

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 512 658 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den  
Einspruch:  
**01.07.1998 Patentblatt 1998/27**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C21C 7/10, C22B 9/04**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**01.03.1995 Patentblatt 1995/09**

(21) Anmeldenummer: **92250092.1**

(22) Anmeldetag: **23.04.1992**

(54) **Anlage zur Behandlung flüssigen Stahls und Verfahren zum Betrieb einer derartigen Anlage**  
Plant for treatment of liquid steel and process for running the same  
Installation pour le traitement d'acier liquide et procédé pour son emploi

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC NL  
PT SE**

(30) Priorität: **02.05.1991 DE 4114613**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.11.1992 Patentblatt 1992/46**

(73) Patentinhaber: **MANNESMANN  
Aktiengesellschaft  
40027 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Georg, Schönewolf, Dr.-Ing.  
W-4100 Duisburg 1 (DE)**  
• **Dörpinghaus, Jürgen, Ing.  
W-4130 Moers 1 (DE)**  
• **Schöler, Horst Dieter, Dr.-Ing.  
W-4100 Duisburg 1 (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al  
Meissner & Meissner,  
Patentanwaltsbüro,  
Postfach 33 01 30  
14171 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 043 861 DE-B- 1 062 432**

- **HELMUT KNÜPPEL 'Desoxydation und  
Vakuumbehandlung von Stahlschmelzen, Bd. II  
Textteil und Bildteil' 1983, VERLAG STAHL EISEN  
M.B.H., DÜSSELDORF, DE**
- **STAHL UND EISEN. Bd. 104, Nr. 1, 9. Januar  
1984, DUSSELDORF DE Seiten 47 - 52;  
K.-H. HEINEN ET AL.: 'Betriebsergebnisse der  
verschiedenen Standentgasungsanlagen der  
Krupp Stahl AG'**
- **STAHL UND EISEN. Bd. 109, Nr. 22, 10.  
November 1989, DUSSELDORF DE Seiten 1047 -  
1056; E. SCHULZ ET AL.: 'Stand und  
Entwicklungspotential der metallurgischen  
Verfahrenstechnik.'**

**EP 0 512 658 B2**

**Beschreibung**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur sekundärmetallurgischen Behandlung von Stahlschmelze unter Vakuum.

Anlagen dieser Art sind im Prinzip und hinsichtlich der technischen Ausgestaltung der einzelnen Aggregate und Verfahrensstufen bekannt, z. B. aus Stahl u. Eisen 109 (1989), Nr. 22, Seite 1047 bis 1056. Die Rohstahlerzeugung wird dabei entweder in einem Elektrolichtbogenofen oder einem Konverter vorgenommen. Daran anschließend wird der flüssige Stahl einer Station zur sekundärmetallurgischen Behandlung zugeführt und fertiggemacht und letztlich auf einer Stranggießanlage bzw. als Blockstahl vergossen.

Eine derartige Prozeßkette ist auch aus einem Prospekt der Mannesmann Demag Hüttentechnik 6.15.3.11 E 08.90.2000 bekannt. Als Aggregat zur sekundärmetallurgischen Behandlung kommt hier eine VOD-Anlage zum Einsatz, s. Fig. 11 mit Beschreibung.

Die Größe der einzelnen Anlagenteile bzw. deren Kapazität ist so aufeinander abgestimmt, daß für eine bestimmte Erzeugungsmenge ein reibungsloser Materialfluß innerhalb der Prozeßkette gewährleistet ist.

Der Verfahrensablauf innerhalb der VOD-Station wird anhand von Bild 1 erläutert. Er gliedert sich in die Abschnitte A - F:

A - entspricht der Zeit für die Zuführung der Pfanne zum Ort der Behandlung sowie die Vorbereitung durch Inertgasanschluß und -einstellung der Spülintensität sowie Abdeckung mittels mit Feuerfestmaterial ausgekleidetem oder wassergekühltem Deckel. Letzterer reduziert die Zeit bei vorliegendem Beispiel um mehr als die Hälfte.

B - enthält das eigentliche Vakuumfrischen. Angenommen wurden Eingangs-C-Gehalte von 0,60 % und Si-Gehalte von 0,20 % für die Stahlgüte V2A. Entsprechend einer sich ändernden Analyse sind kürzere oder längere Zeiten in Rechnung zu stellen.

C - beinhaltet die Auskochzeit im Anschluß an das Sauerstofffrischen.

