

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer:

**AT 406 457 B**

(12)

**PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 651/95  
(22) Anmeldetag: 18.04.1995  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1999  
(45) Ausgabetag: 25.05.2000

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B22D 23/06**

B22D 27/09, 9/00, C22B 9/16, 9/18

(56) Entgegenhaltungen:

DE 3901297A DE 3721944A1 US 4131752A  
DE 2425032B2

(73) Patentinhaber:

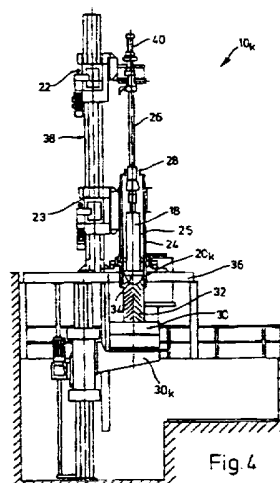
INTECO - INTERNATIONALE TECHNISCHE  
BERATUNG GES.M.B.H. A-8600  
BRUCK/MUR, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

HOLZGRUBER WOLFGANG DIPL.ING. DR.  
BRUCK/MUR, STEIERMARK (AT).

**(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUM HERSTELLEN VON BLÖCKEN AUS METALLEN**

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von Umschmelzblöcken aus Metallen, insbesondere aus Stählen sowie Nickel- und Kobaltbasislegierungen durch Umschmelzen von mehr als einer selbstverzehrbaren Elektroden hintereinander unter elektrisch leitender Schlacke und unter einer Atmosphäre kontrollierter Zusammensetzung findet das Abschmelzen einer jeden für die Herstellung des Umschmelzblockes erforderlichen selbstverzehrbaren Elektrode für sich in einem gasdicht abgeschlossenen Raum statt, der gebildet wird durch die Oberfläche des Schlackenbades, durch die Wand (Wände) der wassergekühlten Kokille (20, 20k) und durch eine auf dem oberen Flansch der wassergekühlten Kokille gasdicht aufsitzen- de Schutzgashaube (24, 24a) mit einer gasdichten Durchführung für die Elektrodenstange (26) wobei ein Auswechseln der jeweils abgeschmolzenen Elektrode dadurch vorgenommen wird, daß der gasdicht abgeschlossene Raum durch Anheben der Haube geöffnet und einerseits das Elektrodenreststück aus dem Schmelzbereich entfernt wird und daß andererseits eine neue Elektrode in die Schmelzposition gebracht wird.

**AT 406 457 B**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Blöcken aus Metallen - insbesondere aus Stählen sowie Nickel- und Kobaltbasislegierungen - durch Umschmelzen selbstverzehrbarer Elektroden unter elektrisch leitender Schlacke in einer Atmosphäre kontrollierter Zusammensetzung. Zudem erfaßt die Erfindung Anlagen für diesen Einsatz.

5 Zur Erzeugung hochwertiger Blöcke guter Blockstruktur und hohen Reinheitsgrades hat sich das sogenannte Elektroschlacke- Umschmelzverfahren besonders bewährt. Zum Zeitpunkt der Einführung des Verfahrens wurden verhältnismäßig einfache Anlagen verwendet, in welchen eine einzige Abschmelzelektrode in einer wassergekühlten Standkokille an Luft umgeschmolzen wurde. Die herstellbare Blocklänge war hierbei durch die Erzeugungslänge der Elektrode begrenzt.  
10 Derartige Anlagen wurden daher meist mit einem hohen Füllfaktor, d.h. einem hohen Verhältnis der Querschnittsfläche der Abschmelzelektrode zur Querschnittsfläche der wassergekühlten Kokille, betrieben.

Der Vorteil dieser Verfahrensweise war eine einfache Anordnung der Anlage, der aber eine Reihe von Nachteilen gegenüberstand wie geringe Flexibilität, hohe Kosten der langen Standtiegel und bei der Elektrodenherstellung sowie große Bauhöhe der Anlage. Ein weiterer Nachteil war die  
15 Notwendigkeit des Einsatzes hoher Umschmelzstromstärken aufgrund des vergleichsweise großen Füllfaktors, entsprechend einem Durchmesser Verhältnis zwischen Elektrode und Kokille von über 0,7.

Die hier geschilderten Nachteile führten bereits frühzeitig zur Einführung einer Reihe unterschiedlicher Verfahrensweisen mit kurzen Kokillen und der Möglichkeit des Umschmelzen mehrerer Elektroden nacheinander durch die Anwendung der Elektrodenwechseltechnik. Damit wurde es möglich, auch lange Blöcke mit Blocklängen bis über 6 m aus einer größeren Zahl wesentlich kürzerer Abschmelzelektroden mit Längen um etwa 2 m herzustellen, wobei gleichzeitig auch eine freie Wahl des Füllfaktors ermöglicht wurde.

