



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 043 097 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
11.10.2000 Patentblatt 2000/41(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B22D 11/18

(21) Anmeldenummer: 00106772.7

(22) Anmeldetag: 30.03.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: 03.04.1999 DE 19915268

(71) Anmelder:  
**SMS SCHLOEMANN-SIEMAG  
AKTIENGESELLSCHAFT  
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **Grothe, Horst  
41564 Kaarst (DE)**

(74) Vertreter:  
**Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihlske,  
Grosse,  
Hammerstrasse 2  
57072 Siegen (DE)**

(54) **Verfahren zum Angießen einer Stranggiessanlage**

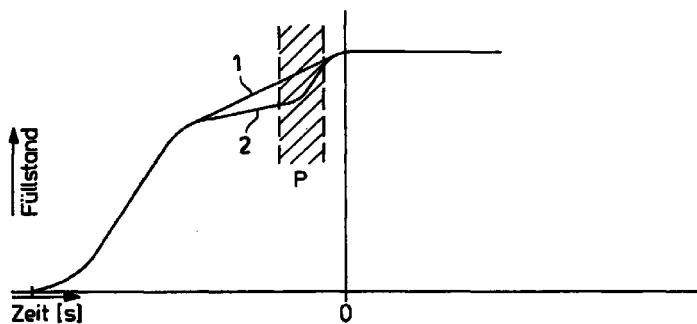
(57) Um ein Verfahren zum Angießen der Kokille bei Stranggießanlagen bereitzustellen, wobei beim Angießvorgang eine dünne und stabile Strangschale eingestellt wird, wird ein Gießstartprogramm aus den Faktoren Füllstandregelung mittels kontrollierter Stop-

fenbewegung, Kokillenkühlung und Einstellung der Oszillation schon während des Angießprozesses vorschlagen.

**Fig. 1**

Angießvorgang

kontinuierlicher Gießvorgang



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Angießen einer Stranggießanlage zum Herstellen eines Gießprodukts aus Metall, insbesondere aus Stahl, umfassend eine beim Angießvorgang bodenseitig verschlossene Kokille sowie ein Gießrohr, das in den oberen Teil der Kokille eingeführt wird, wobei die Gießrohrdurchlaßmenge und somit der Kokillenfüllstand regelbar ist mittels eines in das Gießrohr eintau chenden Stopfens, dessen gießrohrseitiges Ende einen sich kontinuierlich verkleinernden kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei vor Beginn des Angießvorgangs der Zulauf des Gießrohres mittels des Stopfens verschlossen ist

**[0002]** Grundsätzlich unterteilt sich das Stranggießen in die Gießstartphase mit bodenseitig verschlossener Kokille und die Phase des kontinuierlichen Gießens und Abziehens des Strangs. Zum Gießstart wird die Kokille bekanntermaßen mittels eines Stranganfahrkopfes verschlossen und mit schmelzflüssigem Metall gefüllt. Der teilweise erstarnte Strangkopf wird mittels des Anfahrkopfes aus der Kokille gezogen. Mit dem Strangabzug beginnt der eigentliche kontinuierliche Gießprozeß.

**[0003]** Während der Gießstartphase bzw. des Angießvorgangs wird die in die Kokille eingefüllte Schmelzmenge über eine Stopfenbewegung kontrolliert. Im Gegensatz zu dem sich anschließenden kontinuierlichen Strangabzug ist der Angießvorgang der Kokille in der Praxis wenig automatisiert. Es ist theoretisch eine Idealkurve für die Stopfenbewegung zur Einstellung eines optimalen Füllvorgangs der Kokille ermittelbar. Aufgrund von Begrenzungen der Stopfengeschwindigkeit kommt es jedoch zu einem unerwünschten Überschwingen bzw. Unterschwingen des Füllstandes im Übergang zwischen der Angießphase und der kontinuierlichen Gieß- und Abzugsphase.

**[0004]** Zum Vergießen von hochlegierten und damit gießtechnisch kritischen Stahlsorten, wie beispielsweise peritektischen Stählen oder austenitischen chromhaltigen Rostfreistählen, ist ein gleichmäßiger und ebener Schmierfilm zwischen der sich bildenden Strangschale und den Kokillenplatten notwendig. Dieser Schmierfilm muß zudem schnell aufgebaut werden. Er dient zur Isolierung und verhindert eine zu große und schnelle Wärmeabfuhr, was einer unerwünschten Rißbildung der Schale entgegenwirkt. In diesem Zusammenhang ist es problematisch, daß die beim Angießvorgang schroff abgekühlte Schmelze in der Kokille in der Regel eine sehr unebene bzw. hügelige Strangschale bildet, in deren „Tälern“ die erste Flüssig schlacke abfließen kann, wenn am Meniskus eine große Spalte zwischen der sich bildenden Strangschale und den Kokillenplatten entsteht. Im allgemeinen bildet sich eine dicke unebene Schlackenschicht zusammen mit einer dünnen unebenen Strangschale aus oder eine dünne unebene Schlackenschicht zusammen mit einer