D - ist die Zeit für die Aufgabe der Schlackenbildner und der Reduktionsmittel. Im Falle des zum Einsatz gelangten Deckels mit ff-Material ist dieser zu diesem Zeitpunkt zu entfernen, was im Unterschied zu dem in der Anlage installierten wassergekühlten Deckel einen zeitlichen Mehrbedarf beansprucht.

E - umfaßt die Reduktionszeit, deren Dauer von Erfordernissen wie Reduktion, Entgasung, Entschwefelung abhängig ist.

F - bezieht sich auf die Analysenkorrektur sowie die Temperaturmessung mit den Einzelaktivitäten wie Probenahme, Temperaturmessung, Legierung, Kühleiszugabe, Abdecken der Pfanne.

Im Kontext mit den vor- bzw. nachgeschalteten Produktionseinrichtungen sind dabei die in den Bildern 2 bis 4 dargestellten Varianten möglich und bekannt.

Bild 2 (Variante 1) gibt die ursprüngliche Behandlungsfolge an nur einem Vakuumstand wieder. Die auf Bild 3 dargestellte Variante 2 sieht die Schlußbehandlung der Schmelze in einem gesonderten Spülstand vor.

Variante 3 (Bild 4) enthält einen zweiten Behandlungsstand. Eine weitere Reduzierung der Taktfolge ist begrenzt durch die Verfügbarkeit des herkömmlichen einen Vakuumpumpensystems, üblicherweise bestehend aus Wasserringpumpen und Dampfstrahlern.

Diese bekannten Konzepte der Prozeßkette Schmelzeinrichtung - VOD-Anlage - Gießeinrichtung stellen keine grundsätzlichen Lösungen dar, die niedrigen Taktzeiten von Schmelz- und Gießeinrichtungen auch nur näherungsweise zu erreichen oder eine Anpassung aneinander vorzunehmen. Veränderungen innerhalb der einmal festgelegten Linie wären nur durch Einbeziehung einer kostenaufwendigen, zusätzlichen metallurgischen Einrichtung oder der Verlagerung der Fertigmachzeit der Schmelzen nach der Reduktionsbehandlung in einen gesonderten Spülstand möglich. Auch ist das Gesamtsystem unflexibel in bezug auf Änderungen metallurgischer oder gießtechnischer Verfahrensweisen, die sich auf die Taktzeit der einzelnen Stufen im Sinne einer Verkürzung dieser Taktzeiten auswirken.

Zum Stand der Technik wird ferner auf das Buch H. Knüppel "Desoxidation UND Vakuumbehandlung von Stahlschmelzen", Bd. II "Grundlagen der Pfannenmetallurgie", Verlag Stahleisen m.b.H., 1983, Düsseldorf, DE, Textteil: S. 257-260, S.306-309 und Bildteil: Abbildungen 4.53 und 4.60 verwiesen.

Zum Stand der Technik gehört auch noch eine offenkundig vorbenutzte Anlage in Siegen/Geisweid.

Diese war für die Aufnahme von zwei Kesseln ausgelegt. Das Tiefvakuum wurde durch dreistufige Dampfstrahlpumpen sowie zwei parallel laufende Wasserringpumpen erzeugt. Bei Erreichung eines bestimmten Druckes (10 Torr) konnte eine der Wasserringpumpen abgetrennt und für die Erzeugung eines mittleren Vakuums in dem zweiten Behälter eingesetzt werden.

Eine gleichzeitige Erzeugung des Tiefvakuums und des mittleren Vakuums konnte aus vorrichtungstechnischen Gründen, d.h. durch den notwendigen gemeinsamen Einsatz der beiden Wasserringpumpen nicht erfolgen.

Das Problem besteht also darin, eine Lösung zu finden, die mit geringstmöglichem Aufwand ein hohes Maß an Flexibilität und eine Anpassung der VOD-Behandlungszeit an die Taktzeiten der vor- bzw. nachgeschalteten Schmelz-

und Gießeinrichtungen gewährleistet.

Die Erfindung geht von einer bekannten VOD-Anlage aus. Diese besteht im Regelfall aus einer Kombination von Wasserringpumpen und dem eigentlichen Kern der Vakuumanlage, den Dampfstrahlern.

Nachfolgend soll die Erfindung näher erläutert werden, wobei Bezug genommen wird auf die Fig. 6 und 7.

In Fig. 6 ist zunächst in der ersten Zeile, mit VAK-Stand 1 (Behälter 1) bezeichnet, der übliche Behandlungsablauf einer Schmelze in einer VOD-Anlage dargestellt, wie er sich aus Fig. 1 ergibt, lediglich mit der Abwandlung, daß der Behandlungsabschnitt F in einen Konditionierungsstand verlegt wurde.

