke des Dünnstranges dadurch zu erreichen, daß optimale Bedingungen bei der Schlackenversorgung sowie bei der Strangdeckenreduzierung schon in der Kokille sowie im Führungsgerüst beim Gießwalzen erzielt werden.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Die Lösung der Aufgabe ist unabhängig vom Kokillentyp, wie z.B. der Senkrecht-, Senkrechtabbiege- oder Kreisbogenkokille.

[0007] Die Figuren dienen zur Veranschaulichung der folgenden beispielhaften Beschreibung der Erfindung.

[0008] 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

[0009] 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.

[0010] Die Schlackenhöhe (h_{Schlacke}) ist überwiegend von der Dicke des Kokilleneintrittsquerschnitts und die Strangschalenhöhe ($h_{\text{Strangschale}}$) von der Hubhöhe der oszillierenden Kokille abhängig.

[0011] 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 un-

erwarteter Weise folgendes Ergebnis:

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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:

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

[0015] 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.

[0016] 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 durcherstarrten Bramme

[0017] Außerdem kann eine elektromagnetische Bremse im Kokillenbereich die Turbulenz im Gießspiegelbereich deutlich verringern.

[0018] Aus den oben aufgestellten und durch Messungen verifizierten Relationen folgt, daß die Verringerung bei der Wahl der Brammendicke in der Kokille von z.B. 100 mm auf 50 mm 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. 75 mm in der Kokille und damit im Badspiegel ohne sonderlichen Mehraufwand erhöhen. Das führt zu der überraschenden Lösung, daß es im Bereich des Dünnbrammengießens nicht sinnvoll ist die Brammendicke von der Kokille bis zum Ende der Erstarrung (Sumpfspitze) konstant zu halten, sondern daß es technisch wesentlich einfacher ist, die Brammendicke, wie sie dem Walzwerk zugeführt wird, mit Hilfe eines Gießwalzschrütses zu reduzieren und zu erreichen, wofür sich ein Vielrollengerüst (Segment 0), z.B. ausgebildet als Zangen-segment, als vorteilhaft erwiesen hat.

[0019] Aus (Fig. 5) ist beispielhaft eine Stranggießanlage zu entnehmen, die sämtliche Erfindungsmerkmale enthält.

Bezugszeichenliste

[0020]

- 1 $Q_{\text{Gießpulver}}$
- 2 Pulver T_{II} , Phasengrenze
Pulver/Schlacke
- 3 $h_{\text{Strangschale}}$
Höhe Strangschale über Badspiegel
- 4 h_{Schlacke}
Schlackenhöhe

- 5 Pulver,
Pulverhöhe
- 6 Tauchausguß
- 7 Ablagerung
- 5 8 Oxidstrom in die Schlacke
- 9 V_g = Gießgeschwindigkeit
- 10 Q_{Schlacke} = Schlackenverbrauch
- 11 Luft
- 12 Kristallisationsgrenze,
- 10 Stahl fest/flüssig
- 13 Strangschale
- 14 Oszillation (Hubhöhe, Frequenz, Form)
- 15 Kupferplatte
- 16 Verteiler
- 15 17 Tauchausguß
- Außenmaß z.B. 250 x 45 mm
- Innenmaß z.B. 220 x 15 mm
- 18 optimiertes Gießpulver
- 19 75 x 800 - 1.600 mm,
- 20 Brammenformat im Gießspiegel (Meniskus)
- 20 15 x 220 mm,
- Fließquerschnitt - Tauchausguß
- 21 hydraulischer Kokillenantrieb
- 22 $F_{ST}/F_{TA} \leq 50^*)$
- 25 23 75 x 800 - 1.600 mm,
- Brammenformat am Kokillenaustritt
- 24 Gelenk oder hydraulischer Zylinder oder ähnliches
- 25 Segment 0, z.B. als Zange ausgebildet
- 26 hydraulischer Zylinder oder ähnliches
- 30 27 50 mm, Brammendicke nach dem Gießwalzvorgang
- 28 Segment 1 ... n mit hydraulischer Anstellung oder ähnliches
- 29 $V_{g\max}$ 6 m/min
- 30 50 mm, Brammendicke am Ende der Strangführung

