



(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1926/2003  
(22) Anmeldetag: 2003-12-02  
(42) Beginn der Patentedauer: 2005-05-15  
(45) Ausgabetag: 2005-12-15

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B22D 11/18  
B22D 11/08, 11/16, 11/111

(56) Entgegenhaltungen:  
US 5887647A

(73) Patentinhaber:  
VOEST-ALPINE  
INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO  
A-4031 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
(72) Erfinder:  
HOHENBICHLER GERALD DIPL.ING.  
DR.  
KRONSTORF, OBERÖSTERREICH (AT).  
ECKERSTORFER GERALD DIPL.ING.  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
BRUMMAYER MARKUS DIPL.ING. DR.  
ASCHACH, OBERÖSTERREICH (AT).

### (54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GEGOSSENEN METALLSTRANGES HOHER REINHEIT

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter geregelt einem Verteilergefäß zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille abgeführt wird und wobei die Metallschmelze zumindest im Verteilergefäß während des stationären Gießbetriebes mit einem Abdeckmittel bedeckt ist. Um bei diesem Verfahren bereits unmittelbar mit Beginn der wenigstens annähernd stationären Gießphase einen qualitativ hochwertigen Metallstrang gießen zu können, bei dem die Startphase möglichst kurz gehalten werden kann, wird vorgeschlagen, dass die sich in einer Erstfüllphase im Verteilergefäß ausbildende freie Badoberfläche der Metallschmelze nach Erreichen einer vorbestimmten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe zumindest teilweise mit einem Abdeckmittel bedeckt wird.

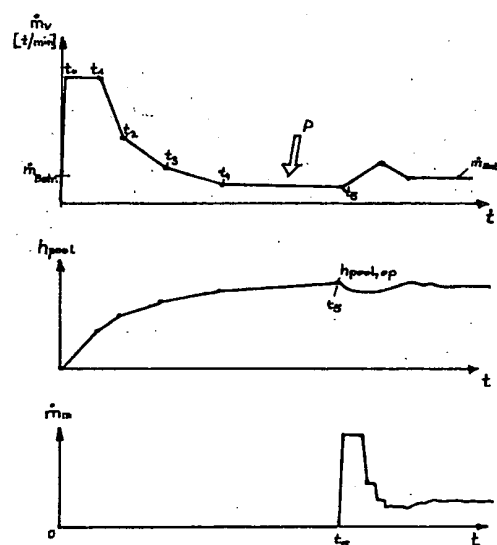


Fig. 5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter geregelt einem Verteilergefäß zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille abgeführt wird und wobei die Metallschmelze  
5 zumindest im Verteilergefäß während des stationären Gießbetriebes mit einem Abdeckmittel bedeckt ist.

Im speziellen betrifft die Erfindung ein Startverfahren für eine Stranggießanlage zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, insbesondere einer  
10 Stahlschmelze. Die Stranggießanlage kann mit einer Kokille beliebiger Bauart ausgestattet sein. Auch das Querschnittsformat des zu gießenden Metallstranges kann beliebig sein. Jedoch ergeben sich speziell bei der Herstellung von dünnen Metallbändern mit Banddicken unter 6,0 mm und Bandbreiten über 800 mm besondere Anforderungen an die Startphase des Gießprozesses, um bereits nach den ersten Metern gegossenen Bandes ein Band herstellen zu  
15 können, welches hohen Qualitätsansprüchen entspricht. Die Erfindung bezieht sich insbesondere, aber nicht ausschließlich, auf das Bandgießen mit einer Zweiwalzengießanlage nach dem vertikalen Zweiwalzen-Gießverfahren.

Bei der Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit mit einer beliebigen  
20 Stranggießanlage wird das flüssige Metall üblicherweise von einer Gießpfanne über zumindest ein Zwischengefäß oder Verteilergefäß einer gekühlten Kokille zugeführt, in der der Erstarrungsprozess der Metallschmelze zu einem Metallstrang zumindest eingeleitet wird. Die Überleitung der Metallschmelze von der Gießpfanne in das Verteilergefäß erfolgt vorwiegend durch Schattenrohre und aus dem Verteiler in die Kokille durch Tauchrohre, die im stationären Gieß-  
25 betrieb in den Schmelzenpool des jeweils nachgeordneten Gefäßes eintauchen und so eine möglichst beruhigte und gleichmäßige Strömung und Weiterleitung der Metallschmelze bis in die Kokille ermöglichen. Üblicherweise ist die in der Gießpfanne, dem Zwischengefäß und gegebenenfalls in der Kokille angesammelte Metallschmelze von einer Schlackenschicht bedeckt, durch die die Metallbadoberfläche vor Oxidation geschützt wird. Die grundsätzliche An-  
30 ordnung der Schmelzenaufnahmegefäße bei einer mehrsträngigen Stranggießanlage für Stahl ist beispielsweise aus der US-A 5,887,647 bekannt. Je intensiver die Metallbadbewegung in den einzelnen Schmelzengefäßen abläuft, desto mehr Schlackepartikel werden von der die Metallschmelze bedeckenden Schlackenschicht in das Metallbad eingetragen und desto mehr Partikel des Feuerfestmaterials aus der Ausmauerung der Schmelzengefäße werden durch  
35 Erosion ebenfalls dem Metallbad zugeführt. Gleichzeitig wird das Abscheiden von Fremdstoffpartikel aus der Metallschmelze an die Metallbadoberfläche oder in die Schlackenschicht durch zu intensive Metallbadbewegung behindert. Bei großformatigen Metallsträngen bleibt auch in der Kokille noch Zeit zur Abscheidung von Fremdstoffen an die Badoberfläche. Bei kleinformatigen Strängen und insbesondere bei Bändern geringer Dicke muss der Eintrag von Fremdpartikeln in die Kokille möglichst vermieden werden, da in der Kokille die Möglichkeiten für eine  
40 Abscheidung von Fremdpartikeln sehr beschränkt sind.