Nach Abschluß aller vorbereitenden Arbeiten (Zeitabschnitt A) wird im Behälter 1 gemäß Fig. 7 durch Einschalten der Wasserringpumpen 5' bei geschlossener Absperrvorrichtung 9, 9', 12 über die Saugleitung 10, 11' bei geöffneter Absperrvorrichtung 12' ein mittleres Vakuum von z.B. 180 mbar erzeugt. In diesem Zeitabschnitt B wird auf die Schmelze in der Gießpfanne 2 durch die Einrichtung zur Sauerstoffzufuhr 6' Sauerstoff auf die Schmelze aufgeblasen. Die Sauerstoffzufuhr kann auch über eine abbrennbare Lanze erfolgen.

Gegen Ende dieses Abschnittes B, bei geringer werdendem Gasanfall aus der Schmelze, wird die Absperrvorrichtung 9' geöffnet und dafür die Absperrvorrichtung 12' geschlossen, so daß nunmehr der Behälter 1 von den Wasserringpumpen 5 und den Dampfstrahlern 4 auf ein gewünschtes Tiefvakuum bestimmter Größe gefahren wird. Während dieser Zeit kann weiterhin Sauerstoff geblasen werden. Nach Beendigung der Sauerstoffzufuhr schließen sich die Behandlungsschritte bzw. Behandlungsabschnitte C - Auskochen - und E = Reduzieren - (unter Einleiten von Spülgasen) an.

Während dieser Behandlung im Behälter 1 wird in den VAK-Stand 2 (Behälter 1') eine weitere Pfanne 2 eingesetzt und es erfolgt eine Behandlung nach der für die erste Pfanne beschriebenen Art, d. h. es wird die Absperrvorrichtung 12 geöffnet, so daß im Behälter 1' ein mittleres Vakuum mit Hilfe der Wasserringpumpen 5' über die Rohrleitungen 10, 11 erzeugt wird.

Mit Abschluß der Behandlungszeit E für die erste Pfanne im Behälter 1 ist gleichzeitig die Vorbehandlung der Schmelze im Behälter 1' abgeschlossen.

Bei dem gewählten Beispiel wird nun die erste Schmelze in einem in Fig. 7 nicht dargestellten Konditionierungsstand überführt und fertiggemacht. Der Behälter 1 steht jetzt für die Aufnahme einer dritten Gießpfanne zur Verfügung, während der Behälter 1' durch entsprechende Betätigung von Absperrvorrichtungen einem Tiefvakuum unterworfen werden kann.

In dem vorliegenden Beispiel werden zwar stets als Einrichtungen für die Erzeugung eines mittleren Vakuums Wasserringpumpen benutzt und für die Erzeugung des Tiefvakuums eine Kombination von Wasserringpumpen und Dampfstrahlern, jedoch kann auch für das mittlere Vakuum eine Dampfstrahlanlage entsprechender Auslegung benutzt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird der Zweck verfolgt, eine höhere zeitliche Auslastung der vor- und nachgeschalteten Schmelz- und Gießeinrichtungen durch z. B. Sequenzguß beim Stranggießen bei höherer Schmelzleistung oder verringerter Größe der Ölen zu erreichen.

Die erzielten Vorteile stellen sich dar als Produktionssteigerung der Anlage bei verringerten Investitions- und Betriebskosten, einer erhöhten Auslastung der Vakuumeinrichtung und erhöhte Anpassungsmöglichkeit der VOD-Behandlungen an die Taktfolge der Schmelz- bzw. Gießeinrichtungen.

In Fig. 5 ist ein Zeitablaufsschema der erfindungsgemäßen Lösung unter Einbeziehung eines Elektrolichtbogenofens bzw. Konverters und einer Stranggießanlage dargestellt, wobei die Taktzeit der Vakuumanlage 55 min beträgt.

Die durch die erfindungsgemäße Lösung möglichen Effekte sind der nachfolgenden Übersicht zu entnehmen mit ihren Auswirkungen auf Behandlungszeit, Produktivität bzw. Anlagengröße.