Die Gegebenheit, das Durchmesser Verhältnis zwischen Elektrode und Kokille über den gesamten technisch möglichen und sinnvollen Bereich von 0,4 - 0,8 frei wählen zu können, führte zur Herstellbarkeit von Blöcken größeren Durchmessers mit einem günstigeren Verhältnis von Spannung zu Stromstärke als dies bei den Standtiegelanlagen aufgrund deren geometrischer Beschränkungen erreichbar gewesen wäre.

30 Durch den Einsatz kurzer Kokillen entweder als Hebekokillen oder als feststehende Kokillen in Kombination mit absenkbarer Bodenplatten wurden die Kokillenkosten erheblich reduziert, und zusammen mit der Elektrodenwechseltechnik wurde die Flexibilität der Anlagen erhöht.

Bekannt sind Anlagen mit Hebekokillen, die mit der mittleren Geschwindigkeit angehoben werden, mit welcher der auf der Bodenplatte stehende Block anwächst, und zwei in horizontaler  
35 Richtung schwenkbaren oder verfahrbaren, in vertikaler Richtung zustellbaren Elektrodenwagen mit Hochstromklemmen, durch welche die Abschmelzelektrode an den Stromkreis angeklemt wird und bei welchen abwechselnd einmal der eine, einmal der andere Elektrodenwagen im Einsatz ist.

Anstelle einer Hebekokille werden auch kurze, in eine Arbeitsbühne fest eingebaute Kokillen in  
40 Kombination mit absenkbarer Bodenplatte eingesetzt, wobei die Bodenplatte im Mittel mit einer Geschwindigkeit abgesenkt wird, die der Blockaufbaugeschwindigkeit entspricht. Diese Anlagen werden wieder entweder mit zwei in horizontaler Richtung schwenk- oder verfahrbaren Elektrodenwagen mit Hochstromklemmen ausgerüstet oder mit nur einem ausschließlich vertikal verfahrbaren Elektrodenwagen mit Stromklemme in Kombination mit zwei schwenkbare Hilfsarmen  
45 zum Laden bzw. Entladen von Elektrode und Elektrodenreststück.

Bei all diesen Anlagenvarianten erfolgt das Umschmelzen bei Atmosphärendruck mehr oder minder an Luft, wobei vereinzelt auch versucht wurde, den Spalt zwischen Elektrode und Kokille durch Deckel abzudichten und Schutzgas oder getrocknete Luft in den Spalt zwischen Elektrode und Kokille einzuleiten. Diese Anstrengungen bleiben aufgrund der unregelmäßigen Oberfläche  
50 der gegossenen Elektroden naturgemäß erfolglos, wobei die Anstrengungen im wesentlichen auf ein Vermeiden einer Wasserstoffaufnahme gerichtet waren.

Die ständig steigenden Anforderungen an die Gebrauchseigenschaften von Stählen und Legierungen führen zu Forderungen nach immer niedrigeren Gehalten an Sauerstoff und nichtmetallischen Einschlüssen insbesondere auch bei umgeschmolzenen Stählen, so daß die  
55 Durchführung des Elektroschlacke-Umschmelzens unter einwandfrei kontrollierbarer Atmosphäre an Interesse gewinnt. Dabei soll jede metallurgische Möglichkeit, die eine sauerstofffreie Gasphase im Spalt zwischen Elektrode und Kokille bildet, ausgenutzt werden können. Insbesondere soll dadurch die Zunderbildung an der heißen Elektrodenoberfläche kurz vor Eintauchen der Elektrode

in das Schlackenbad vermieden werden, da hierdurch bei der offenen Erschmelzung ständig Sauerstoff in das Schlackenbad - und damit in das umgeschmolzene Metall - transportiert wird.

Außer den bereits beschriebenen mehr oder minder offenen Anlagen- und Verfahrensvarianten gibt es auch ESU- Anlagen, wie beispielsweise in der DE 24 25 032 beschrieben, bei welchen - in gleicher Weise wie bei den Standtiegelanlagen - aus einer einzigen langen Abschmelzelektrode oder einem Elektrodenbündel in einer Standkokille unter einer Haube und erhöhtem Druck ein Block hergestellt wird. Diese Anlagen weisen naturgemäß alle oben geschilderten Nachteile von Elektrodenanlagen mit Standkokillen auf, doch wurden diese in Kauf genommen, da damit erstmals die großtechnische Herstellung von großen Blöcken mit über 10t Gewicht aus Stählen mit Stickstoffgehalten von weit über der Löslichkeit bei Atmosphärendruck möglich wurde.

