

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 207 066
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 86890177.8

(51)

Int. Cl. 4: **B 22 D 27/06**

(22)

Anmeldetag: 17.06.86

(30)

Priorität: 19.06.85 AT 1828/85

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.12.86
Patentblatt 86/52

(84)

Benannte Vertragsstaaten: BE CH DE FR GB IT LI SE

(71)

Anmelder: **VEREINIGTE EDELSTAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT (VEW)**, Elisabethstrasse 12,
A-1010 Wien (AT)

(72)

Erfinder: **Barg, Herbert**, Karl Morre-Strasse 24,
A-8605 Kapfenberg (AT)
 Erfinder: **Machner, Peter**, Dipl.-Ing., Mühlgasse 7,
A-8700 Leoben (AT)
 Erfinder: **Meyer, Wilfried, Dr.**, Albert Böhler-Gasse 10a,
A-8605 Kapfenberg (AT)
 Erfinder: **Mitter, Werner, Dr.**, Steinerhofallee 5,
A-8605 Kapfenberg (AT)
 Erfinder: **Schwarz, Kurt, Ing.**, Dammweg 11,
A-8605 Kapfenberg (AT)

(74)

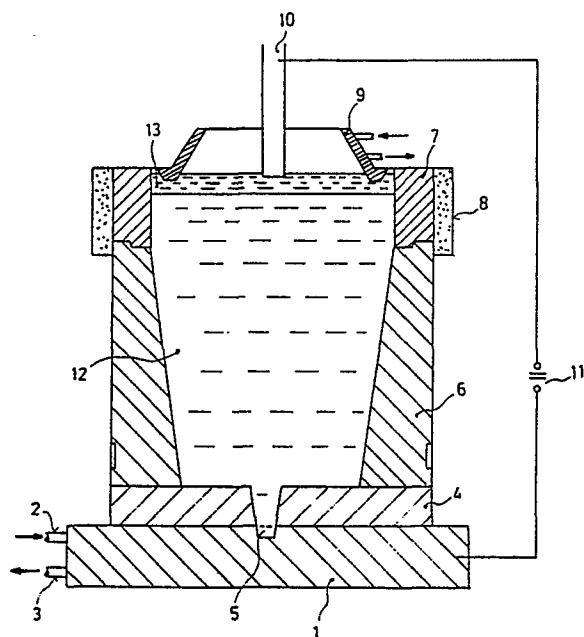
Vertreter: **Jellinek, Gerhard, Dr.**, Vereinigte
Edelstahlwerke AG (VEW) Elisabethstrasse 12,
A-1010 Wien (AT)

(54)

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Blöcken.

(57)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von Blöcken, wobei eine metallische Schmelze (12), z.B. Stahlschmelze, in eine ein- oder mehrteilige Kokille mit Aufsatz (9), insbesondere wassergekühlter Haube, vorzugsweise bis unterhalb des Aufsatzes eingebracht wird, worauf eine elektrisch leitende Schlacke (13), bevorzugt verflüssigte heiße Schlacke auf den Metallspiegel aufgebracht, und über eine insbesondere selbstverzehrende Elektrode (10) aus einer, gegebenenfalls der metallischen Schmelze (12) im wesentlichen entsprechenden Zusammensetzung der Schmelze Wärme und gegebenenfalls weitere Schmelze zugeführt wird, wobei der Kokille in ihrem oberen Bereich (7) und damit dem erstarrenden Block unterhalb des Aufsatzes (9) verzögert Wärme, insbesondere Erstarrungswärme abgeführt und/oder abgeleitet wird, wobei vorzugsweise der untere Teil der Kokille (4), insbesondere die Bodenplatte (1) gekühlt, vorzugsweise fluidgeköhlt wird, während dem erstarrenden Block Wärme und gegebenenfalls Metallschmelze über die Elektrode (10) zugeführt wird.


EP 0 207 066 A2

Verfahren und Vorrichtung
zur Herstellung von Blöcken

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zur Herstellung von Blöcken, wobei eine metallische Schmelze, z.B. Stahlschmelze in eine ein- oder mehrteilige Kokille mit Aufsatz eingebracht
5 wird, worauf unter Wärmezufuhr der Block erstarren gelassen wird.