dicken unebenen Strangschale. Erst mit der Zeit können sich derartig entstandene hügelige Flüssig schlacke- bzw. Schmierfilmschichten in gewünschte ebene Schichten verändern. Die in der Zwischenzeit entstandenen Strangschalen sind aufgrund der ungleichmäßigen Wärmeabfuhr uneben und neigen zu Längs- und Querrissen und Depressionen.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Angießen der Kokille bei Stranggießanlagen bereitzustellen, so daß beim Angießvorgang eine gleichmäßige und stabile Strangschale eingestellt wird.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mittels eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen offenbart.

**[0007]** Zur Lösung der Aufgabe wird ein Gießstart programm vorgeschlagen, in das die Faktoren Füll standsänderung, Temperaturregelung der Kokille und Oszillationsbewegung eingehen. Die Füllstandsänderung in der Kokille soll vor dem Übergang von Angießvorgang zum kontinuierlichen Gieß- und Abzugprozeß gering sein, bereits während des Angießvorgangs wird die Temperatur der Seitenplatten der Kokille geregelt und die Kokille in eine oszillierende Bewegung versetzt.

**[0008]** Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß sich die automatisierte Stopfenbewegung nicht an einer idealen Füllstand-Zeitkurve orientieren darf. Es wird vorgeschlagen, daß sich der Angießvorgang aus drei zeitlichen Phasen zusammensetzt, wobei in einer ersten Phase der Stopfen mit einer derartigen Geschwindigkeit nach oben längs der Gießrohrachse bewegt wird, daß der Füllstand der Kokille schnell ansteigt, daß in einer zweiten Phase der Stopfen mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt wird, so daß der Füllstand gleichmäßig stetig ansteigt, und daß in einer dritten Phase der Stopfen bis zu der anfänglichen geschlossenen Position mit konstanter Geschwindigkeit zurückgefahren wird zur kurzzeitigen Beendigung des Füllvorgangs in der Kokille und daß sich daran der kontinuierliche Gieß- und Strangabzugprozeß anschließt. Auf diese Weise wird insbesondere ein Überschwingen bzw. Unterschwingen des Füllstands im Übergang zwischen der Angießphase und der kontinuierlichen Gieß- und Abzugsphase vermieden.

**[0009]** Des weiteren wird im Rahmen des erfindungsgemäßen kombinatorischen Startprogramms vorgeschlagen, daß die Strangschaleneigenschaften durch geeignete Regelung der Temperatur der Kokillenplatten bereits während des Angießvorgangs beeinflußt werden. Dies ist schon durch einen reduzierten Kühl wasser durchfluß zur Kühlung der Kokillenplatten während des Angießvorgangs möglich. Vorzugsweise wird vorgeschlagen, die Kokillenplatten vor dem eigentlichen Angießvorgang vorzuwärmten und erst nach Abschluß des Angießvorgangs mit der Kühlung zu beginnen.

**[0010]** Gleichzeitig soll während des Angießvorgangs bereits vor dem Start des Strangabzugs die

Oszillation der Kokille mit großer Hubhöhe und in dieser Phase die Zugabe von Schlackepulver einsetzen. Das Anfahren mit großer Hubhöhe und somit von Gießschlacke verbrauchenden Oszillationsparametern unterstützt eine schnelle Einförderung von Gießpulver bzw. Flüssigsschlacke in den Spalt zwischen der Strangschale und den Kokillenplatten. Die Reibungsverhältnisse werden verbessert, es bildet sich auch bei schwierig vergießbaren Stählen eine gleichmäßige Strangschale aus.

**[0011]** Mit Hilfe des vorgeschlagenen automatischen Startprogramms, das durch die Kombination der Faktoren Beeinflussung der Stopfenbewegung zur Einstellung des Füllstandes, Kokillenkühlung und Beginn der Oszillationsbewegung günstige Bedingungen schafft, wird beim Angießvorgang bereits eine dünne, anpassungsfähige Strangschale erhalten. Dies hat u.a. den Vorteil, daß nicht erst durch die Wärme der Stahlschmelze selbst die Kokillenplatten auf Betriebstemperatur gebracht werden müssen.