Weiters sind noch andere Anlagenvarianten bekannt, bei welchen in einem Standtiegel aus einer einzigen Elektrode oder aus mehreren zu einem Bündel zusammengefassten Elektroden ein Umschmelzblock hergestellt wird und die Elektrode entweder von einer teilbaren und aufklappbaren Haube (DE 390 12 97-1) oder einem geschlossenen Hüllrohr umgeben ist (US 4,131,752-A), sodass das Umschmelzen der einen Elektrode zu einem Block unter kontrollierter Atmosphäre erfolgen kann.

Wie bereits beschrieben, weisen derartige Standtiegelanlagen Nachteile im Hinblick auf die Flexibilität der Anlage und die Umschmelzkosten auf, die bei Anlagen mit kurzen Gleitkokillen und der Möglichkeit des Elektrodenwechsels nicht bestehen. Derartige Anlagen konnten aber bisher nur an offener Luft betrieben werden, was zu den bereits geschilderten Nachteilen im Hinblick auf die Qualität der erzeugten Umschmelzblöcke führt.

In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, die erkannten Mängel zu beheben.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruches, mit dem ein überraschend einfacher und technisch gangbarer Weg aufgezeigt wird, ein Elektroschlacke-Umschmelzen unter Anwendung kurzer Gleitkokillen und Elektrodenwechseltechnik unter einer kontrollierbaren Atmosphäre bei annähernd Atmosphärendruck zu ermöglichen. Eine besondere Ausführungsform erlaubt sogar ein Elektroschlacke-Umschmelzen mit kurzer Gleitkokille und Elektrodenwechsel unter gegenüber Atmosphärendruck erheblich erhöhten oder abgesenkten Drücken im Raum oberhalb des Schlackenbades.

Günstige Weiterbildungen geben die Unteransprüche an.

Erfindungsgemäß wird beim Elektroschlacke-Umschmelzen unter kontrollierter Schutzgasatmosphäre bei annähernd atmosphärischem Druck in Gleittiegeln unter Anwendung des Elektrodenwechsels das Abschmelzen jeder für die Herstellung des Umschmelzblocks benötigten selbstverzehrbaren Elektrode in einem gasdicht abgeschlossenen Raum durchgeführt, der gebildet wird durch die Oberfläche des Schlackenbades, durch die Wand (Wände) der wassergekühlten Kokille und durch eine auf der wassergekühlten Kokille gasdicht aufsitzenden Haube mit einer gasdichten Durchführung für die Elektrodenstange. Dieser gasdicht abgeschlossene Raum wird für die Durchführung des Elektrodenwechsels durch Anheben der Haube geöffnet, daß einerseits das Elektrodenreststück aus dem Schmelzbereich entfernt und daß andererseits eine neue Elektrode in die Schmelzposition gebracht wird.

Nach Austauschen der Elektrode wird einerseits der Umschmelzvorgang unverzüglich fortgesetzt und andererseits die Schutzgashaube sofort wieder auf die wassergekühlte Kokille aufgesetzt und gasdicht abgeschlossen und unmittelbar anschließend durch geeignete Maßnahmen im abgeschlossenen Raum wieder die gewünschte Schutzgasatmosphäre eingestellt.

Auch liegt eine Ausführung im Rahmen der Erfindung, bei der das Umschmelzen der selbstverzehrenden Elektrode im gasdicht abgeschlossenen Raum unter einem Druck stattfindet, der erheblich geringer ist als der Atmosphärendruck, beispielsweise unter 500 mbar liegt; der Block wird in einer Kammer aufgebaut, in welcher der gleiche Druck wie im Raum oberhalb des Schlackenbades herrscht und bei welchem der Druck in den Kammern vor dem Elektrodenwechsel zunächst auf Atmosphärendruck gebracht wird, bevor die gasdichte Verbindung zwischen Hauben- und Kokillenflansch für die Durchführung des Elektrodenwechsel geöffnet wird.

Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Variante des Verfahrens erfolgt das Umschmelzen der selbstverzehrenden Elektrode im gasdicht verschlossenen Raum unter einem über Atmosphärendruck liegenden Druck, beispielsweise über 2,0 bar; der Block wird auch hier in einer Kammer aufgebaut, in welcher der gleiche Druck wie im Raum oberhalb des Schlackenbades herrscht und bei welchem während des Elektrodenwechsels der Druck über dem Schlackenbad dadurch aufrecht erhalten wird, daß nach dem Zurückziehen des Elektrodenreststückes in die

Haube zunächst der Raum oberhalb des Schlackenbades in Höhe des Kokillenflansches durch einen zwischen wassergekühlter Kokille und Haube eingebauten gasdichten Schieber abgeschlossen, anschließend der Druck in der Haube auf Atmosphärendruck abgesenkt und erst dann die gasdichte Verbindung zwischen Hauben- und Schieberflansch zum Zweck der  
 5 Durchführung des Elektrodenwechsels geöffnet wird. Nach Entfernen des Elektrodenreststücks und Einbringen einer neuen Elektrode in die Schmelzposition wird zunächst die Haube auf den Dichtflansch aufgesetzt und mit diesem gas- und druckdicht verschlossen, der Druck in der Haube wird auf den gleichen Wert wie der Druck oberhalb des Schlackenbades eingestellt, der gasdichte Schieber oberhalb des Schlackenbades geöffnet und anschließend die neue Elektrode zur  
 10 Fortsetzung des Umschmelzvorganges in das Schlackenbad abgesenkt.

Hilfreich für die Erfindung ist die Tatsache, daß beim Elektroschlacke-Umschmelzen der flüssige Metallsumpf durch ein Schlackenbad abgedeckt ist, welches den direkten Kontakt der Atmosphäre mit der Oberfläche des flüssigen Sumpfes verhindert. Wie bereits erwähnt, wird beim Umschmelzen an Luft Sauerstoff insbesondere deshalb in das Schlackenbad und weiter in den  
 15 Metallsumpf eingebracht, weil die in das überhitzte Schlackenbad eintauchende Abschmelzelektrode unmittelbar oberhalb des Schlackenbades auf hohe Temperaturen über 1000° bis 1200°C aufgeheizt wird, so daß dieser Teil der Elektrode im Kontakt mit dem Sauerstoff der Luft Zunder bildet, der dann im weiteren Verlauf des Abschmelzens der Elektrode in das Schlackenbad eingetragen wird.

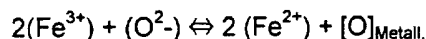
Um die Zunderbildung auf der oberhalb der Schlacke aufgeheizten Elektrodenoberfläche — als Ursache für eine mögliche Sauerstoffaufnahme — zu verhindern, ist es erforderlich, das Abschmelzen der Elektrode in einer sauerstofffreien Atmosphäre stattfinden zu lassen.

Andererseits erfolgt bei unterbrochenem Abschmelzvorgang der Elektrode kein Sauerstoffübergang in den Metallsumpf, da dieser — wie bereits ausgeführt — durch das Schlackenbad  
 25 von der Atmosphäre abgeschirmt ist und ein direkter Übergang von Sauerstoff über die Schlacke in einer hochbasischen, praktisch schwermetalitionenfreien Schlacke nicht stattfinden kann. Die Schlacke kann nämlich nur dann Sauerstoff transportieren, wenn sie Schwermetalitionen wechselnder Valenz enthält, wie beispielsweise Ionen des Eisens, Mangans, Chroms od. dgl.

Nur diese Ionen können, wie am Beispiel des Eisens zu erkennen ist, an der Phasengrenze  
 30 Schlacke-Gasphase — wenn die Gasphase Sauerstoff enthält — oxidiert werden gemäß der Reaktion:



womit gleichzeitig auch ein zusätzliches Sauerstoffion in die Schlacke aufgenommen wird. An der Phasengrenze Metallsumpf - Schlacke wird das dreiwertige Eisen wieder zum zweiwertigen Eisen  
 35 reduziert, wobei gleichzeitig Sauerstoff an das flüssige Metall abgegeben wird gemäß der Reaktion:



Enthält die Schlacke Schwermetalitionen mit wechselnder Valenz, kann demnach laufend Sauerstoff von der Gasphase über das Schlackenbad in das Metallbad transportiert werden. ESU-  
 40 Schlacken sind jedoch, so wie sie vom Handel angeboten werden, äußerst schwermetalloxydarm. Erst während des Umschmelzens durch den ständigen Eintrag von Zunder steigt — trotz laufender Schlackendesoxidation — der Schwermetalloxyidgehalt der Schlacken an, womit auch der direkte Sauerstoffübergang von der Gasphase über die Schlacke in den Metallsumpf in Gang kommt.

Wenn es also durch geeignete Maßnahmen gelingt, eine Zunderbildung an der  
 45 Elektrodenoberfläche und damit ein Einbringen von Sauerstoffionen in das Schlackenbad zu verhindern, so kann während der kurzen Zeit des Elektrodenwechsels eine sauerstoffhaltige Atmosphäre oberhalb des Schlackenbades toleriert werden.