Generell ist bekannt, dass die Qualität des gegossenen Stranges herabgesetzt ist, wenn starke Badspiegelschwankungen auftreten, wie sie in der Startphase des Gießprozesses bei der Erst-  
45 füllung des Verteilergefäßes unvermeidbar sind, oder wie sie während der Durchführung des Pfannenwechsel beim Sequenzgießen auftreten, bei dem üblicherweise mit der im Verteiler vorrätigen Metallschmelze die Wechselzeit der Pfanne überbrückt wird und daher mit kontinuierlich abnehmender Verteiler-Badspiegelhöhe gegossen wird. Die Stabilität der Schmelzenströmung im Verteilergefäß ist dadurch stark beeinträchtigt und die Metallschmelze ist unerwünschtem Schlackeneintrag ausgesetzt.  
50

Aufgabe der Erfindung ist es daher diese Nachteile und Schwierigkeiten des bekannten Standes der Technik zu vermeiden und ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art vorzuschlagen, mit dem bereits unmittelbar mit Beginn der quasi-stationären Gießphasen ein Metallstrang  
55 hoher Reinheit gegossen werden kann, bei dem die Startphase des Gießprozesses möglichst

kurz gehalten werden kann und bei dem zumindest Auswirkungen aus nicht-stationären Gießphasen möglichst schnell abklingen.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die sich in einer Erstfüllphase im Verteilergefäß ausbildende freie Badoberfläche der Metallschmelze nach Erreichen einer vorbestimmten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe zumindest teilweise mit einem Abdeckmittel bedeckt wird. Als Abdeckmittel kommen alle pulverförmigen oder flüssigen Mittel in Frage, die auf der Metallbadoberfläche aufschwimmend eine weitgehend geschlossene Schutzschicht bilden und damit Reoxidation an der Metallbadoberfläche behindern bzw. voll-  
10 ständig verhindern.

Der Begriff Verteilergefäß ist hier nicht nur auf das Aufnahmegefäß für Metallschmelze beschränkt, durch welches die Überleitung oder Verteilung von Metallschmelze in eine Kokille ermöglicht wird, somit einer Kokille direkt vorgeordnet ist, sondern kann alle Schmelzengefäße  
15 zwischen der Gießpfanne und der Kokille umfassen, in denen die Metallschmelze mit einem Abdeckmittel abgedeckt werden kann.

Um möglichst schnell die wenigstens annähernd stationäre Angussbadspiegelhöhe zu erreichen und damit die Zeitspanne äußerst turbulenter und unkontrollierter Badbewegung in Verteilergefäß schnell zu durchfahren, ist es zweckmäßig, dass bis zum Erreichen der wenigstens  
20 annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe Metallschmelze in das Verteilergefäß zugeführt, jedoch keine Metallschmelze aus dem Verteilergefäß abgeführt wird.

Eine weitere zweckmäßige Maßnahme zur schnellen Erreichung der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe besteht darin, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer Verteiler-Badspiegelhöhe von 5% bis 50%, vorzugsweise von 10% bis 30%, der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit annähernd maximaler Füllrate erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend, bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe,  
30 mit gegenüber der annähernd maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt. Unter annähernd maximaler Füllrate ist zu verstehen, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bei maximaler oder annähernd maximaler Öffnung des Pfannenschiebers erfolgt. Eine annähernd maximale Füllrate im Sinne der Erfindung ist gegeben, wenn 80% oder mehr einer theoretisch möglichen Füllrate erreicht wird. Damit wird auch ein Zufrieren der Pfannenschieberöffnung in der Angießphase bzw. eine markante Verengung der Durchflussöffnung und damit  
35 Reduzierung der Durchflussmenge vermieden.

Anstelle der Badspiegelhöhe im Verteilergefäß kann auch das dazu äquivalente Füllgewicht der Metallschmelze im Verteilergefäß als bestimmende Messgröße herangezogen werden, beispielsweise für die Zufuhrmenge an Metallschmelze mit maximaler Füllrate.  
40

Die reduzierte Füllrate stellt über die Restfüllzeit keinen konstanten Wert dar, sondern folgt einem kontinuierlich oder schrittweise abnehmenden zeitlichen Verlauf, wodurch sich die Strömungsverhältnisse im Verteilergefäß kontinuierlich beruhigen.  
45

Es ist auch vorteilhaft, wenn die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Eintauchen des Schattenrohres in die in das Verteilergefäß eingebrachte Metallschmelze mit annähernd maximaler Füllrate erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit einer gegenüber der annähernd maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt. Das Einbringen der Metallschmelze unterhalb des Badspiegels reduziert die Badbewegung an der Metallbadoberfläche wesentlich.  
50

Zur Beruhigung der Metallschmelze im Verteilergefäß ist es zweckmäßig, wenn die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mit Erreichen der wenigstens annähernd stationären  
55

Angussbadspiegelhöhe für eine bestimmte Zeitspanne unterbrochen wird. Das Schließen des Pfannenschiebers nach Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe hat den Vorteil, dass vorhandene Fremdeinschlüsse, insbesondere nichtmetallische Einschlüsse, am Badspiegel wesentlich schneller aufschwimmen und in die Schlacke, falls ein

5 Abdeckmittel bereits aufgegeben wurde, abgeschieden werden können. Die kurzzeitige Unterbrechung der Schmelzenzufuhr stellt eine gute Möglichkeit dar, die Qualität des gegossenen Produktes zu erhöhen, wenn gleichzeitig sichergestellt ist, dass das Wiederöffnen des Pfannenschiebers nach dieser Beruhigungs- und Abscheidephase sicher gewährleistet ist.

10 Es ist aber auch durchaus möglich, die Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß nicht zu unterbrechen und unmittelbar nach dem Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit dem Füllen der Stranggießkokille zu beginnen und damit den stationären Gießbetrieb einzuleiten. Damit steht allerdings eine reduzierte Zeitspanne für die Abscheidung von Fremdpartikel zur Verfügung, die allerdings durch eine andere Verteilung der Füllrate ausgeglichen werden kann.

15

Vorzugsweise beträgt die Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr zwischen 8 sec und 10 min, vorzugsweise zwischen 60 und 270 sec.