Auswirkungen auf	Veränderung der erfindungsgemäßen Lösung (Var. 4) gegenüber den vorbekannten Lösungen		
	Var. 1 100 % bzw.t	Var. 2 100 % bzw.t	Var. 3 100 % bzw.t
Behandlungszeit	37 %	50 %	54 %
Produktivität	269 %/t	200 %/t	186 %/t
Anlagengröße	37 t	50 t	54 t

Dabei ist zu ergänzen, daß - gleiche Taktzeit vorausgesetzt - diese Effekte auch bei den vor- und nachgeschalteten Schmelz- und Gießeinrichtungen eintreten. Beispielsweise könnte im Vergleich mit Var. 3 (Fig. 4) bei der erfindungsgemäßen Lösung - gleiche Produktionshöhe vorausgesetzt - die Anlagengröße von 100 auf 54 t reduziert werden, dies sowohl im Hinblick auf Schmelzeinrichtung, Vakuum- und Stranggießanlage.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur sekundärmetallurgischen Behandlung von Stahlschmelze unter Vakuum, mit den Verfahrensschritten

1. Frischen der Schmelze unter gleichzeitiger Sauerstoffzufuhr (zeitabschnitt B),
2. Auskochenlassen der Schmelze im Anschluß an die Sauerstoffzufuhr (Zeitabschnitt C),
3. Zusatz von Reduktionsmitteln mit anschließender Behandlungszeit zur Entgasung und Entschwefelung der Schmelze (Zeitabschnitt D und E) und
4. Analysenkorrektur und Legieren (Zeitabschnitt F)

wobei mindestens ein Verfahrensschritt bei gleichzeitiger Einleitung eines weiteren Gases, insbesondere von Inertgasen, in die Schmelze vorgenommen wird und zwei Schmelzen in zwei Behältern gleichzeitig einem Vakuum ausgesetzt werden, wobei die Schmelze in dem einen Behälter, die vorher einer Vakuumbehandlung bei mittlerem Vakuum ausgesetzt war, einem durch eine aus Wasserringpumpen und Dampfstrahlern bestehende Einrichtung einem Tiefvakuum ausgesetzt wird und während dieser Zeit die Schmelze in dem anderen Behälter mittels einer gesonderten Wasserringpumpenstation einem mittleren Vakuum ausgesetzt wird, wobei die zeitliche Versetzung derart ist, daß mit Abschluß der Behandlungszeit E der Schmelze in dem einen Behälter unter Tiefvakuum, die Vorbehandlung der Schmelze in dem anderen Behälter unter mittlerem Vakuum abgeschlossen ist wobei das mittlere Vakuum 1 bar bis 200 mbar beträgt und das Tiefvakuum unterhalb von 200 mbar liegt.

## Claims

1. A method for the secondary-metallurgical treatment of molten steel under vacuum, comprising the process steps

1. refining the melt with simultaneous supply of oxygen (time portion B),
2. boiling-out of the melt following the supply of oxygen (time portion C),
3. addition of reducing agents with subsequent treatment time for degasification and desulphurisation of the melt (time portion D and E) and
4. analysis correction and alloying (time portion F),

in which at least one process step is effected with the simultaneous introduction of an additional gas, in particular of inert gases, into the melt and two melts are simultaneously subjected to a vacuum in two vessels, wherein the melt in one vessel, which had previously been subjected to a vacuum treatment at medium vacuum, is subjected to a deep vacuum by a means consisting of water ring pumps and steam-jet ejectors, and during this time the melt in the other vessel is subjected to a medium vacuum by means of a separate water ring pump station, the times being staggered such that at the end of the treatment time E of the melt in one vessel under deep vacuum, the pretreatment of the melt in the other vessel is finished under medium vacuum, the medium vacuum being 1 bar to 200 mbar and the deep vacuum being below 200 mbar.

## Revendications

1. Procédé pour le traitement métallurgique secondaire d'acier en fusion sous vide, comportant les étapes de procédé :

1. affinage du bain de fusion en amenant simultanément de l'oxygène (intervalle de temps B),
2. revenu du bain de fusion en liaison avec l'amenée d'oxygène (intervalle de temps C),
3. addition d'agents réducteurs avec temps de traitement suivant pour dégazer et désulfurer le bain de fusion (intervalles de temps D et E), et
4. correction d'analyse et alliage (intervalle de temps F),

au moins une étape de procédé étant effectuée avec introduction simultanée d'un autre gaz, en particulier d'un gaz inerte, dans le bain de fusion et deux bains de fusion étant soumis simultanément à un vide dans deux réci-

## EP 0 512 658 B2

pients, le bain de fusion dans un récipient, qui a été préalablement soumis à un traitement sous vide pour un vide moyen, étant soumis à un vide poussé par un dispositif constitué de pompes à anneau liquide et d'éjecteurs de vapeur, et, pendant ce temps, le bain de fusion dans l'autre récipient étant soumis à un vide moyen par un poste à pompes à anneau liquide particulier, le décalage temporel étant tel que, à la fin du temps de traitement E du bain de fusion dans un récipient sous un vide poussé, le prétraitement du bain de fusion dans l'autre récipient sous un vide moyen est arrêté, le vide moyen valant de 1 bar jusqu'à 200 mbars et le vide poussé étant au-dessous de 200 mbars.