Desweiteren ist festzuhalten, daß beim Elektroschlacke-Umschmelzen in Gleittiegeln (Hebekokille oder kurze Kokille und absenkbare Bodenplatte) die umgebende Atmosphäre zwar in  
 50 den Spalt zwischen Blockoberfläche und Kokillenwand eindringt, dort aber nicht mit dem flüssigen Metall in Kontakt kommt; dieses erstarrt beim Kontakt mit der wassergekühlten Kokillenwand unverzüglich und ist damit — auch wenn es oberflächlich oxidiert — nicht mehr in der Lage, den Sauerstoff in den flüssigen Metallsumpf zu transportieren.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zweier — insbesondere auch im Hinblick auf die Durchführung des  
 55 Verfahrensablaufs erörterter — bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt jeweils in einem skizzenhaften Vertikalschnitt eine Schutzgas- ESU- Anlage in

Fig. 1 bis 3: mit Hebekokille sowie zwei schwenkbaren Säulen bei unterschiedlichen Verfahrensschritten;

Fig. 4 und 5: eine andere Ausführung mit absenkbarer Bodenplatte und fester Säule in zwei verschiedenen Betriebszuständen.

5 Beidseits der Vertikalachse A einer Schutzgas- ESU- Anlage 10 sind außerhalb zweier schwenkbarer Säulen 12, 12a in deren Stellbühne 14 zwei Elektrodengruben 16, 16a für Elektroden 18, 18a vorgesehen. In der Vertikalachse A ist zwischen den durch ein Joch 13 verbundenen Säulen 12, 12a eine Kokille 20 der Höhe a zu erkennen, die in Fig. 1 auf der Stellbühne 14 ruht.

10 An jeder Säule 12 bzw. 12a sind übereinander zwei daran verfahrbare Wagen angeordnet, deren oberer als Elektrodenwagen 22 und deren unterer als Haubenwagen 23 bezeichnet sei. An letzterem ist eine Haube 24, 24a festgelegt, welche koaxial zu einer an einer Elektrodenstange 26 hängenden Elektrode 18, 18a verläuft. Die Elektrodenstange 26 ist einends am Elektrodenwagen 22 durch einen Klemmmechanismus befestigt, mit Hilfe dessen der Anschluß eines Schmelzstroms an die Elektrode 18, 18a hergestellt wird, wobei die Elektrodenstange 26 durch eine gasdichte axiale Durchführung 28 in den Innenraum 25 der Haube 24, 24a geführt sowie mit dem Elektrodenwagen 22 relativ zur Säule 12, 12a verfahrbar ist.

15 Die Elektrodenstange 26 kann die Elektrode 18, 18a relativ zur Haube 24, 24a verfahren. So ruht die Elektrode 18a der in Fig. 1 rechten Säule 12a beispielsweise in der Elektrodengrube 16a, also unterhalb ihrer Haube 24a in Abstand b zu ihr.

20 Nach dem Vorbereiten der Kokille 20 für das Anfahren wird die erste Elektrode 18 im Klemmmechanismus ihrer Elektrodenstange 26 festgelegt und durch Hochfahren des Elektrodenwagens 22 in die Haube 24 eingebracht. Letztere wird nun über die wassergekühlte Kokille 20 geschwenkt und auf deren Kokillenflansch 21 unter Bildung einer gasdichten Verbindung aufgesetzt. Nach Einstellen einer geeigneten Schutzgasatmosphäre wird die Elektrode 18 durch 25 Niederfahren des Elektrodenwagens 22 soweit abgesenkt, bis sie auf einer Bodenplatte 30 bzw. einer dort angeordneten Zündplatte oder Zündbüchse aufsitzt. Die Bodenplatte 30 kann sich auf einem nicht erkennbaren Blockwagen befinden, mit dem ein fertiggestellter ESU- Block 32 aus dem Anlagenbereich gefahren werden kann.

30 Nun wird der Schmelzstrom eingeschaltet und nach Aufschmelzen der entweder in der wassergekühlten Kokille 20 befindlichen oder langsam über eine nicht eingezeichnete Dosiereinrichtung zugegebenen Schlacke der Umschmelzprozeß eingeleitet. Die Elektrode 18 wird dabei in einem der Differenz aus Elektrodenabschmelzgeschwindigkeit und Blockaufbaugeschwindigkeit entsprechenden Maß in ein entstehendes Schlackenbad 34 35 nachgefahren.