Patentansprüche

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

- Gießen der Metallschmelze mittels eines Tauchausgusses in eine oszillierende Rechteck-Kokille unter Einhaltung der Bedingungen,

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

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)

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

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 zwei Phasen vorliegen, wobei selbsts während des Gießens die Frequenz, Hubhöhe und Oszillationsform für die Kokillenbewegung frei wählbar sind.

Claims

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

- pouring the metal melt by means of an immersion nozzle into an oscillating rectangular mould whilst observing the conditions

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

wherein 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

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

wherein $h_{billet\ shell}$ = 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,

- 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
- guiding the solidification such that when the final thickness is reached at the exit from the multi-roll stand there are still two phases in the interior of the billet, wherein even during the casting the frequency, lifting height and form of oscillation for the mould movement can be freely selected.

Revendications

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

- couler le bain de fusion métallique au moyen d'une busette de coulée à immersion dans une coquille rectangulaire oscillante, en maintenant les conditions :

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

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

EP 0 741 617 B2

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

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

5

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 former, 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 deux phases, même pendant la coulée, la fréquence, la hauteur de course et la forme d'oscillation pour le mouvement de la coquille pouvant être choisies librement.

20

25

30

35

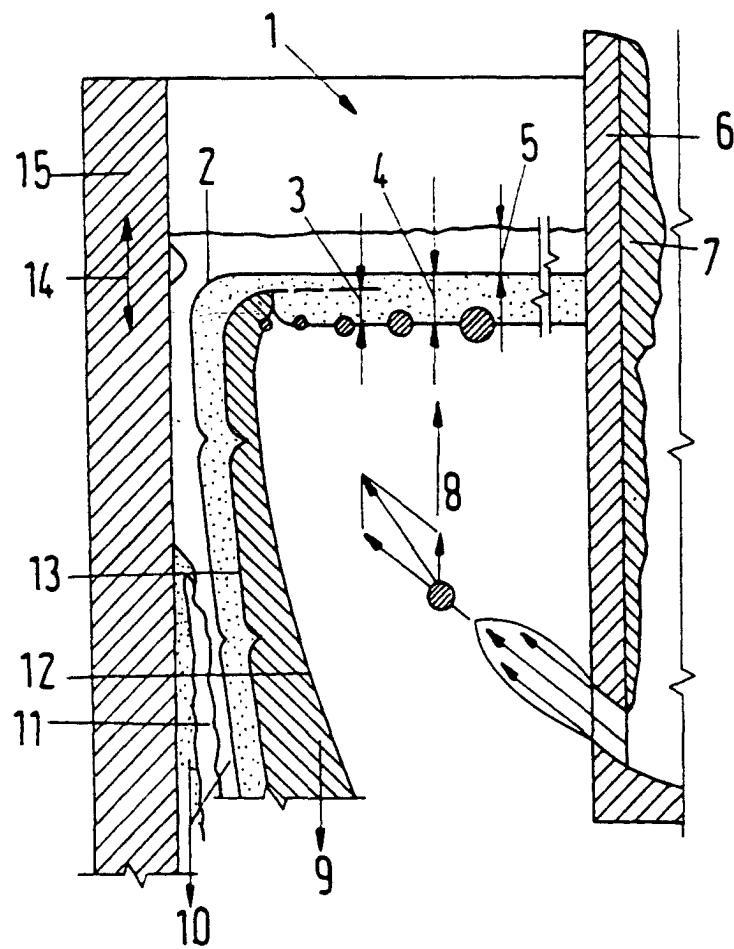
40

45

50

55

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

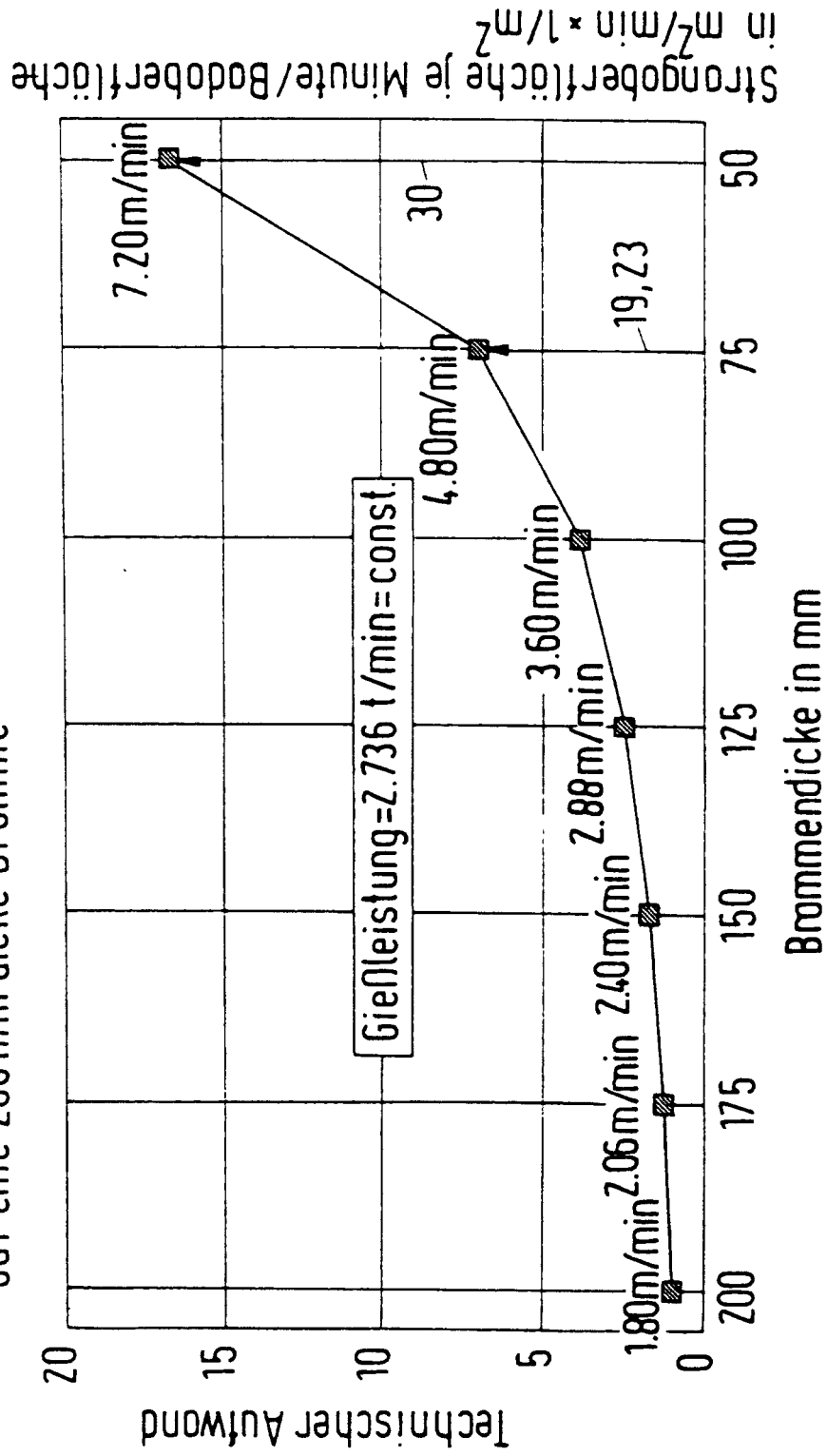