Die Erzeugung schwerer Schmiedeblocks als Ausgangsprodukt für Schmiedestücke für den Kraftwerksbau stellt
10 eine der größten Herausforderungen für den Stahlwerker dar. Die Anforderungen der Turbinenbauer an Reinheitsgrad und Freiheit von Seigerungen sind auch mit modernen Verfahren nur schwer einzuhalten.

15 Während Erschmelzung und Schmelzbehandlung in den letzten Jahren durch den Einsatz moderner Pfannenmetallurganlagen große Fortschritte erzielt haben, bleibt die Erstarrung im konventionellen Blockguß nach wie vor das am wenigsten zu beeinflussende Glied in der Erzeugungskette.

20 Typische Fehlerscheinungen sind der negativ geseigerte Bodenkegel, in vielen Fällen auch mit nichtmetallischen Einschlüssen verunreinigt, Schrumpfungshohlräume, verbunden mit V-Seigerungen in der Blockachse, im Blockschopf die positive Seigerung mit Anreicherungen von
25 C, S und P, schließlich die A- oder δ -Seigerungen mit Anreicherungen von S und P. Für die Entstehung dieser Seigerungen gibt es zurzeit noch keine allgemein anerkannte Theorie.

Um nichtmetallische Einschlüsse aus dem Bodenkegel zu vermeiden, müssen bei schweren Blöcken 15 % und mehr vom Blockboden abgesetzt werden. Der Anteil des ver-
loreren Kopfes kann bei sehr schweren Blöcken 25 und
5 mehr Prozente betragen. Eine Beeinflussung der Erstarrung ist nur in sehr beschränktem Ausmaß über Änderungen der Blockgeometrie oder des isolierenden Haubeneinsatzes möglich.

- 10 Diese Fehler können mit dem folgenden Verfahren vermieden werden. In eine herkömmliche Schmiedeblockkokille wird ein wassergekühlter Ring eingesetzt, die Kokille mit Stahl gefüllt, auf den Stahl kommt eine Schichte metallurgisch aktiver Schlacke, in die eine Elektrode eingetaucht wird.
15 Durch Zufuhr elektrischer Energie wird das Schlackenbad so stark erhitzt, daß die Elektrode abschmilzt und während des Erstarrungsprozesses Schrumpfungshohlräume im Block ausgleicht. Durch gezielte Variation der Energiezufuhr kann auch die Erstarrung beeinflußt werden. Blöcke, die
20 nach diesem Verfahren hergestellt werden, weisen keine negative Bodenseigerung mit den damit verbundenen Nachteilen, keine V-Seigerungen und kaum Schrumpfungshohlräume auf. Dies konnte an mehreren tausend Schmiedeblocken, die nach diesem Verfahren hergestellt wurden, bewiesen werden.
25

Von Turbinenherstellern wird nunmehr auch sehr fein verteilten nichtmetallischen Einschlüssen mit Ersatzfehlergrößen um 1 mm bei der Ultraschallprüfung besondere Bedeutung beigemessen. Derartige Fehler konnten mit dem oben
30 angeführten Verfahren nicht mit ausreichender Sicherheit vermieden werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die es erlauben, auch mit Sicherheit Ersatzfehlergrößen um 1 mm zu vermeiden, wobei gleichzeitig kein erhöhter oder kein
5 wesentlich erhöhter Aufwand sowohl von der Energieseite als auch für die Vorrichtungen erforderlich sein soll.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Blöcken, wobei eine metallische Schmelze, z.B. Stahlschmelze, in
10 eine ein- oder mehrteilige Kokille mit Aufsatz, insbesondere wassergekühlter Haube, vorzugsweise bis unterhalb des Aufsatzes eingebracht wird, worauf eine elektrisch leitende Schlacke, bevorzugt verflüssigte heiße Schlacke auf den Metallspiegel aufgebracht und über eine, insbesondere selbstver-
15 zehrende Elektrode aus einer gegebenenfalls der metallischen Schmelze im wesentlichen entsprechenden Zusammensetzung, der Schmelze Wärme und gegebenenfalls weitere Schmelze zugeführt wird, besteht im wesentlichen darin, daß der Kokille in ihrem oberen Bereich und damit dem erstarrenden Block unterhalb des Aufsatzes ver-
20 zögert Wärme, insbesondere Erstarrungswärme abgeführt und/oder abgeleitet wird, wobei vorzugsweise der untere Teil der Kokille insbesondere die Bodenplatte gekühlt, vorzugsweise fluidgekühlt wird, während dem erstarrenden Block Wärme und gegebenenfalls Metallschmelze über die
25 Elektrode zugeführt wird.