5

10

15

20

25

30

35

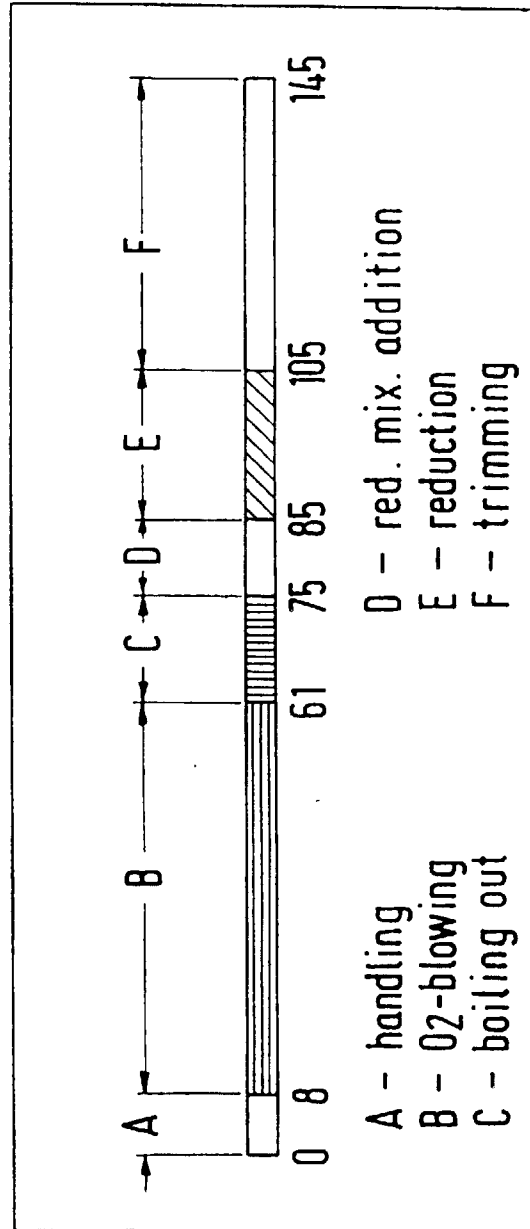
40

45

50

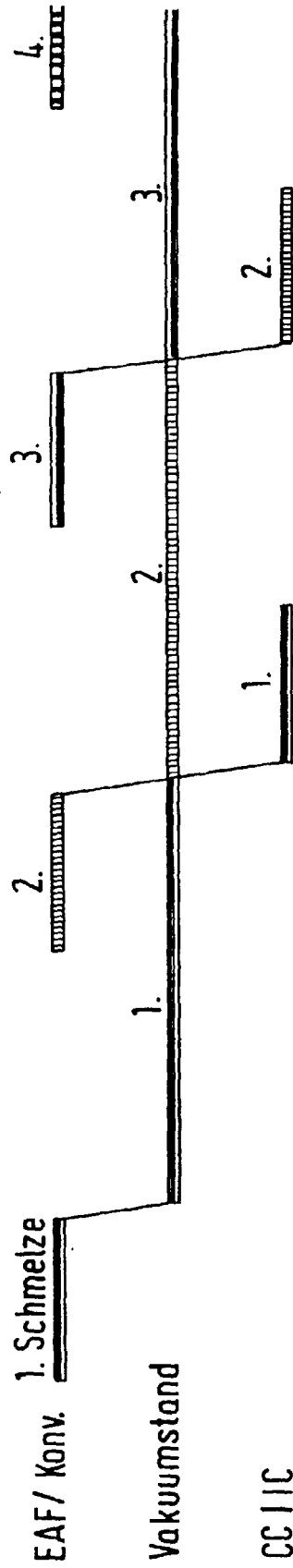
55

Fig.1



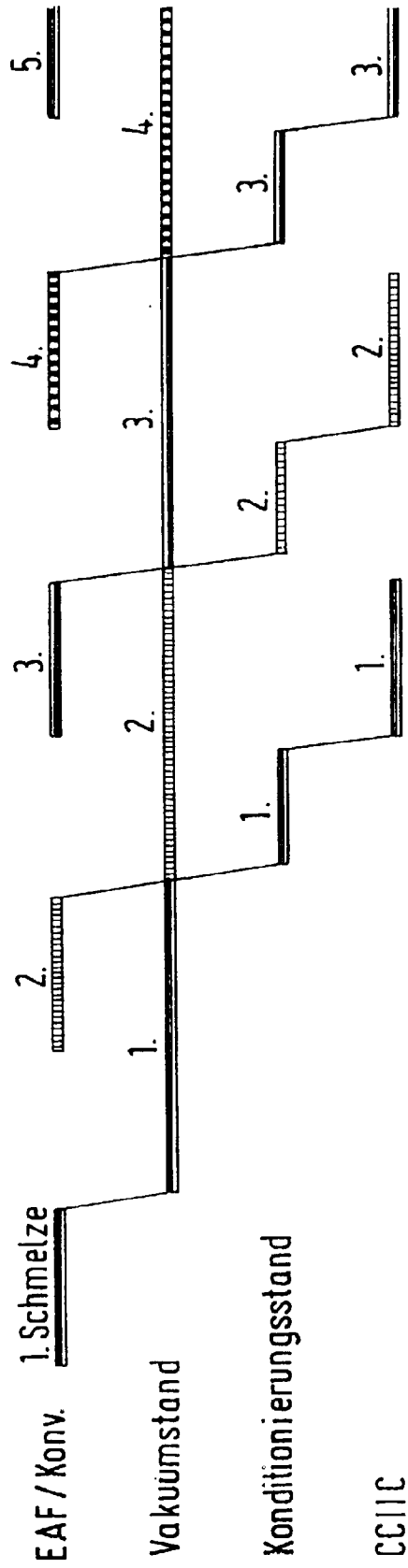
Behandlungsablauf von VOD-Schmelzen