**[0012]** Zum Ablauf des Startprogramms wird der sich einstellende Füllstand in der Kokille während des Angießvorgangs gemessen. Hierzu eignen sich radiometrische Systeme oder Thermoelemente. Es sind Ultraschallsensoren denkbar, wenn ein Spritzschutz vorhanden ist. Die Temperaturmessung in der Kokille zur Regelung der Durchflußmenge des Kühlwassers ist mittels Thermoelementen möglich.

**[0013]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung: Hierbei zeigen:

- Figur 1 die Füllstand-Zeitkurve während des Angießvorgangs, die sich nach dem vorgeschlagenen Verfahren ergibt, sowie während des sich anschließenden kontinuierlichen Gießprozesses mit gleichzeitigem Strangabzug,
- Figur 2 die der Figur 1 entsprechende Stopfenweg-Zeitkurve;
- Figur 3 die Füllstand-Zeitkurve während des Angießvorgangs sowie während des sich anschließenden kontinuierlichen Gießprozesses mit gleichzeitigem Strangabzug bei un- bzw. niedriglegierten Stahlsorten (A-B);
- Figur 4 die Füllstand-Zeitkurve bei höherlegierten Stahlsorten (C-D);
- Figur 5 die sich aus den Figuren 3 und 4 durchschnittliche ergebende Füllstand-Zeitkurve;
- Figur 6 Füllstand-Zeitkurven mit einem überschwingenden bzw. unterschwingenden Übergang des Füllstandes zwischen Angießvorgang und sich anschließenden kontinuierlichen Gießprozesses mit gleichzeitigem Strangabzug;
- Figur 7 Temperaturverlauf der Kokillenkühlung bzw. Geschwindigkeitsverlauf des Kühlwassers über der Zeit nach dem vorgeschlagenen

Verfahren;

Figur 8 Oszillationsbewegung-Zeitverlauf nach dem vorgeschlagenen Verfahren.

5 **[0014]** Figur 1 zeigt mittels einer Füllstand-Zeitkurve 1 sowie entsprechender Stopfenbewegung 1' (Figur 2) den sich nach dem vorgeschlagenen Verfahren ablaufenden Füllvorgang, der sowohl bei leichter zu vergießenden unlegierten Stählen als auch bei höherlegierten Stählen eine gewünschte dünne und gleichwohl stabile Strangschale ergibt. Die sich ergebende Füllstandshöhe der Kurve 1 befindet sich im Zeitbereich kurz vor dem Übergang zwischen dem Angießvorgang und dem kontinuierlichen Gießprozeß mit gleichzeitigem

10 Strangabzug oberhalb der Füllstandshöhe, die sich nach einer durchschnittlich ermittelten Füllstand-Zeitkurve 2 ergeben würde. Die entsprechende theoretische Stopfenbewegung ist mit 2' (Figur 2) gekennzeichnet. Der Übergang zwischen Gießstart und kontinuierlichem Gießvorgang ist mit 0 bezeichnet.

15 **[0015]** Diese Durchschnittskurve 2 (Figur 5) wird aus den Mittelwerten der Füllstand-Zeitkurve 3 für unleierte oder niedriglegierte Stähle (Figur 3; Stahlsorte A-B) und den der Füllstand-Zeitkurve 4 für hochlegierte Stähle (Figur 4; Stahlsorte C-D) erhalten. Die hierzu erforderlichen Werte werden entweder mittels Thermoelementen oder mittels radiometrischen Meßsystemen aufgenommen. Da diese Idealkurve für alle Stähle A-B-C-D aufgrund einer Bewegungsbegrenzung des Stopfens in der Praxis nur ungenügend nachfahrbar ist, stellt sich ein überschwingender (Kurve 5 der Figur 6) bzw.

20 unterschwingender (Kurve 6 der Figur 6) Füllstandsverlauf beim Übergang vom Angießvorgang zum eigentlichen Gieß- und Abziehprozeß ein, der Grund für Gießstartfehler ist. Bei dem Kurvenverlauf 5 bildet sich eine dicke Strangschale am Meniskus, bei dem Kurvenverlauf 6 wird die Schlackenkruste überflutet. Durch die vorgeschlagene Verfahrerbewegung des Stopfens stellt sich die Kurve 1 (Figur 1) ein, die oberhalb der Durchschnittskurve 2 verläuft. Mit dem schraffierten Bereich und P ist der günstigste Zeitpunkt für die Zugabe des Schlackepulvers gekennzeichnet. Durch die langsame Bewegung des Stopfens in diesem Bereich (vgl. Kurve 1) wird dieser bisher kritische Vorgang für die Strangschalenbildung verbessert.