20 Zur Vermeidung von Reoxidation an der Metallbadoberfläche wird üblicherweise ein Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgebracht. Abdeckmittel bestehen üblicherweise aus einem Abdeckpulver und bilden eine Schlackenschicht.

25 Ein günstiger Zeitpunkt für die Aufgabe eines Abdeckmittels ist gegeben, wenn innerhalb einer Zeitspanne, die dem Zeitpunkt des Erreichens der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe vorgelagert ist, eine möglichst geringe Füllrate eingestellt und konstant gehalten wird und innerhalb dieser Zeitspanne, insbesondere in deren zweiten Hälfte, das Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgegeben wird.

30 Eine weitere zweckmäßige Möglichkeit für die Aufgabe eines Abdeckmittels ist gegeben, wenn das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel innerhalb der Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beginnt. Damit wird das Abdeckmittel erst zu einem Zeitpunkt aufgebracht, bei dem bereits eine weitgehende Beruhigung des Badspiegels eingetreten ist. Demgegenüber würde eine Aufbringung des Abdeckmittels bei maximaler Füllrate zu einem wesentlichen Eintrag von Fremdpartikeln in das Schmelzenbad und zu einer inhomogenen Verteilung des Abdeckmittels auf dem Schmelzenbad führen, da die Geschwindigkeiten der Flüssigphase am Badspiegel durchaus 5 bis 10-mal höher liegen als bei der weitgehend stationären Betriebsweise. Die Intensität der Oberflächenturbulenzen steigt mit dem Quadrat der Oberflächengeschwindigkeit. Zusätzlich ist in dieser transienten Phase auch mit ausgeprägten Badspiegelwelligkeiten zu rechnen, die das Einschwemmen des Abdeckmittels in das Metallbad begünstigt.

35

40

45 Zweckmäßig beginnt das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel in einer Zeitspanne ab 30 sec, vorzugsweise ab 8 sec, vor der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr nach der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr.

50 Zweckmäßig ist es auch, wenn das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel frühestens in einer Zeitspanne vor dem Beginn des Ableitens von Metallschmelze aus dem Verteilergefäß beginnt, die vorzugsweise höchstens der Hälfte der Zeitspanne der Unterbrechung der Zufuhr von Metallschmelze entspricht.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ergibt sich, wenn das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel erst nach dem Angießen der Stranggießkokille beginnt.

55 Damit das Abdeckmittel im Nahbereich des in die Metallschmelze eintauchenden Schattenroh-

res nicht - auch nur partiell - entlang der Außenwand des Schattenrohres in die Metallschmelze eingezogen wird, ist es zweckmäßig, wenn der das Schattenrohr umgebende Bereich der freien Badoberfläche im Verteilergefäß von einer Abdeckung mit einem Abdeckmittel abgeschirmt wird. Dies erfolgt vorzugsweise durch Abschirmmittel, die von Wandelementen gebildet sind, die  
5 entweder von oben in das Schmelzenbad eintauchen oder von unten aus dem Schmelzenbad herausragen und das Schattenrohr mit Abstand umgeben. Damit wird gezielt ein hot spot rund um das Schattenrohr erzeugt und es ist zweckmäßig, wenn die Wandelemente eine geschlossene Kammer bilden, in die das Schattenrohr integriert und die in der Kammer eingeschlossene Atmosphäre inertisiert ist.

10 Nach der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß wird diese Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt. Die Überleitung der Metallschmelze vom Verteilergefäß in die nachgeordnete Kokille beginnt zeitlich mit der Wiederaufnahme der Zufuhr  
15 von Metallschmelze in das Verteilergefäß. Damit wird die quasi-stationäre Angussbadspiegelhöhe weitgehend auf einem konstanten Niveau gehalten.

Die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze und die Menge der aus dem Verteilergefäß abgeführten Metallschmelze beträgt beim Gießen eines Stahlbandes, bei einer  
20 Gießdicke von 1,0 - 5,0 mm und einer Gießbreite von 1,0 m bis 2,0 m im weitgehend stationärem Gießbetrieb zwischen 0,5 t/min und 4,0 t/min, vorzugsweise zwischen 0,8 t/min und 2,0 t/min. Diese Angaben beziehen sich auf die Verwendung einer Zweiwalzengießmaschine mit dem angestrebten Gussprodukt und entsprechende Auslegung.

25 Vorzugsweise erfolgt die Aufgabe des Abdeckmittels auf die Badoberfläche der Metallschmelze im Zwischengefäß in einem Oberflächenbereich mit geringer Oberflächenströmungsgeschwindigkeit, Welligkeit der Badoberfläche und Turbulenzintensität.

30 Eine fallweise manuelle Aufgabe des Abdeckmittels erfordert eine ausreichende Zugänglichkeit des Verteilergefäßes für das Bedienungspersonal und bringt zusätzlich den Nachteil zusätzlicher Schlackeneinschlüsse durch die plötzliche lokale Aufgabe einer größeren Menge des Abdeckmittels mit sich. Das Abdeckmittel wird daher in feinkörniger Form oder pulverförmig, vorzugsweise mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung, aufgebracht.

35 Der Innenraum des Verteilergefäßes ist durch einen Verteilerdeckel gegen die freie Atmosphäre abgeschirmt, wobei es zweckmäßig ist, wenn während oder vor der Erstfüllphase eine Inertisierung des Verteilergefäßes erfolgt, um den reaktiven Sauerstoff im Inneren des Verteilergefäßes weitgehend zu eliminieren.

40 Die Einstellung und Überwachung der Betriebsgießspiegelhöhe erfolgt vorzugsweise über eine Verteiler-Gewichtsmessung oder mit einem äquivalenten Messverfahren zur Füllstandsmessung. Die Betriebsgießspiegelhöhe oder die wenigstens annähernd stationäre Angussbadspiegelhöhe kann mit anderen direkten oder indirekten Messverfahren ebenfalls ermittelt werden, wie z.B. mit Schwimmern, optische Beobachtung der Badspiegeloberfläche, Schallpegelmessung,  
45 Wirbelstrommessung und ähnlichen Messverfahren.