Durch diese gezielte Wärmezufuhr und Wärmeableitung bzw. Kühlung kann erreicht werden, daß der Block schalenweise erstarrt, wobei im Blockkopf die Erstarrung so lange verhindert werden kann, daß keine flaschenhalsartigen Ver-
30 engungen der bereits erstarrten Schmelze eintreten, wodurch Seigerungen oder Einschlüsse und dgl., welche den oben angeführten Fehler verursachen, vermeidbar sind. Es war nun durchaus Überraschend, daß mit einer derartigen gezielten Erstarrung es auch erreicht werden kann, daß

diese Fehler, welche teilweise auf nichtmetallische Einschlüsse zurückzuführen sind, durch vermutlicherweise Aufsteigen oder Aufschwimmen diese nichtmetallischen Einschlüsse beseitigt werden können.

5

Gemäß einem weiteren Merkmal der vorliegenden Erfindung wird der Schlacke Wärme zugeführt mit einer Leistungsdichte von 0,4 bis 2,0, insbesondere 0,5 bis 2,0 kW/cm^2 und einer Stromdichte von 8 bis 25 A/cm^2 jeweils an der Elektrode. Damit läßt sich erreichen,
10 daß in der Schlacke zwei sich überlagernde Kräfte auftreten, wobei die thermisch bedingte Kraft eine Badbewegung in der Weise bewirkt, daß die Schlacke unterhalb der Elektrode aufsteigt, an der Oberfläche zur Haubenaußenseite sich bewegt und sodann die nunmehr ab-
; gekühlte Schlacke an die Oberfläche der Metallschmelze
15 kommt und damit abkühlt. Die vorteilhafte Schlackenbewegung, welche durch die bevorzugt größere Lorenzkraft bewirkt wird, verläuft etwa gegensinnig in den Block hinein gerichtet, und zwar sinkt die heiße Schlacke unterhalb der Elektrode bis zur Metalloberfläche, gibt ihre Wärme an den Metallspiegel ab und bewegt
20 sich hierauf zum Rand des Aufsatzes, steigt dort entlang der Wand hoch, und die abgekühlte Schlacke bewegt sich an der Oberfläche des Schlackenspiegels wieder zur Elektrode. Dadurch entsteht weiters ein Deckel aus erstarrter Schlacke, welcher ebenfalls erwünscht ist, da eine thermische Iso-
25 lierung erreicht wird. Mit einer derartigen Schlackenbewegung wird weiters auch ein flaschenartiges Einschnüren des Blockes beim Erstarren vermieden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von metallischen Blöcken mit einer Kokille, insbesondere mehr-
30 teiligen Kokille, die einen gegebenenfalls flüssigkeitsgekühlten, Aufsatz aufweist, in welchen eine insbesondere selbstverzehrende Elektrode ragt, die mit einem Pol einer Spannungsquelle verbunden ist, während eine weitere Elektrode und/oder der Bodenbereich, insbesondere die

Bodenplatte der Kokille mit einem weiteren Pol der Spannungsquelle verbunden ist, besteht im wesentlichen darin, daß die Kokille in ihrem oberen Bereich unterhalb des Aufsatzes thermisch isolierend ist, insbesondere eine thermische Isolierung, vorzugsweise an der Außenwand der Kokille aufweist, die sich bevorzugt über ein Drittel der Höhe der Kokille ohne Aufsatz erstreckt und daß vorzugsweise die Bodenplatte kühlbar, insbesondere fluidkühlbar ist.