Fig.3.1

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

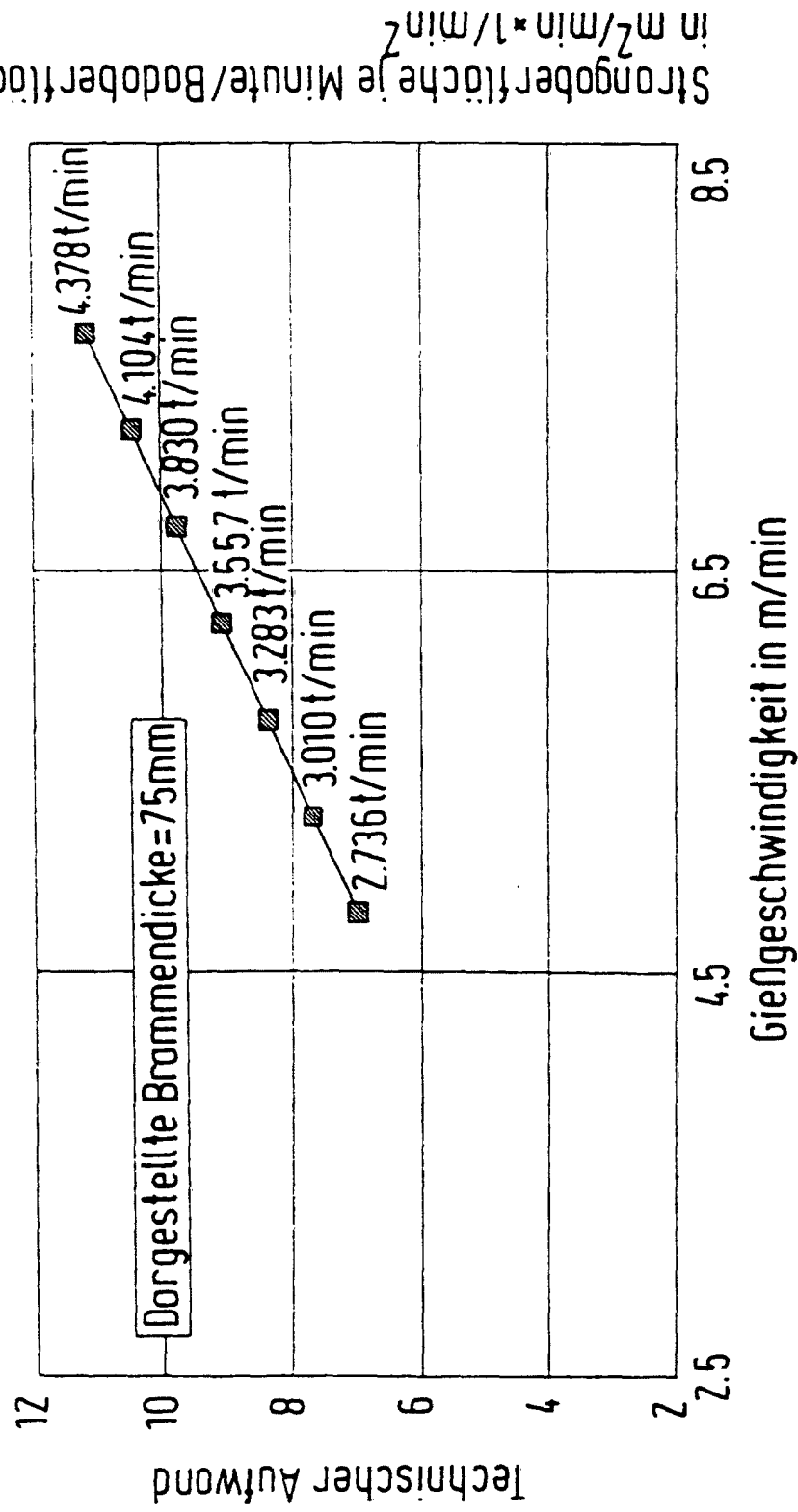


Fig. 3.2

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

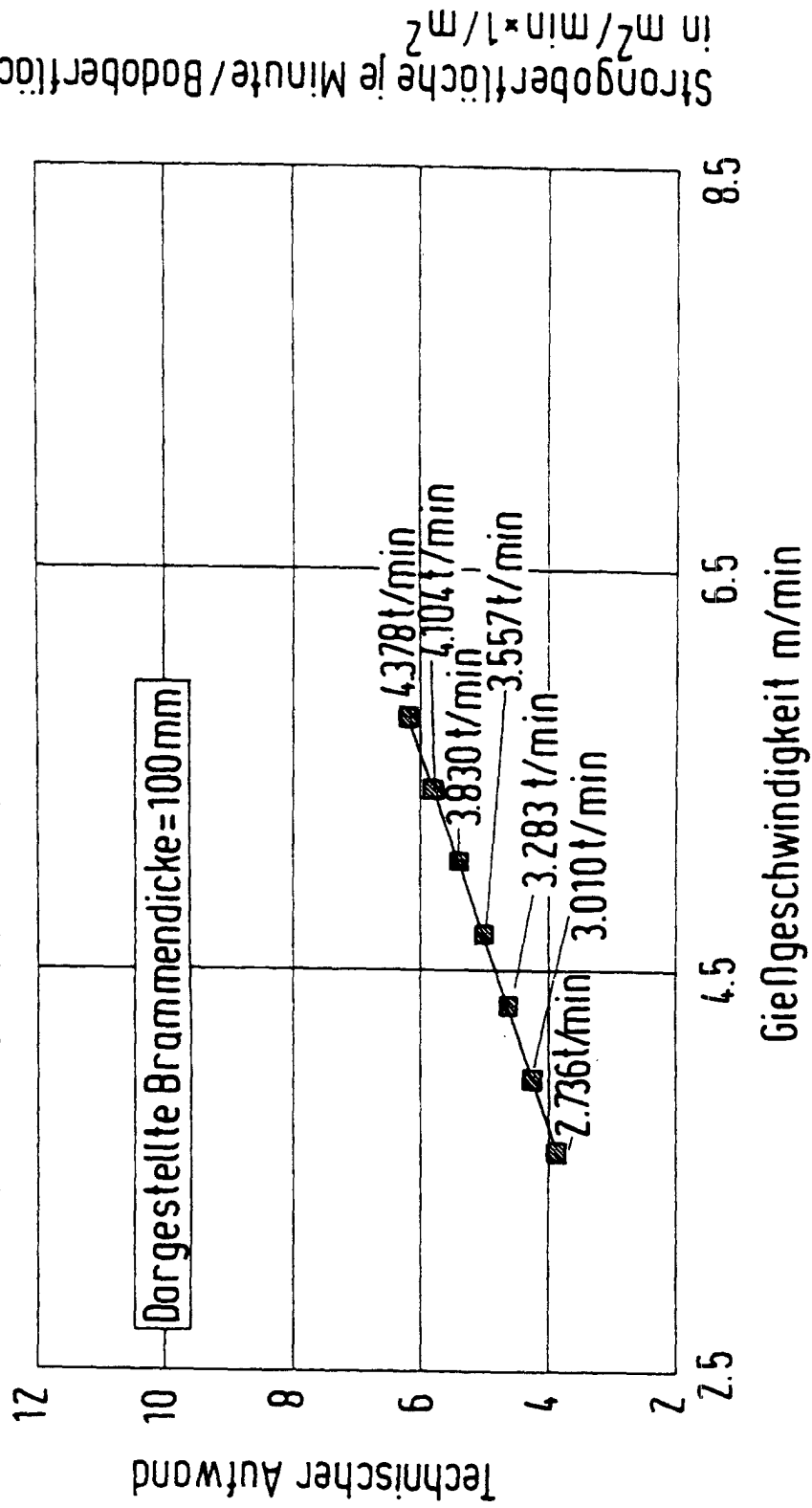


Fig. 3.3

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

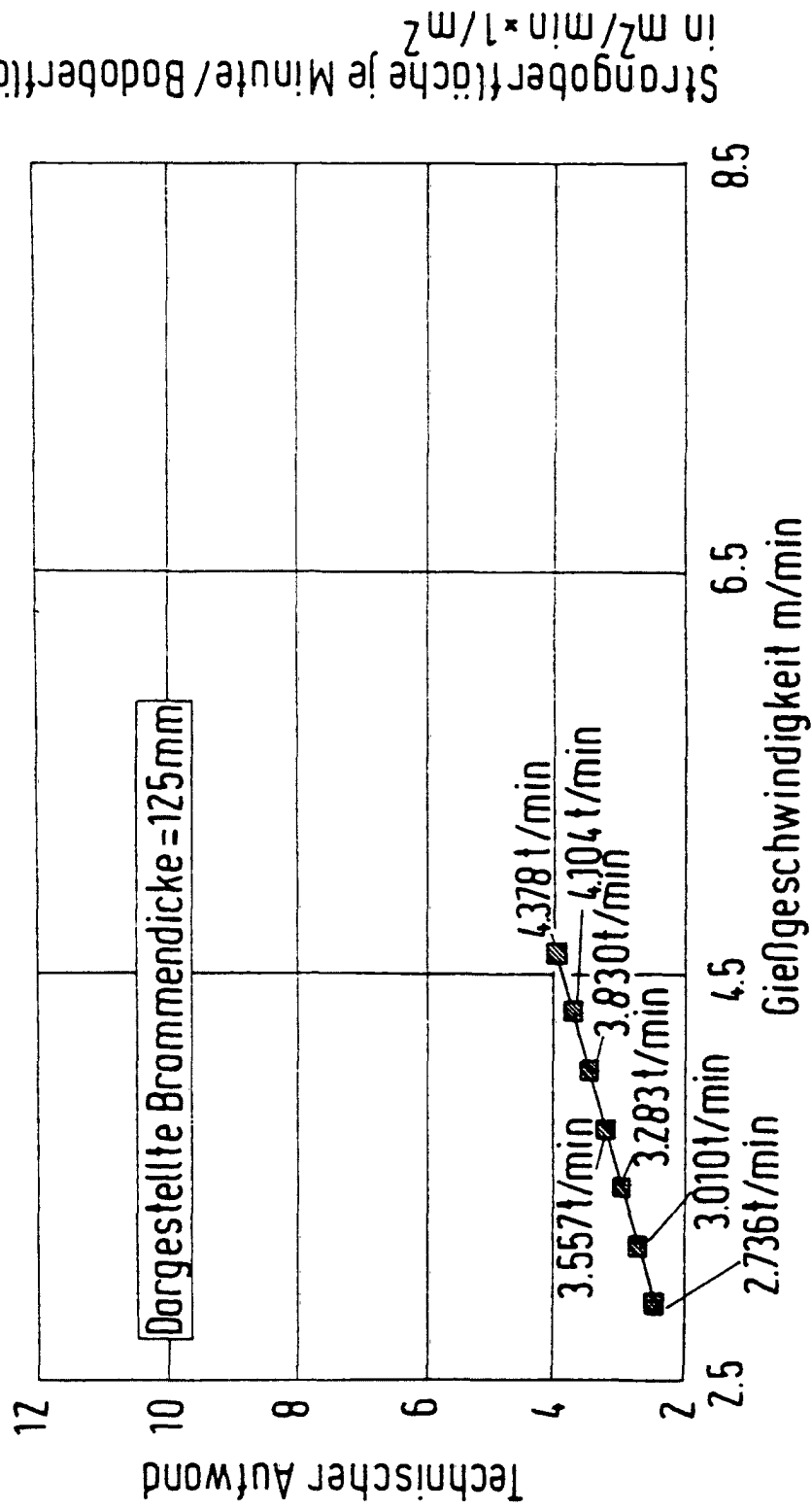


Fig.4

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

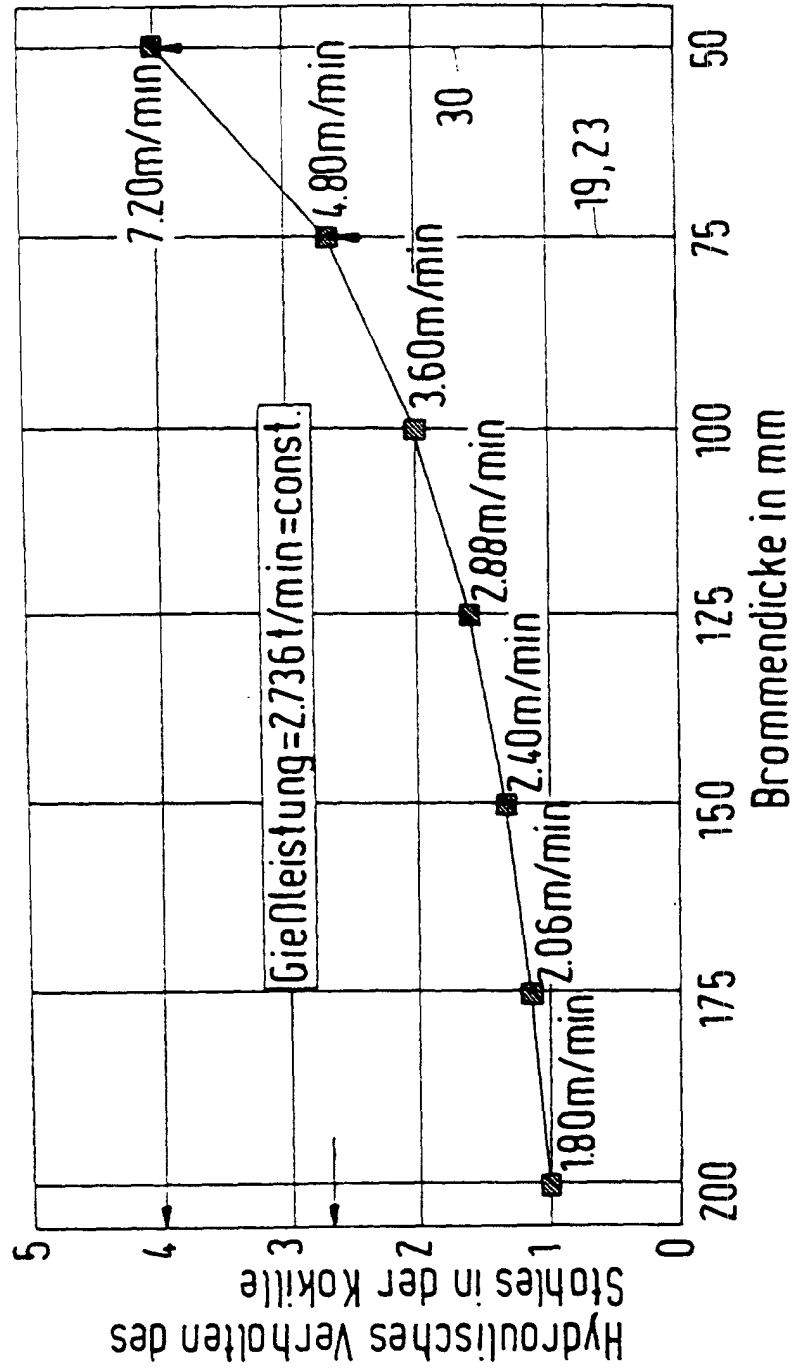


Fig.5