Bei einem Neustart der Gießanlage ist das Verteilergefäß bei Beginn der Erstfüllphase frei von Metallschmelze und zweckmäßig auch frei von Abdeckmittel bzw. Schlacken, sowie Feuerfest-  
50 Reststoffen.

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

55 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zweiwalzengießanlage mit einem Schmelzenbe-

- hälter und einem Verteilergefäß zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,  
 Fig. 2 den Verlauf einer Anfahrkurve für das Füllen des Verteilergefäßes (Füllrate) nach dem  
 erfindungsgemäßen Verfahren in einer ersten Ausführungsform,  
 Fig. 3 den Verlauf einer Anfahrkurve für das Füllen des Verteilergefäßes (Füllrate) nach dem  
 erfindungsgemäßen Verfahren in einer zweiten Ausführungsform,  
 5 Fig. 4 den zeitlichen Verlauf des Verteilergewichtes während des Füllens des Verteilergefäßes,  
 Fig. 5 den Verlauf von Anfahrkurven für das Füllen des Verteilergefäßes und der Stranggieß-  
 kokille nach einer dritten Ausführungsform,  
 10 Fig. 6 ein Schattenrohr mit einer mechanischen Abschirmung gegen Kontakt mit Schlacke.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Zweiwalzengießmaschine als eine Mög-  
 lichkeit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den wesentlichen baulichen  
 Komponenten zur Zuführung der Metallschmelze in die von zwei gegensinnig rotierenden Gieß-  
 15 walzen 1, 2 und an die Stirnseiten der Gießwalzen anpressbaren Seitenplatten 3 gebildeten  
 Stranggießkokille 4. Die Metallschmelze wird aus einem Schmelzenbehälter 5, der zumeist von  
 einer auswechselbaren auf Gabelarmen 6 eines Pfannendrehturmes abgestützten Gießpfanne  
 gebildet ist, durch ein Schattenrohr 7 in ein Verteilergefäß 8 übergeleitet. Dem Schattenrohr 7  
 ist ein Schieberverschluss 9 als Regelorgan für die Durchflussmenge zugeordnet. Aus dem  
 20 Verteilergefäß 8 strömt die Metallschmelze mengengeregt durch ein Tauchgießrohr 10 in den  
 Formhohlraum 11 der Stranggießkokille 4. Dem Tauchgießrohr 10 ist ebenfalls ein Schieberver-  
 schluss 12 zur Regelung der der Stranggießkokille 4 zuzuführenden Schmelzenmenge zuge-  
 ordnet. Die Verschlussorgane können auch von Stopfen gebildet werden, die, von oben durch  
 das Schmelzenbad ragend, die Ausflussöffnung des jeweiligen Schmelzenbehälters regelbar  
 25 verschließen.

Die Menge der im Verteilergefäß 8 zwischengelagerten Metallschmelze wird während des  
 stationären Gießvorganges möglichst konstant gehalten. Dies wird dadurch erreicht, dass im  
 Verteilergefäß eine vorbestimmte Gießspiegelhöhe  $h$  der Metallschmelze eingestellt wird und  
 30 diese Gießspiegelhöhe durch eine Zuflussmengenregelung weitgehend gehalten wird. Eine  
 weitgehend gleichbleibende Gießspiegelhöhe sichert eine gleichmäßige Schmelzenüberleitung  
 in die Stranggießkokille 4.

An den gekühlten Zylindermantelflächen der Gießwalzen 1, 2 bilden sich im Schmelzenpool  
 35 nicht dargestellte Strangschalen aus, die im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen zu  
 einem Metallstrang 13 vorbestimmter Dicke und Breite verwalzt werden, der im Weiteren konti-  
 nuierlich aus der Gießanlage ausgefördert wird.

Bevor der Gießvorgang mit der Schmelzenzufuhr eingeleitet wird, wird die Stranggießkokille für  
 40 den Gießstart vorbereitet, wobei der Gießspalt zwischen den Gießwalzen durch einen Anfahr-  
 strang verschlossen wird oder entsprechende Vorkehrungen für einen Gießstart ohne Anfahr-  
 strang getroffen werden. Eine derartige Anfahrmethode ohne Verwendung eines Anfahrstran-  
 ges ist beispielsweise in der bisher unveröffentlichten österreichischen Patentanmeldung  
 A 1367/2002 beschrieben.

Ein mit Metallschmelze gefüllter Schmelzenbehälter wird oberhalb des Verteilergefäßes in seine  
 Gießposition eingebracht. Der Füllvorgang des Verteilergefäßes erfolgt in einer möglichen  
 Ausführungsvariante nach dem in Fig. 2 dargestellten Füllkurvenverlauf. Die Metallschmelze  
 wird in der ersten Füllphase (Zeitspanne  $t_0 - t_1$ ) bei größtmöglicher Öffnung des Schieberver-  
 50 schlusses in das Verteilergefäß geleitet, d.h. die Metallschmelze tritt mit annähernd maximaler  
 Füllrate  $\dot{m}_{\text{fill,max}}$  in das Verteilergefäß ein, wobei der Schieberverschluss ausgangsseitig des  
 Verteilergefäßes geschlossen gehalten wird. Ab Erreichen einer Badspiegelhöhe  $h_{\text{pool}}$ , die zum  
 Zeitpunkt  $t_1$  etwa 40% einer wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe  $h_{\text{pool, op}}$   
 entspricht, wird die Füllrate im Wesentlichen kontinuierlich zurückgenommen, bis die wenig-  
 55 tens annähernd stationäre Angussbadspiegelhöhe  $h_{\text{pool, op}}$  erreicht ist.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines möglichen Füllkurvenverlaufes, wobei die Füllrate  $\dot{m}_{\text{fill}}$  nach Erreichen von etwa 40% der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe zum Zeitpunkt  $t_1$  schrittweise in mehreren Stufen zurückgenommen wird, wobei die Reduzierung der Füllrate in den einzelnen Zeitpunkten  $t_1$  bis  $t_5$  so erfolgt, dass eine degres-

5 sive Annäherung der Badspiegelhöhe  $h_{\text{pool}}$  an die Angussbadspiegelhöhe  $h_{\text{pool,op}}$  erfolgt.