Fig.2



Vorbekannte Lösung - Var. 1  
Taktzeit Vakuumanlage: 148 min.

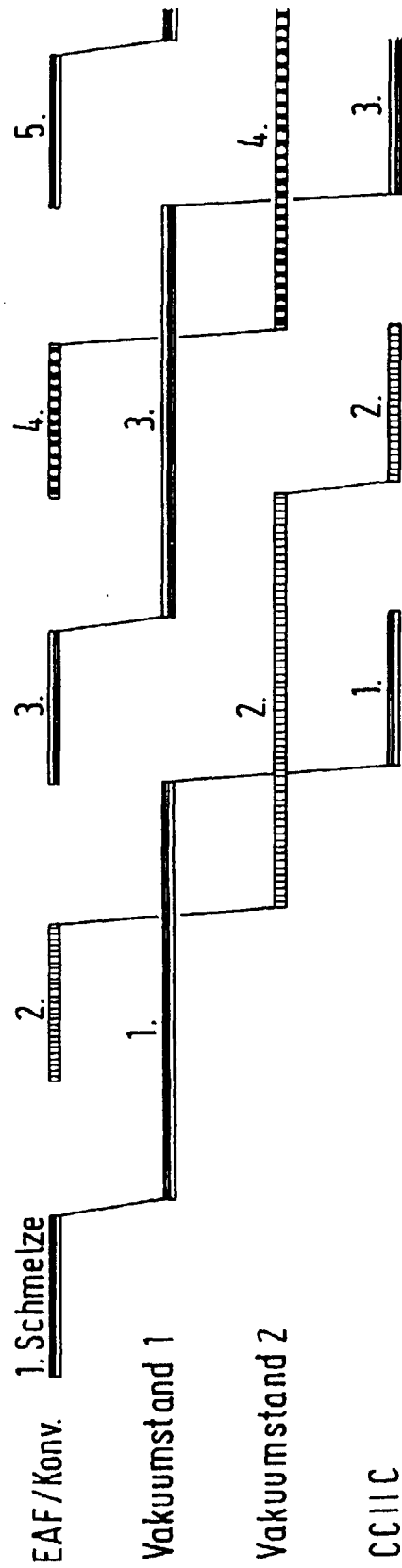
Fig. 3



Vorbekannte Lösung - Var. 2  
Taktzeit Vakuumanlage: 110 min.