Bevor die erste Elektrode 18 vollständig verzehrt ist, wird die zweite Elektrode 18a in der Ladeposition an die zweite Elektrodenstange 26 angeklemt und in die zweite Haube 24a eingefahren, wobei letztere bereits in eine Position gebracht wird, die ein gefahrloses Einschwenken in die Schmelzposition ermöglicht.

40 Ist die erste Elektrode 18 gemäß Fig. 2 nahezu abgeschmolzen, wird gleichzeitig der Schmelzstrom abgeschaltet, das Reststück der Elektrode 18 in die Haube 24 zurückgefahren, die Verbindung Haube / Kokille geöffnet, die Haube 24 leicht angehoben und anschließend durch Schwenken der Säule 12 aus der Schmelzposition in die Lade-/Entlade-Position ausgeschwenkt, in der das Elektrodenreststück entfernt wird.

45 Sobald die Schmelzposition frei ist, wird die zweite Säule 12a geschwenkt und so die Haube 24a mit der zweiten Elektrode 18a über die Schmelzposition gebracht. Nunmehr wird gleichzeitig einerseits die Haube 24a niedergefahren und auf den Kokillenflansch 21 aufgesetzt sowie andererseits der Schmelzstrom eingeschaltet; die Elektrode 18a wird niedergefahren, bis sie die Schlackenbadoberfläche berührt und damit der Umschmelzvorgang fortsetzt. Nach dem Aufsetzen 50 der Haube 24a auf den Kokillenflansch 21 wird unverzüglich die Atmosphäre im nun wieder geschlossenen Schmelzraum ausgetauscht (Fig. 3).

Nach dem Abschmelzen der zweiten Elektrode 18a wird der oben geschilderte Vorgang wiederholt und eine dritte Elektrode 18b umgeschmolzen - diese Wiederholung erfolgt mehrfach mit weiteren Elektroden, bis die gewünschte Blocklänge erreicht ist.

55 Bei Durchführung des Verfahrens in der oben beschriebenen Anlage 10 mit hebbbarer Kokille 20 eröffnet sich die Möglichkeit der Herstellung langer ESU- Blöcke 32 aus mehreren vergleichsweise kurzen Abschmelzelektroden 18, 18a, 18b in Gleittiegeln unter einer kontrollierbaren Schutzgasatmosphäre.

Bei einer anderen Ausführungsform einer zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Anlage 10k nach Fig. 4, 5 wird eine kurze wassergekühlte Kokille 20k fest in eine Arbeitsplattform 36 eingebaut und der in der Kokille 20k entstehende ESU- Block 32 durch eine absenk-  
 5 Bodenplatte 30k mit der gleichen Geschwindigkeit nach unten abgezogen, wie es der Blockaufbaugeschwindigkeit entspricht. Diese Schutzgas- ESU- Anlage 10k ist mit einer festen Säule 38 ausgestattet, an der entlang ein Haubenwagen 23 und ein Elektrodenwagen 22 in vertikaler Richtung verfahrbar sind.

Der Elektrodenwagen 23 hält die Elektrodenstange 26 mit einem Klemmzylinder 40, dank dessen der Anschluß des Schmelzstroms an die Elektrode 18 hergestellt wird; die  
 10 Elektrodenstange 26 ist auch hier durch eine gasdichte Durchführung 28 in den Innenraum der Haube 24 geführt.

Zum Entfernen des Elektrodenreststücks aus der Schmelzposition und den Zutransport einer neuen Elektrode 18a in die Schmelzposition sind zwei - in der Zeichnung vernachlässigte -  
 15 schwenkbare Hilfsarme als Lade- und Entladearm vorgesehen.

Nach Vorbereitung der wassergekühlten Kokille 20k für das Anfahren wird die erste Elektrode 18 in Schmelzposition geschwenkt, diese von der Elektrodenklemme angenommen und geklemmt sowie Haube 24 und Elektrode 18 soweit niedergefahren, bis einerseits letztere auf der  
 20 absenk- baren Bodenplatte 30k bzw. der Zündplatte oder andererseits die Haube 24 auf dem Kokillenflansch 21 gasdicht aufsitzt.