Fig. 4 zeigt die Zunahme des Verteilergewichtes  $m_v$  über die Füllzeit, ausgehend vom Leergewicht  $m_0$  des Verteilergefäßes bis zum Verteilergewicht  $m_5$ , das mit Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe  $h_{\text{pool,op}}$  erzielt wird.

10

Diese dargestellten Füllkurvenverläufe begünstigen bereits während des kontinuierlichen Füllvorganges ein Abklingen der heftigen Badbewegung im Verteilergefäß und beruhigen insbesondere die Metallbadoberfläche. Diese Beruhigungsphase im Verteilergefäß wird verstärkt, indem nach dem Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe die Schmelzenzufuhr für vorzugsweise einige Minuten unterbrochen wird. Innerhalb dieser Zeit-

15 spanne wird mit der Aufgabe eines Abdeckmittels auf die Metallbadoberfläche begonnen, die mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung 15 erfolgt, deren Auslassöffnung oberhalb des Badspiegels in einem Bereich des Verteilergefäßes mit wenig Oberflächenturbulenzen mündet (Fig. 1). Das feinkörnige bis staubförmige Abdeckmittel wird in einem kontinuierlichen Rieselvorgang auf die Metallschmelze aufgebracht. Dieser Vorgang wird bis zur vollständigen Abdeckung des Metallbades im Verteilergefäß fortgesetzt und bei Bedarf jederzeit wäh-

20 rend des Gießvorganges wiederholt.

Zusätzlich ist das Verteilergefäß 8 mit einem Verteilerdeckel 16 abgedeckt, mit dem der Innenraum des Verteilergefäßes gegenüber der Atmosphäre abgeschirmt wird (Fig. 1). Damit wird auch die Möglichkeit gegeben, noch vor der Zufuhr von Metallschmelze eine Inertisierung des Innenraumes durchzuführen.

25

Im Wesentlichen zeitgleich mit der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß beginnt die Einleitung der Metallschmelze in die Stranggießkokille, bzw. deren Füllung und die Einleitung des kontinuierlichen Gießbetriebes. Hierbei wird die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze in Abhängigkeit von der in die Stranggießkokille eingeleiteten Schmelzenmenge eingestellt. Eine Betriebsbadspiegelhöhe für den stationären Gießbetrieb kann durchaus von der Angussbadspiegelhöhe abweichen und wird in der ersten Phase des stationären Gießbetriebes oder bei Bedarf eingestellt.

35

Abweichungen der Badspiegelhöhe von der gewünschten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe oder einer Betriebsbadspiegelhöhe werden über eine Verteilergewichtsmessung erfasst. Dadurch wird kontinuierlich eine für die Badspiegelhöhe charakteristische Messgröße ermittelt und in einem Zuflussregelkreis zur Regelung der zufließenden Metallschmelzenmenge als Regelgröße herangezogen. Das Verteilergefäß 8 ist hierzu über Messzellen 17 auf einem Traggerüst 18, beispielsweise einem verfahrbaren Verteilerwagen, abgestützt.

40

Fig. 5 zeigt in Analogie zu Fig. 2 den Füllvorgang des Verteilergefäßes anhand der Füllrate  $\dot{m}_v$  und der Badspiegelhöhe  $h_{\text{pool}}$  im zeitabhängigen Verlauf. Die Metallschmelze wird in einer Füllphase  $t_0$  bis  $t_1$  bei maximaler Öffnung des Schieberverschlusses am Schmelzengefäß in den Verteiler eingebracht und der Füllvorgang anschließend mit abklingender Füllrate im Zeitabschnitt  $t_1$  bis  $t_4$  fortgesetzt. In einer Zeitspanne vor dem Erreichen der wenigstens annähernd stationären Badspiegelhöhe  $h_{\text{pool,op}}$ , die sich im Zeitabschnitt  $t_4$  bis  $t_5$  erstreckt, erfolgt die Schmelzenzufuhr mit einer gegenüber der maximalen Füllrate wesentlich reduzierten aber weitgehend konstant gehaltenen Füllrate. Die zuvor beschriebene Unterbrechung der Schmelzenzufuhr entfällt hier. Zeitlich etwa in der Mitte zwischen  $t_4$  und  $t_5$  beginnt die Aufgabe des Abdeckmittels P auf des Schmelzenbad im Verteilergefäß. Ab dem Zeitpunkt  $t_5$  beginnt der Gießbetrieb mit dem Füllen der Stranggießkokille, wobei die Füllrate der Kokille  $\dot{m}_m$  einen zeitlichen Verlauf aufweist, wie beispielsweise in Fig. 5 im untersten Diagramm dargestellt. Gleich-

55

zeitig wird die Füllrate im Verteilergefäß  $\dot{m}_v$  auf eine Betriebsbadspiegelhöhe  $h_{\text{pool,op}}$  eingeregelt.

In Fig. 6 ist eine Möglichkeit aufgezeigt, die den Eintrag von auf das Schmelzenbad aufgetragenen Abdeckmittel in das Innere des Schmelzenbades im Bereich der Außenwand des Schattenrohres 7 weitgehend ausschließen soll. Zu der bereits im Verteilergefäß 8 angesammelten Metallschmelze strömt durch das vertikal in die Schmelze eintauchende Schattenrohr 7 weitere Metallschmelze aus dem Schmelzenbehälter 5 kontinuierlich zu. Die zufließende Metallschmelze erzeugt eine Sogwirkung entlang des Schattenrohres 7 und zieht gegebenenfalls in diesem Bereich gesammelte Schlacke / Abdeckmittel nach unten in die Metallschmelze. Mit einer Abdeckung 21, die topfförmig ausgebildet ist, die das Schattenrohr mit radialem Abstand zu diesem umgibt und von oben in die Metallschmelze ragt, wird die gebildete Schlackenschicht 20 vom kritischen Bereich nahe dem Schattenrohr ferngehalten. Das Innere dieser nach oben geschlossenen Abdeckung 21 kann über die Schutzgasleitung 22 bei Bedarf inertisiert werden. Dem Schattenrohr 7 liegt in Ausströmrichtung der Metallschmelze ein nur andeutungsweise dargestelltes strömungsdämpfendes Element 23 (Turbostop) im Verteilergefäß fest verankert gegenüber, wodurch der einströmende Metallstrahl stark gebremst und gezielt umgelenkt wird.