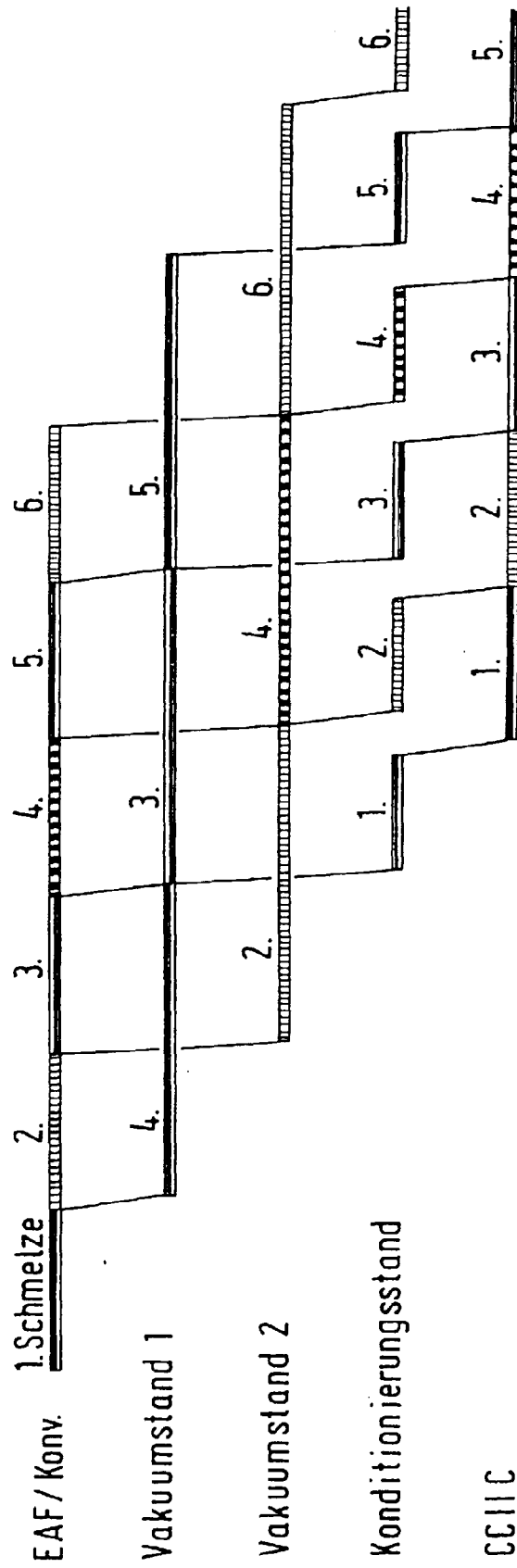
Fig. 4



Vorbekannte Lösung - Var. 3

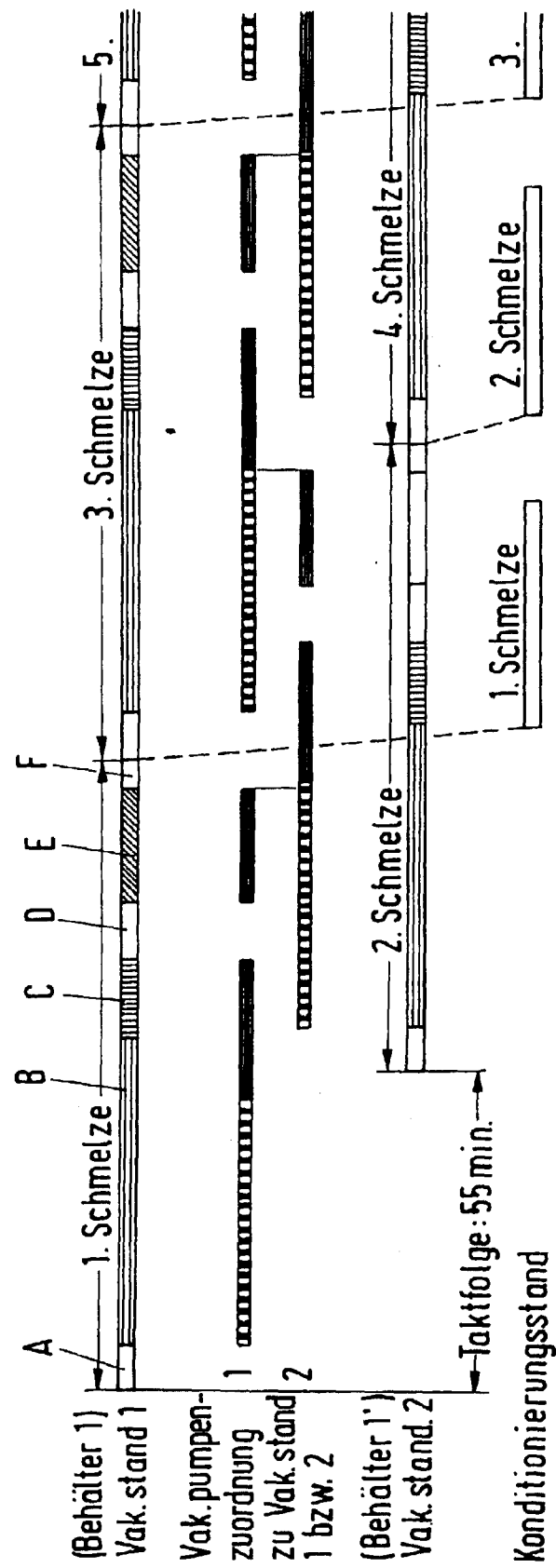
Taktzeit Vakuumanlage: 102 min.