25 **[0016]** In das vorgeschlagene Gießstartprogramm soll gleichzeitig die Kokillentemperaturregelung eingehehen. Ziel ist die schnellstmögliche Einstellung der Temperatur der Kokille auf die gewünschte Betriebstemperatur. Hierzu wird schon während des Angießvorgangs die Temperatur der Kokillenplatten geregelt (vgl. Figur 7). Die Seitenplatten der Kokille werden während des Gießvorgangs vorgewärmt (vgl. Kurve H<sub>2</sub>O T°C). Während des kontinuierlichen Gießvorgangs wird der Vorwärmprozeß von einem Kühlprozeß zur Ableitung der Schmelzwärme abgelöst. Weiterhin ist während des Angießvorgangs die Geschwindigkeit des Kühlwassers v<sub>S</sub> zur Kühlung der Seitenplatten der

Kokille vermindert. Die Durchflußgeschwindigkeit  $v_S$  steigt beim kontinuierlichen Gießvorgang an. Alternativ zur Wasservorwärmung wird eine mit x bezeichnete Dampfvorheizung vorgeschlagen. Die Vorlaufwassertemperatur und die Wasserdurchflußmenge werden hinsichtlich der Dicke der Kokillenplatte korrigiert.

**[0017]** Als weiterer Faktor des Gießstartprogramms geht die Oszillation der Kokille ein (Figur 8), die bereits während des Angießvorgangs beginnt. Aufgrund der gewünschten Schlackeförderung wird mit einem großen Hub bei kleiner Hubfrequenz begonnen, wobei sich dieses Verhältnis beim kontinuierlichen Gießprozeß ändert.

**[0018]** Als eine besonders günstige Ausführungsform wird vorgeschlagen, daß die Oszillation bei einer Füllstandshöhe beginnt unterhalb 100 mm der Füllstandshöhe, die dem Übergang (gekennzeichnet mit Null) bzw. Setpoint entspricht. Mit H ist der Hub in mm, mit H/min die Hubfrequenz bezeichnet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Angießen einer Stranggießanlage zum Herstellen eines Gießprodukts aus Metall, insbesondere aus Stahl, umfassend eine beim Angießvorgang bodenseitig verschlossene Kokille sowie ein Gießrohr, das in den oberen Teil der Kokille eingeführt wird, wobei die Gießrohrdurchlaßmenge und somit der Kokillenfüllstand regelbar ist mittels eines in das Gießrohr eintauchenden Stopfens, dessen gießrohrseitiges Ende einen sich kontinuierlich verkleinernden kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei vor Beginn des Angießvorgangs der Zulauf des Gießrohres mittels des Stopfens verschlossen ist,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Füllstandsänderung in der Kokille vor dem Übergang vom Angießvorgang zum kontinuierlichen Gieß- und Strangabzugprozeß gering ist, daß während des Angießvorgangs die Temperatur der Seitenplatten der Kokille geregelt wird und daß während des Angießvorgangs die Kokille in eine oszillierende Bewegung versetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß sich der Angießvorgang aus drei zeitlichen Phasen zusammensetzt, wobei in einer ersten Phase der Stopfen mit einer derartigen Geschwindigkeit nach oben längs der Gießrohrachse bewegt wird, daß der Füllstand der Kokille schnell ansteigt, daß in einer zweiten Phase der Stopfen mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt wird, so daß der Füllstand gleichmäßig stetig ansteigt, und daß in einer dritten Phase der Stopfen bis zu der anfänglichen geschlossenen Position mit konstanter Geschwindigkeit zurückgefahren wird zur kurzzeitigen Beendigung des Füllvorgangs in der

Kokille und daß sich daran der kontinuierliche Gieß- und Strangabzugprozeß anschließt.

3. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß während des Angießvorgangs der Kühlwasser- durchfluß  $v_S$  zur Kühlung der Seitenplatten der Kokille gedrosselt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Seitenplatten der Kokille während des Angießvorgangs vorgewärmt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die oszillierende Bewegung der Kokille während des Angießvorgangs mit einer großen Hubhöhe bei kleiner Hubfrequenz durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß während des Angießvorgangs Schlackepulver in die Kokille gegeben wird.