Das beschriebene Startverfahren hat sich als besonders erfolgreich in Verbindung mit einem Verteilergefäß gezeigt, welches in der WO 03/051560 beschrieben ist und eine Geometrie aufweist, die die Abscheidung von schmelzenfremden Partikeln besonders fördert.

### Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter (5) geregelt einem Verteilergefäß (8) zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille (4) abgeführt wird und wobei die Metallschmelze zumindest im Verteilergefäß während des stationären Gießbetriebes mit einem Abdeckmittel bedeckt ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass die sich in einer Erstfüllphase im Verteilergefäß ausbildende freie Badoberfläche der Metallschmelze nach Erreichen einer vorbestimmten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe ( $h_{\text{pool,op}}$ ) zumindest teilweise mit einem Abdeckmittel bedeckt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe Metallschmelze in das Verteilergefäß zugeführt, jedoch keine Metallschmelze aus dem Verteilergefäß abgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer Badspiegelhöhe von 5% bis 50%, vorzugsweise von 10% bis 30%, der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit annähernd maximaler Füllrate ( $\dot{m}_{\text{fill,max}}$ ) erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit gegenüber der annähernd maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die reduzierte Füllrate einem kontinuierlich oder schrittweise abnehmenden zeitlichen Verlauf folgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Eintauchen des Schattenrohres in die in das Verteilergefäß eingebrachte Metallschmelze mit maximaler Füllrate erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit einer gegenüber der annähernd



maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass innerhalb einer Zeitspanne, die dem Zeitpunkt des Erreichens der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe vorgelagert ist, eine möglichst geringe Füllrate eingestellt und weitgehend konstant gehalten wird und innerhalb dieser Zeitspanne, insbesondere in deren zweiten Hälfte, das Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgegeben wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mit Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe für eine Zeitspanne unterbrochen wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr zwischen 8 sec und 10 min, vorzugsweise zwischen 60 und 270 sec beträgt.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel innerhalb der Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beginnt.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel in einer Zeitspanne ab 30 sec, vorzugsweise ab 8 sec, vor der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr nach der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beginnt.
- 30 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel frühestens in einer Zeitspanne vor dem Beginn der Abführung von Metallschmelze aus dem Verteilergefäß beginnt, die vorzugsweise höchstens der Hälfte der Zeitspanne der Unterbrechung der Zufuhr von Metallschmelze entspricht.
- 35 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel erst nach dem Angießen der Stranggießkokille beginnt.
- 40 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass der das Schattenrohr umgebende Bereich der freien Badoberfläche im Verteilergefäß von einer Abdeckung mit einem Abdeckmittel freigehalten wird.
- 45 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß diese Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt wird.
- 50 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze und die Menge der aus dem Verteilergefäß abgeführten Metallschmelze beim Gießen eines Stahlbandes auf einer Zweiwalzengießanlage im weitgehend stationärem Gießbetrieb zwischen 0,5 t/min und 4,0 t/min, vorzugsweise zwischen 0,8 t/min und 2,0 t/min, beträgt.
- 55 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Aufgabe des Abdeckmittels auf die Badoberfläche der Metallschmelze in einem Oberflächenbereich mit geringer Oberflächenströmungsgeschwindigkeit, Welligkeit der Badoberfläche und Turbulenzintensität erfolgt.

17. Verfahren nach einen der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abdeckmittel in feinkörniger Form oder pulverförmig, vorzugsweise mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung, aufgebracht wird.

5 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass während der Erstfüllphase eine Inertisierung des Verteilergefäßes erfolgt.

10 19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Einstellung und Überwachung der Betriebsgießspiegelhöhe über eine Verteiler-Gewichtsmessung oder mit einem äquivalenten Messverfahren zur Füllstandsmessung erfolgt.

15 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Verteilergefäß bei Beginn der Erstfüllphase frei von Metallschmelze ist.

### Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

20

25

30

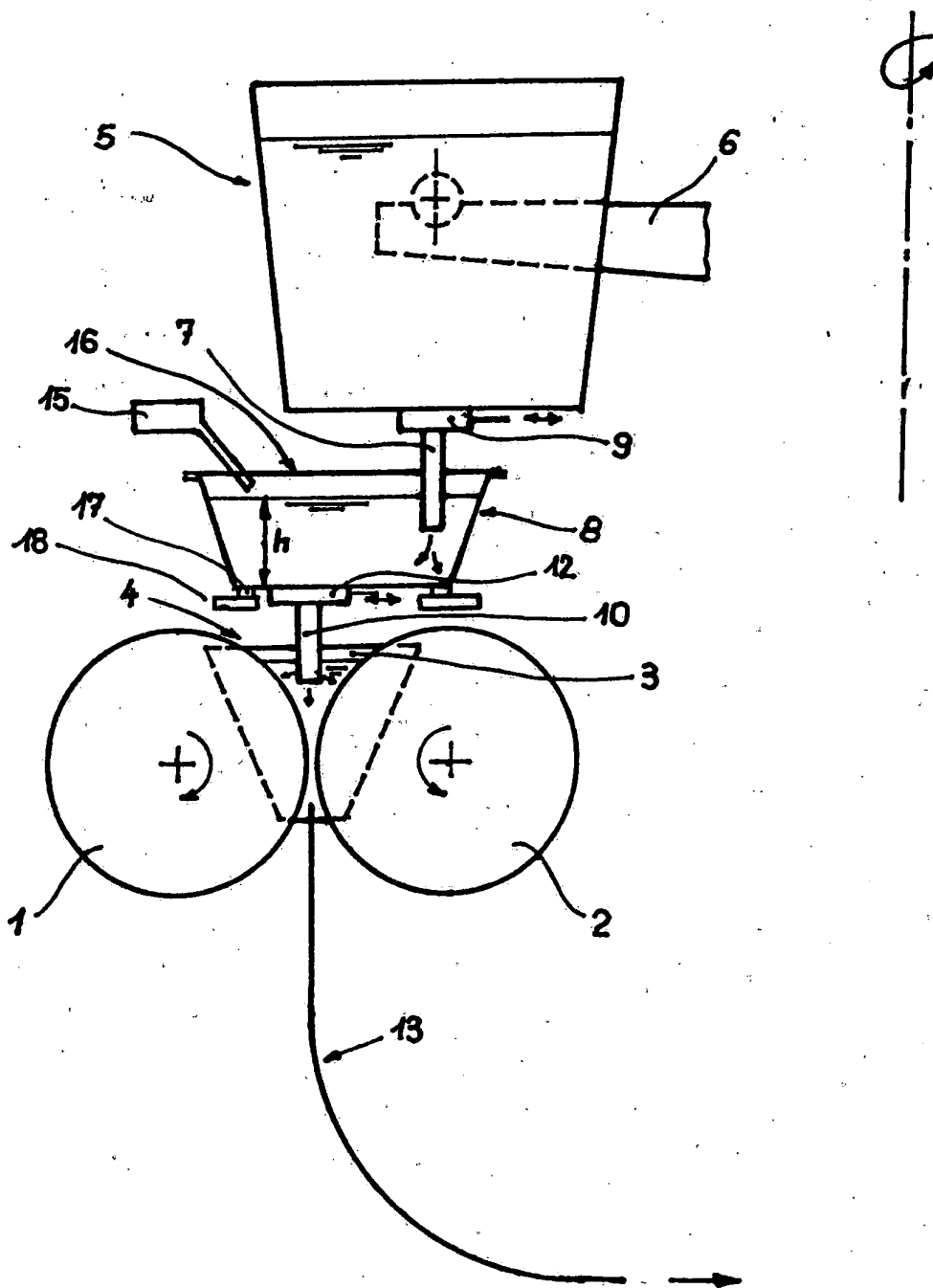
35

40

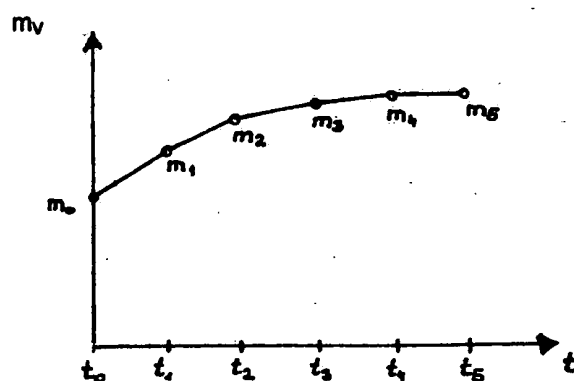
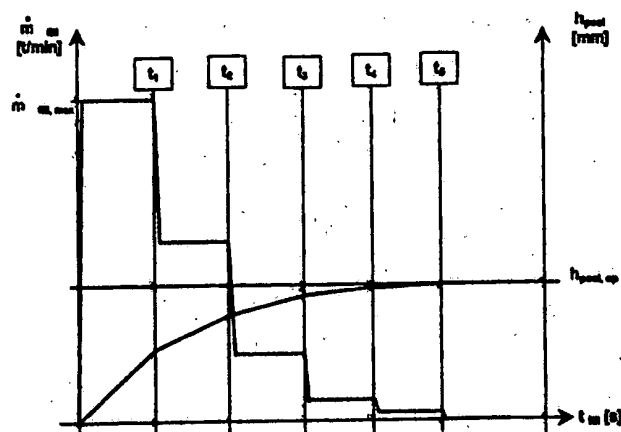
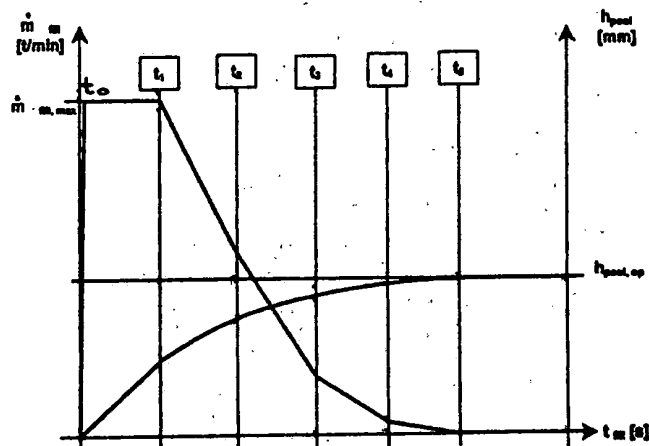
45