Nach dem Einstellen der gewünschten Atmosphäre wird der Strom eingeschaltet und nach Aufschmelzen der Schlacke mit dem eigentlichen Umschmelzen begonnen. Während des Umschmelzens der ersten Elektrode 18 wird die zweite Elektrode 18a vorbereitet und in den  
 25 erwähnten Ladearm eingehängt. Wenn die erste Elektrode 18 bis auf eine kleine Scheibe abgeschmolzen ist, wird der Schmelzstrom abgeschaltet, die Verbindung Haube / Kokille geöffnet, Haube 24 und Elektrodenstange 26 werden in Wechsellage gefahren. Dort nimmt der Entladearm das Elektrodenreststück auf und schwenkt es aus der Schmelzposition. Ist diese frei, wird in sie mittels des Ladearms die neue Elektrode 18a geschwenkt und durch die Elektrodenstangenklemme geklemmt. Der Ladearm wird ausgeschwenkt, der Schmelzstrom ein-  
 30 geschaltet, und Elektrode 18a sowie Haube 24 werden abgesenkt, bis einerseits die Elektrode 18a die Oberfläche des Schlackenbades 34 berührt bzw. andererseits die Haube 24 auf dem Kokillenflansch 21 gasdicht aufsitzt. Im Anschluß daran wird im geschlossenen Raum oberhalb der Schlacke die Schutzgasatmosphäre wieder eingestellt. Nun wird der Umschmelzvorgang fortgesetzt bis auch die zweite Elektrode 18a verzehrt ist. Diese kann nun in oben beschriebener Weise abermals gewechselt werden. So werden hintereinander mehrere Elektroden  
 35 umgeschmolzen, bis die gewünschte Blocklänge erreicht ist.

Die in Fig. 4 und 5 gezeigte Anlage 10k mit absenkbarer Bodenplatte 30k kann alternativ auch mit zwei schwenkbaren Säulen mit je einem Elektroden- und Haubenwagen ausgestattet werden. In diesem Fall können die schwenkbaren Lade- und Entladearme entfallen.

Auch mag diese Anlage 10k der Fig. 4, 5 mit ihrer absenk- baren Bodenplatte 30k, feststehenden Säule 38 und Schutzgashaube in relativ einfacher Weise als Unter- und/oder  
 40 Überdruckanlage ausgebildet werden. In diesem Fall wird die Bodenplatte 30k mit dem darauf aufgebauten Block 32 in ein mit dem unteren Kokillenflansch gas- und druckdicht verbundenes Untergefäß abgesenkt, wobei über eine Druckausgleichleitung die Drücke zwischen Haube 24 und Untergefäß gleichgeschaltet werden. Um während der Durchführung des Elektrodenwechsels insbesondere einen Überdruck oberhalb des Schlackenbades 34 beibehalten zu können, wird  
 45 bevorzugt zwischen oberem Kokillenflansch 21 und Haubenflansch ein Absperrschieber eingebaut, der vor Druckentlastung der Haube 24 geschlossen wird. Der Absperrschieber wird erst geöffnet, wenn die Haube 24 nach Aufnahme der neuen Elektrode 18a gas- und druckdicht aufgesetzt und in der Haube 24 der gleich hohe Druck eingestellt wurde, wie im Raum oberhalb des Schlackenbades 34.  
 50

#### Patentansprüche:

- 55 1. Verfahren zur Herstellung von Umschmelzblöcken aus Metallen, insbesondere aus Stählen sowie Nickel- und Kobaltbasislegierungen durch Umschmelzen von mehr als einer Elektrode hintereinander unter elektrisch leitender Schlacke unter einer Atmosphäre