20

25

30

35

40

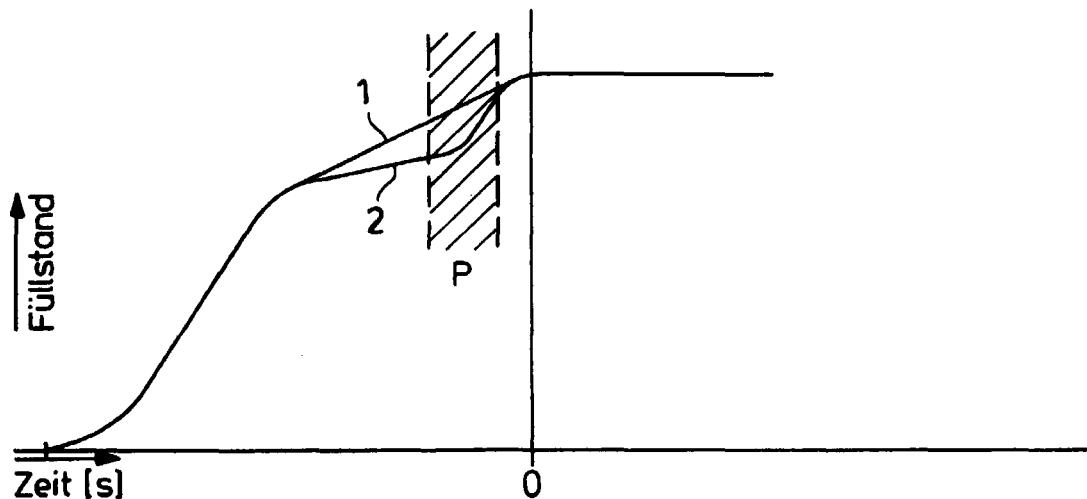
50

55

**Fig. 1**

Angießvorgang

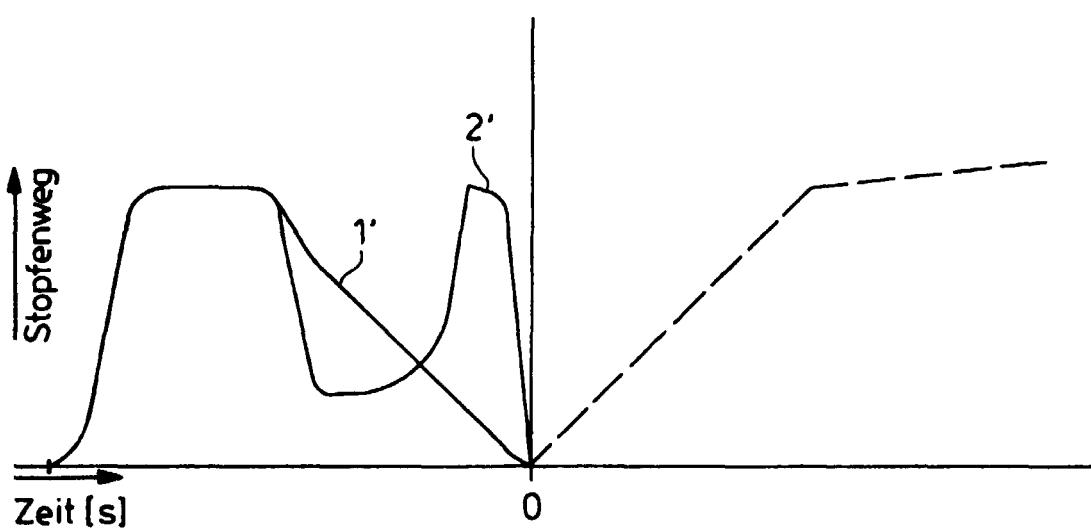
kontinuierlicher Gießvorgang



**Fig. 2**

Angießvorgang

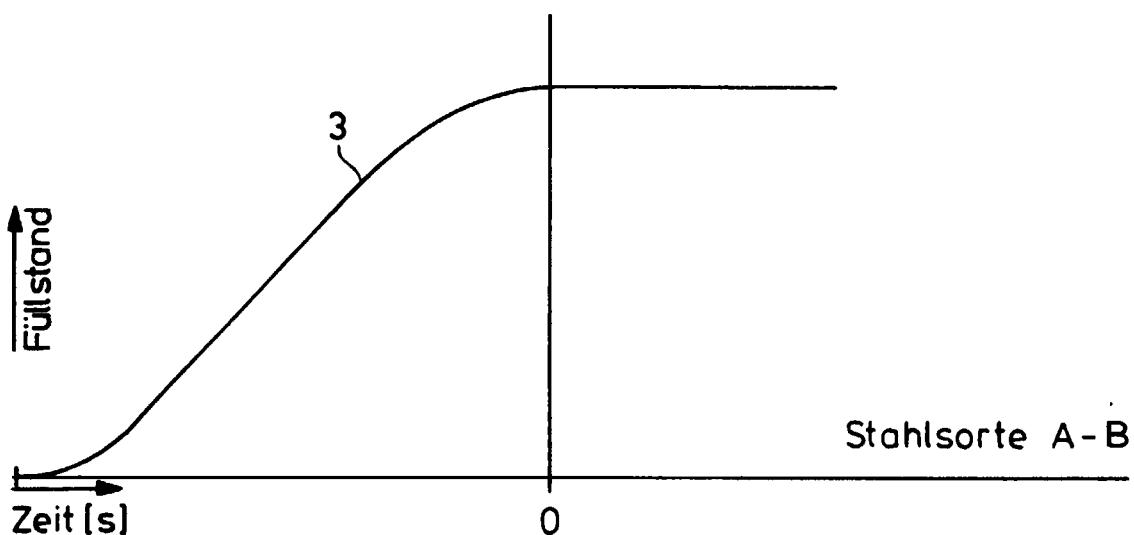
kontinuierlicher Gießvorgang



**Fig. 3**

Angießvorgang

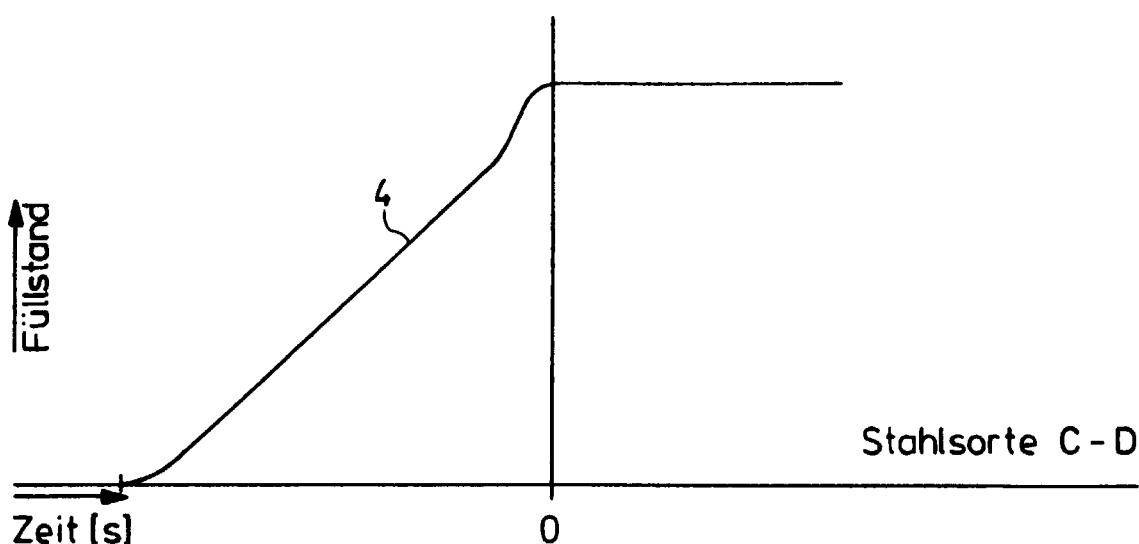
kontinuierlicher Gießvorgang



**Fig. 4**

Angießvorgang

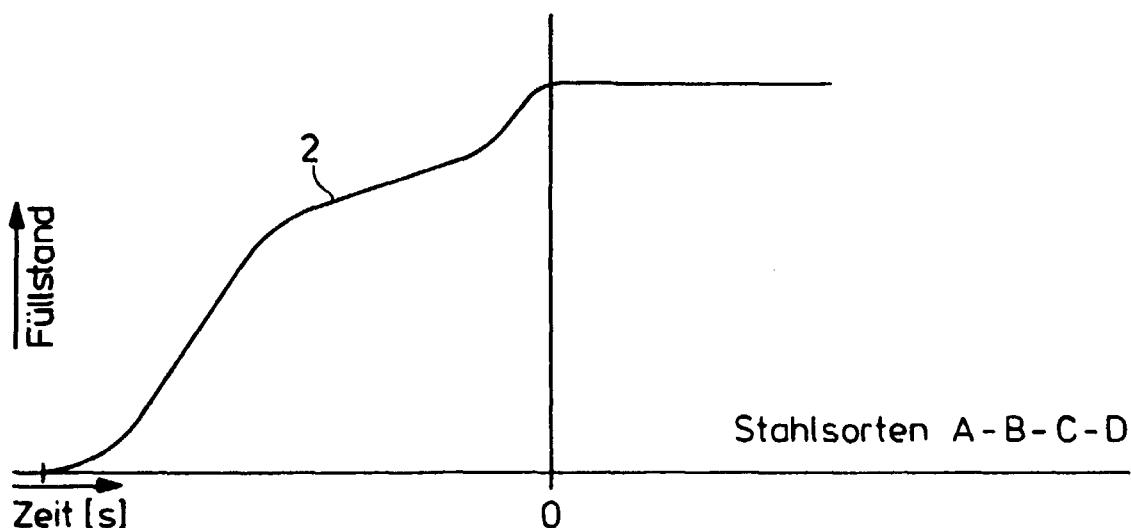
kontinuierlicher Gießvorgang



**Fig. 5**

Angießvorgang

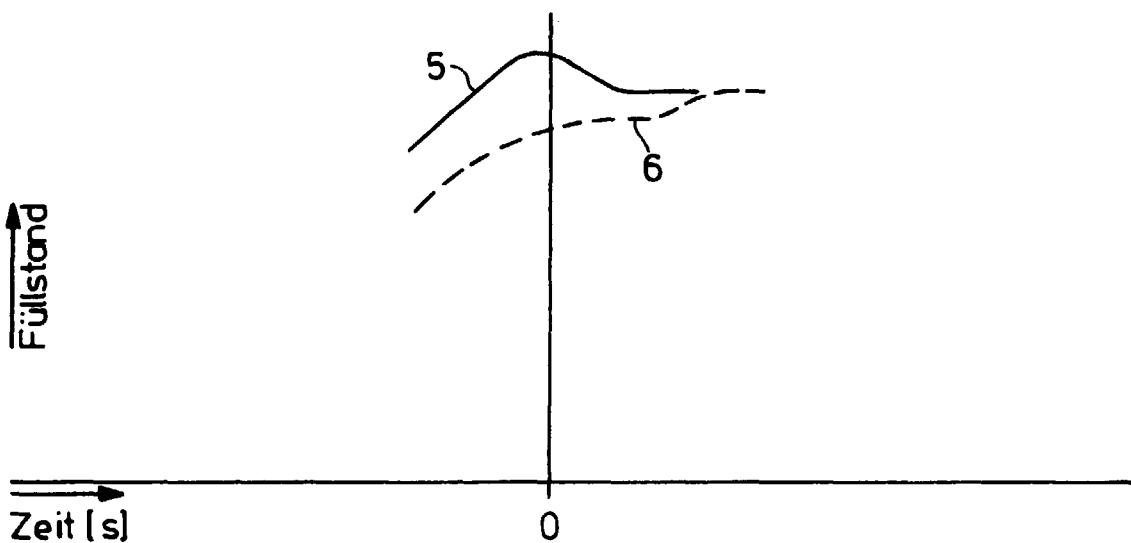