50

55



**Fig. 1**



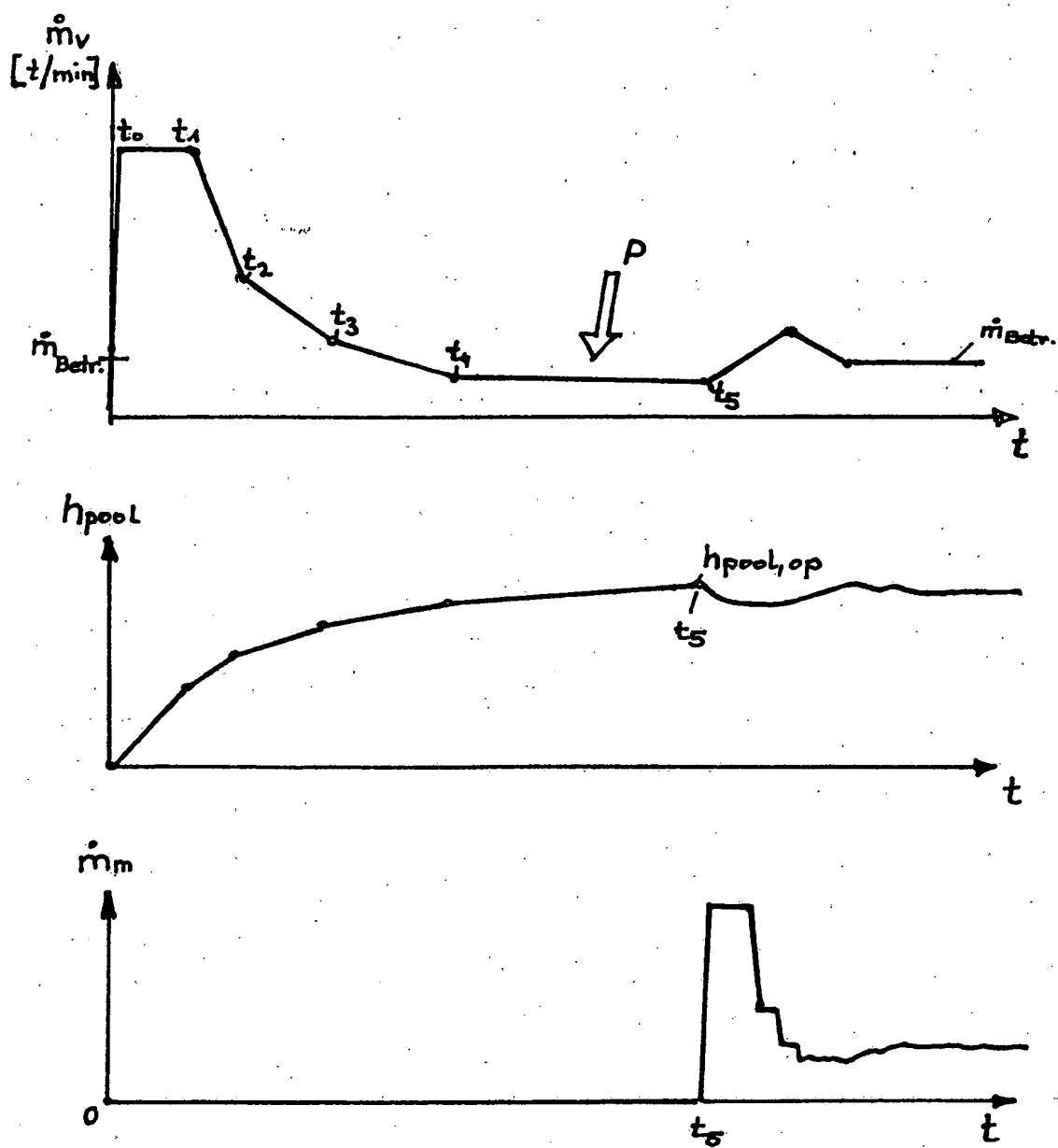


Fig. 5

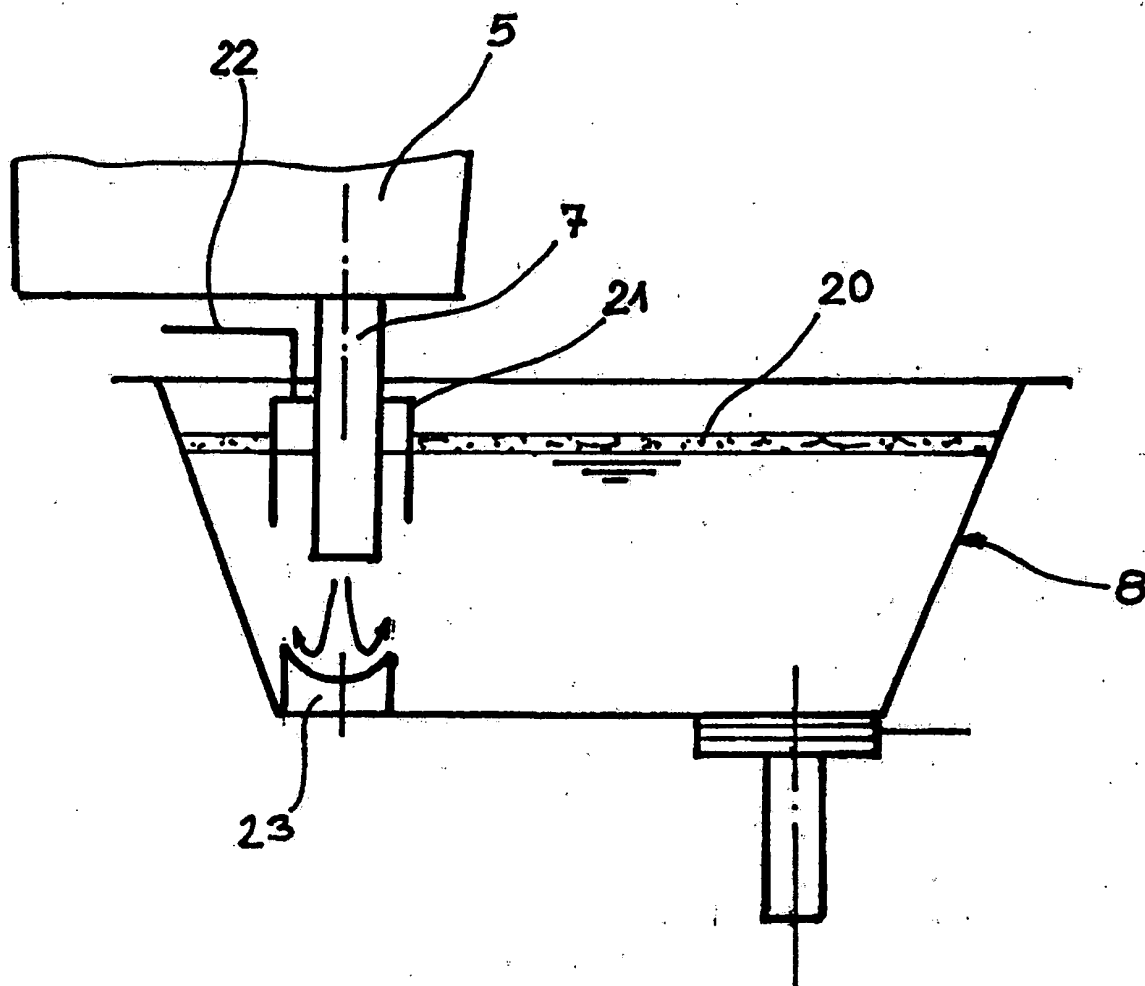


Fig. 6