10 Durch die thermische Isolierung der Kokille unterhalb ihres gekühlten Aufsatzes kann nun erreicht werden, daß der Block das erwünschte Erstarrungsverhalten aufweist, wobei durch eine fluidgekühlte Bodenplatte das bevorzugte Erstarren des Blockfußes noch weiter gefördert
15 werden kann. Eine derartige Einrichtung ist besonders einfach und es war auch nicht naheliegend, sie so zu konzipieren, da an einem Block unterschiedliche scheinbar zueinander entgegengesetzte Wirkungen erreicht werden, und zwar Zuführung von Wärme, verzögertes Abkühlen und
20 bevorzugtes Abkühlen.

Gemäß einem weiteren Merkmal der vorliegenden Erfindung weist bei einer mehrteiligen Kokille im wesentlichen der gesamte obere Teil derselben eine thermische Isolierung
25 auf.

Schließlich ist es gemäß einer weiteren Ausführungsform bevorzugt und verstärkt die Effekte der unterschiedlichen Wärmeabfuhr, wenn die Kokille zu ihrem unteren, insbesondere der Bodenplatte zugeordneten Bereich hin eine höhere Wandstärke aufweist, als zu ihrem oberen Bereich hin. Die höhere Wandstärke im unteren Bereich bewirkt infolge der höheren Masse ein höheres Wärmeaufnahmevermögen, darüber hinaus ist die Kontaktfläche mit der Bodenplatte erhöht, während die geringere Wanddicke
30 im oberen Bereich ein vermindertes Wärmeschluckvermögen bewirkt.
35

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Beispiele und der Zeichnung, in welcher eine Kokille mit Blockkopfheizung dargestellt ist, näher erläutert.

- 5 Die in der Zeichnung schematisch dargestellte Vorrichtung zur Herstellung von Blöcken weist eine Bodenplatte 1 auf, die über Wasserzu- und -ableitungen 2, 3 mit Kühlwasser versorgt wird, eine Kühlung mit einem anderen Fluid z.B. Flüssigmetall, Gase od. dgl. kann ebenfalls erfolgen. Auf der Bodenplatte liegt ein unterer Teil 4 der Kokille auf, welcher eine Ausnehmung 5 besitzt, in welche der Gießkanal für einen steigenden Guß mündet. Der mittlere Teil 6 der Kokille weist einen leicht konischen nach oben sich öffnenden Querschnitt auf. Auf diesem Kokillenteil 6 ist ein oberer Kokillenteil 7 aufgesetzt, der an seiner Außenseite eine thermische Isolierung 8 trägt, die mit einer
15 mineralischen Isolierung, beispielsweise Mineralwolle, Vermiculit oder Asbest gefüllt ist, und einen Blechmantel zum Schutz gegen mechanische Beschädigung aufweist. Weiters ist ein wassergekühlter Aufsatz 9 vorgesehen, in welchem eine abschmelzende Elektrode 10 angeordnet ist. Sowohl die Bodenplatte 1 als auch die Elektrode 10 sind mit einer schematisch dargestellten Spannungsquelle 11 verbunden. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, reicht die Metallschmelze 12 nicht bis zum Aufsatz 9, sondern es befindet sich zwischen Aufsatz und Metallschmelze eine erschmolzene Schlacke 13.

Beispiel 1:

- 25 In einer Vorrichtung gemäß der Zeichnung wurden 36 t einer Schmelze folgender chemischer Zusammensetzung in Gew.-% C 0,27, S 0,001, P 0,003, Mn 0,40, Cr 1,32, Mo 0,44, Ni 2,64, V 0,05 und danach eine Elektrode mit einem Durchmesser von 300 mm eingebracht. Auf die Metallschmelze wurde sodann eine flüssige, erschmolzene Schlacke aufgebracht, worauf der Aufsatz in die Schlacke eingetaucht wurde, wobei
30 ein Eintauchen desselben in die Metallschmelze vermieden wurde. Sodann wurde eine Elektrode mit einem Durchmesser von 300 mm in die Schlacke eingetaucht. Der Schmelze wurde sodann über die Elektrode im Laufe des Erstarrens von 10
35 Stunden Wärme und zwar anfänglich mit einer Leistungsdichte

von $1,33 \text{ kW/cm}^2$ und einer Stromdichte von 12 Ampère/cm^2 an der Elektrode zugeführt. Der Block war nach 16 Stunden vollkommen erstarrt, worauf sowohl die Kühlmittelzufuhr zur Bodenplatte als auch zum Aufsatz unterbrochen wurde, und gleichzeitig nicht weitere Wärme
5 über die abschmelzende Elektrode zugeführt wurde. Der so erhaltene Block wurde mit Ultraschall geprüft und wies weder im Fuß noch im Zentrum, noch im Kopf Einschlüsse mit Ersatzfehlergrößen um 1 mm auf.