Fig. 5



Erfindungsgemäße Lösung - Var 4  
Taktzeit Vakuumanlage: 55 min.

Fig. 6

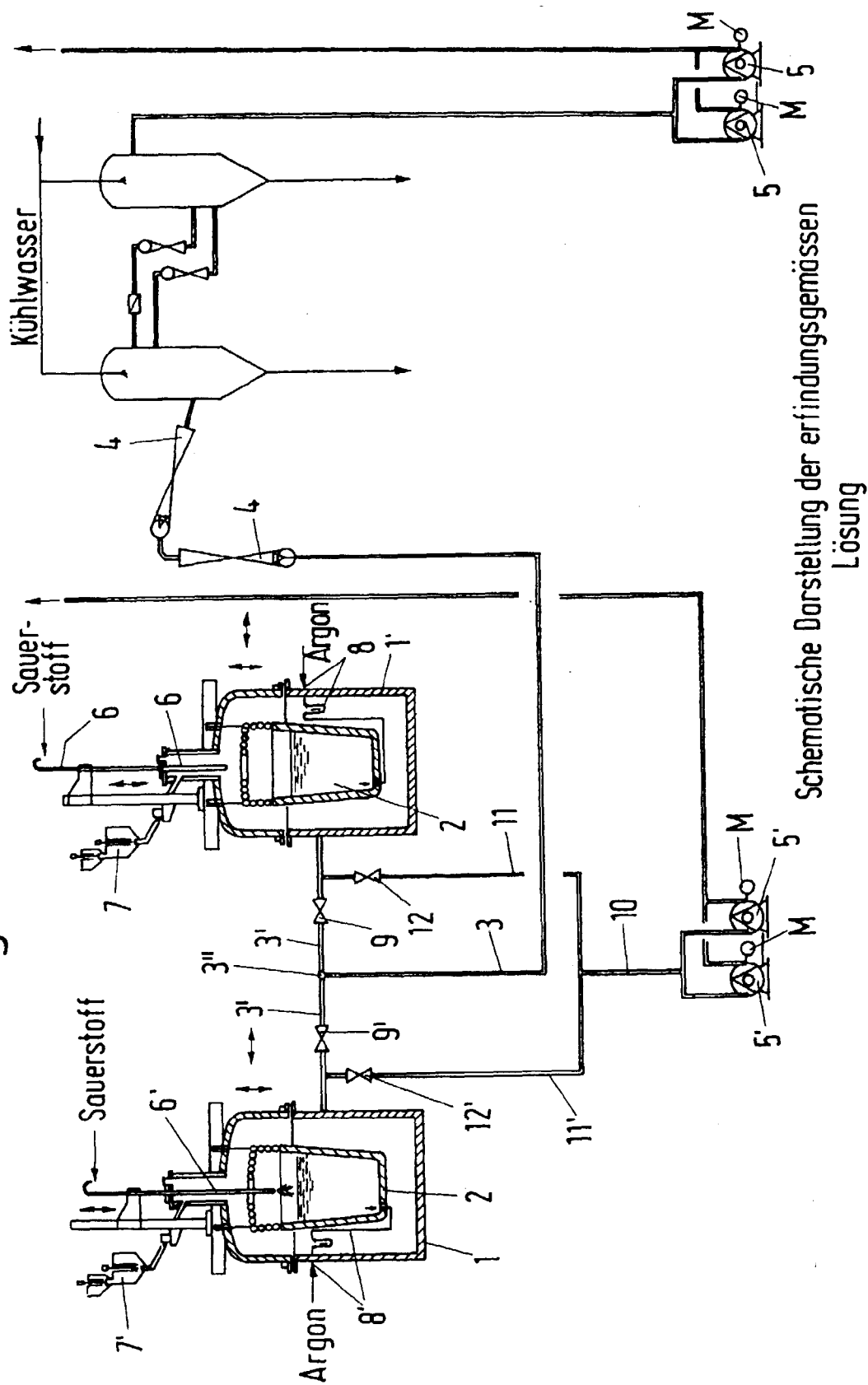


Erfindungsgemäße Lösung - Var. 4  
 Vakuumpumpenzuordnung

WRP

WRP + Dampfstr.

Fig. 7



Schematische Darstellung der erfindungsgemässen  
Lösung