kontinuierlicher Gießvorgang

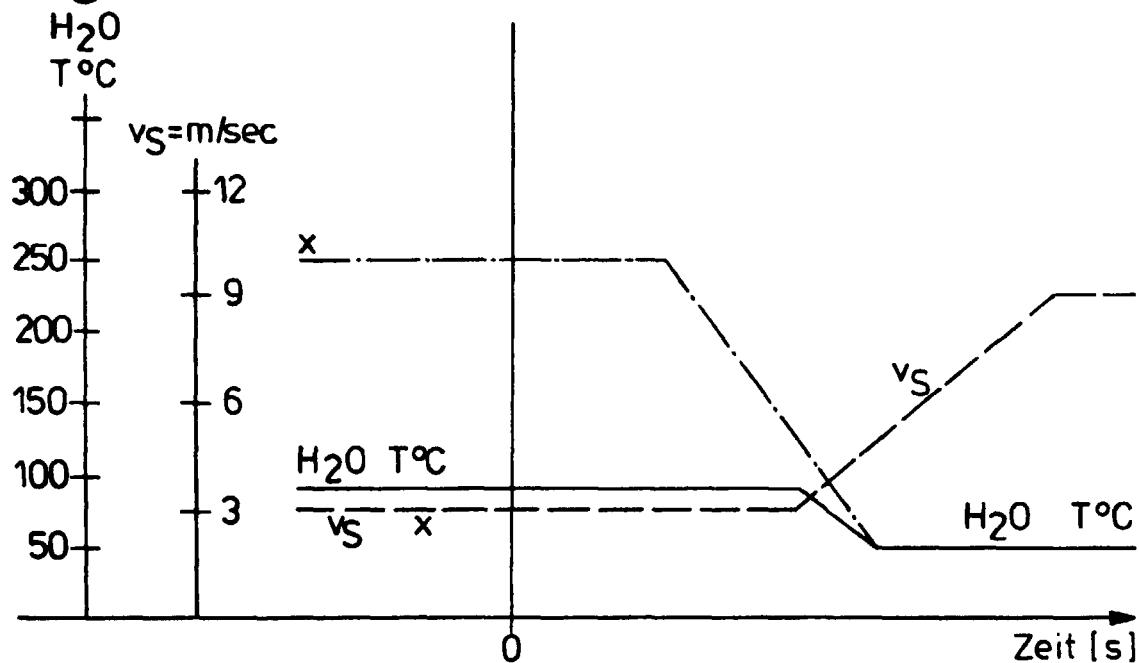
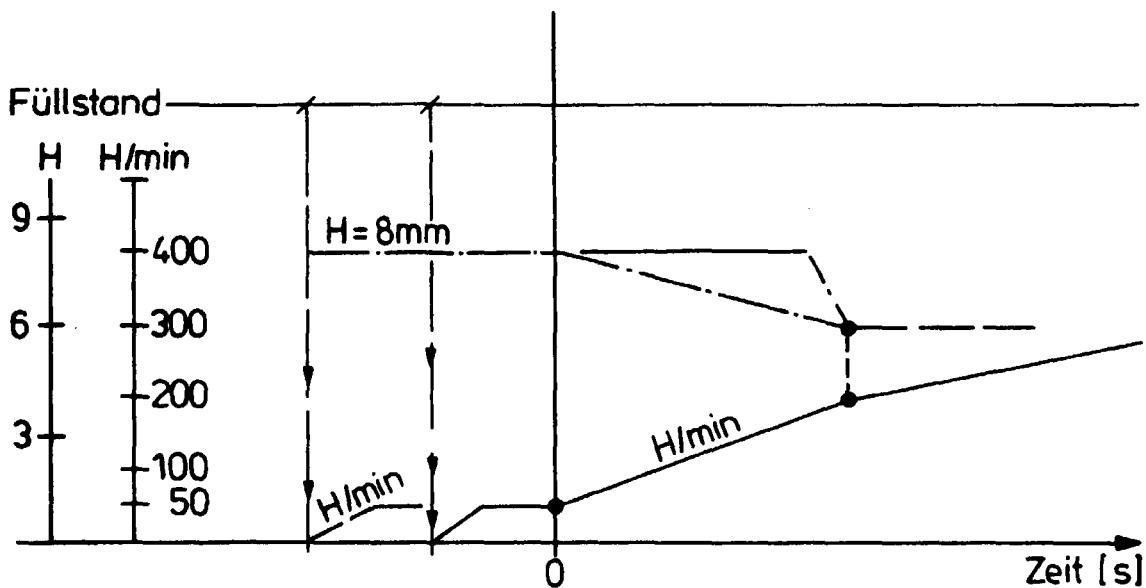


**Fig. 6**

Angießvorgang

kontinuierlicher Gießvorgang



**Fig. 7****Fig. 8**



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 6772

<b>EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE</b>			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 32 21 708 C (BBC AG) 13. Juni 1991 (1991-06-13) * Ansprüche 1,2; Abbildung 2 *	1-6	B22D11/18
A	FR 2 698 806 A (LORRAINE LAMINAGE) 10. Juni 1994 (1994-06-10) * Ansprüche 1-7; Abbildung 3 *	1-6	
A	EP 0 564 674 A (ZIMMERMANN & JANSEN GMBH) 13. Oktober 1993 (1993-10-13) * Ansprüche 1-6; Abbildungen 1,2 *	1-6	
A	DE 34 21 344 A (KRUPP STAHL AG) 12. Dezember 1985 (1985-12-12) * Ansprüche 1,2 *	1-6	
A	EP 0 685 280 A (DANIELI OFF MECC) 6. Dezember 1995 (1995-12-06) * Ansprüche 1-5 *	1-6	
	-----		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	11. Juli 2000	Kesten, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet			
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie			
A : technologischer Hintergrund			
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 6772

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3221708	C	13-06-1991	DE	3344127 A		20-06-1985
FR 2698806	A	10-06-1994		KEINE		
EP 0564674	A	13-10-1993		KEINE		
DE 3421344	A	12-12-1985	JP	61056762 A		22-03-1986
EP 0685280	A	06-12-1995	IT	UD940091 A		30-11-1995
			BR	9502158 A		07-11-1995
			CA	2149394 A		01-12-1995
			CN	1117413 A,B		28-02-1996
			JP	8150440 A		11-06-1996
			RU	2140829 C		10-11-1999
			US	5598885 A		04-02-1997