10 Beispiel 2:

Es wurde analog Beispiel 1 vorgegangen, jedoch hatte die Vorrichtung keine thermische Isolierung im oberen Drittel der Kokille. Der Block wies zwar keinen negativ ge-
seigten Bodenkegel mit teilweise groben nichtmetallischen
15 Einschlüssen auf, besaß kaum Lambda- oder Schattenstreifen, und es waren keine V-Seigerungen und kaum Schwindungshohlräume vertreten, jedoch bei der Ultraschallprüfung konnten nichtmetallische Einschlüsse mit Ersatzfehlergrößen um 1 mm festgestellt werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur Herstellung von Blöcken, wobei eine metallische Schmelze (12), z.B. Stahlschmelze, in eine ein- oder mehrteilige Kokille mit Aufsatz (9), insbesondere wassergekühlter Haube, vorzugsweise bis unterhalb
5 des Aufsatzes eingebracht wird, worauf eine elektrisch leitende Schlacke (13), bevorzugt verflüssigte heiße Schlacke auf den Metallspiegel aufgebracht, und über eine insbesondere selbstverzehrende Elektrode (10) aus einer, gegebenenfalls der metallischen Schmelze (12) im wesentlichen
10 entsprechenden Zusammensetzung der Schmelze Wärme und gegebenenfalls weitere Schmelze zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Kokille in ihrem oberen Bereich (7) und damit dem erstarrenden Block unterhalb des Aufsatzes (9) verzögert Wärme, insbesondere Erstarrungs-
15 wärme abgeführt und/oder abgeleitet wird, wobei vorzugsweise der untere Teil der Kokille (4), insbesondere die Bodenplatte (1) gekühlt, vorzugsweise fluidgekühlt wird, während dem erstarrenden Block Wärme und gegebenenfalls Metallschmelze über die Elektrode (10) zugeführt wird.
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der flüssigen Schlacke (13) Wärme mit einer Leistungsdichte von zumindest $0,4$ bis $2,0 \text{ kW/cm}^2$ und Stromdichte 8 bis 25 A/cm^2 jeweils an der Elektrode eingebracht wird.
25
3. Vorrichtung zur Herstellung von metallischen Blöcken mit einer Kokille, insbesondere mehrteiligen Kokille, die einen, gegebenenfalls flüssigkeitsgekühlten Aufsatz (9) aufweist, in welchen eine, insbesondere selbstverzehrende
30 Elektrode (10) ragt, die mit einem Pol einer Spannungsquelle (11) verbunden ist, während eine weitere Elektrode und/oder der Bodenbereich der Kokille, insbesondere deren Bodenplatte (1) mit einem

weiteren Pol der Spannungsquelle (11) verbunden ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kokille, vorzugsweise in ihren oberen Bereich (7) unterhalb des Aufsatzes (9) thermisch isolierend ist, insbesondere eine thermische Isolierung (8), vorzugsweise an der Außenwandung der Kokille aufweist, die sich bevorzugt über ein Drittel der Höhe der Kokille ohne Aufsatz erstreckt, und daß vorzugsweise die Bodenplatte (1) kühlbar, insbesondere fluidkühlbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer mehrteiligen Kokille im wesentlichen der gesamte obere Teil (7) der Kokille eine thermische Isolierung (8) aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kokille in ihrem unteren Bereich (4) bzw. ihrem unteren Bereich (4) zugewandt, eine höhere Wandstärke aufweist als in ihrem oberen Bereich (7) bzw. ihrem oberen Bereich (7) zugewandt.