- kontrollierter Zusammensetzung, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Abschmelzen jeder für die Herstellung des Umschmelzblockes benötigten Elektrode für sich in einem gasdicht abgeschlossenen Raum stattfindet, der gebildet wird durch Oberfläche des Schlackenbades, durch die Wand (Wände) der wassergekühlten Kokille und durch eine
- 5 auf dem oberen Flansch der wassergekühlten Kokille gasdicht aufsitzenden Haube mit einer gasdichten Durchführung für die Elektrodenstange, daß ein Auswechseln der jeweils abgeschmolzenen Elektrode dadurch vorgenommen wird, daß der gasdicht abgeschlossene Raum durch Anheben der Haube geöffnet und einerseits das
- 10 Elektrodenreststück aus dem Schmelzbereich entfernt wird und daß andererseits eine neue Elektrode in die Schmelzposition gebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Austauschen der Elektrode die Schutzgashaube auf die wassergekühlte Kokille aufgesetzt und gasdicht angeschlossen, daß daraufhin im geschlossenen Raum die vorgegebene Schutzgasatmosphäre erneut eingestellt und der Umschmelzvorgang fortgesetzt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umschmelzen der selbstverzehrenden Elektrode im gasdicht abgeschlossenen Raum unter einem Druck durchgeführt wird, der weit geringer ist als der Atmosphärendruck, daß der Block in einem Raum aufgebaut wird, in dem der gleiche Druck wie im Raum oberhalb des Schlackenbades gehalten wird, wobei der Druck in den Räumen auf Atmosphärendruck gebracht wird, bevor die gasdichte Verbindung zwischen Schutzgashaube und Kokille für
- 20 den Elektrodenwechsel geöffnet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umschmelzen im gasdicht abgeschlossenen Raum bei einem Druck unter 500 mbar durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** einen Druck beim Umschmelzen unter 200 mbar.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umschmelzen der selbstverzehrenden Elektrode im gasdicht abgeschlossenen Raum unter einem über Atmosphärendruck liegenden Druck durchgeführt sowie der Block in einem Raum aufgebaut wird, in dem der gleiche Druck wie im Raum oberhalb des Schlackenbades gehalten wird, wobei der Druck über dem Schlackenbad während des Elektrodenwechsels
- 30 dadurch aufrecht erhalten wird, daß nach dem Zurückziehen des Elektrodenreststückes in die Schutzgashaube zunächst der Raum oberhalb des Schlackenbades in Höhe des an die Schutzgashaube anschließenden Kokillenbereiches durch ein zwischen Kokille und Schutzgashaube vorgesehenes gasdichtes Schließorgan abgeschlossen, anschließend
- 35 der Druck in der Schutzgashaube auf Atmosphärendruck abgesenkt und dann die gasdichte Verbindung zwischen Schutzgashaube und Schließorgan für den Elektrodenwechsel geöffnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umschmelzen im gasdichten Raum bei einem Druck über 2,0 bar durchgeführt wird.
- 40 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Entfernen des Elektrodenstücks und Einbringen einer neuen Elektrode in die Schmelzposition die Schutzgashaube auf das Schließorgan aufgesetzt und mit diesem gas- und druckdicht verschlossen wird, daß der Druck in der Schutzgashaube auf den Wert des Druckes oberhalb des Schlackenbades eingestellt wird, daß das gasdichte Schließorgan oberhalb
- 45 des Schlackenbades geöffnet und anschließend die neue Elektrode zur Fortsetzung des Umschmelzvorganges in das Schlackenbad abgesenkt wird.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine in vertikaler Richtung verfahrbare Schutzgashaube (24, 24a) mit einer gasdichten Durchführung (28) für eine in vertikaler Richtung unabhängig
- 50 verfahrbare Elektrodenstange (26) sowie eine wassergekühlte Kokille (20, 20<sub>k</sub>), auf deren oberen Flansch die Schutzgashaube (24, 24a) zur Bildung eines geschlossenen Schmelzraumes gasdicht aufsetzbar ist.
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gasleitung in die Schutzgashaube (24, 24<sub>a</sub>) mündet.

11. Anlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elektrodenstange (26) einends in einer zur Schutzgashaube (24, 24a) coaxialen Klemmeinrichtung (40) eines zumindest vertikal verstellbaren Elektrodenwagens (22) stromführend lagert.
- 5 12. Anlage nach Anspruch 8 oder 10, **gekennzeichnet durch** wenigstens zwei Elektrodenstangen (26) mit jeweils einer zugeordneten Schutzgashaube (24, 24a), die an einem Haubenwagen (23) höhenverstellbar lagert.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** Haubenwagen (23) und/oder Elektrodenwagen (22) um eine Achse (12, 12<sub>a</sub>) schwenkbar sind/ist.
- 10 14. Anlage nach wenigstens einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die wassergekühlte Kokille (20) geringer Höhe (a) gegenüber einer Bodenplatte (30) hebbar angeordnet ist.
- 15 15. Anlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die wassergekühlte Kokille (20<sub>k</sub>) geringer Höhe (a) in einer Ebene (36) festgelegt und ihr eine absenkbare Bodenplatte (30<sub>k</sub>) zugeordnet ist.
16. Anlage nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kokille (30<sub>k</sub>) ein Elektrodenwagen (22) und ein Haubenwagen (23) zum Höhenverstellen einer von der Elektrodenstange (26) durchsetzten Schutzgashaube (24) zugeordnet sind.
- 20 17. Anlage nach Anspruch 15 oder 16, **gekennzeichnet durch** schwenkbare Hilfsarme zum Transport der Elektrode (18) in die Schmelzposition und des Elektrodenrestes aus dieser.
18. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** unterhalb der absenkbaren Bodenplatte (30<sub>k</sub>) ein mit der wassergekühlten Kokille (20<sub>k</sub>) druckdicht verbundenes Gefäß zur Aufnahme der Bodenplatte mit dem darauf aufgebauten Block (32) angeordnet ist, das mit der Schutzgashaube (24) durch eine Druckausgleichseinrichtung verbunden ist.
- 25 19. Anlage nach Anspruch 18, **gekennzeichnet durch** einen Absperrschieber zwischen oberem Kokillenflansch (21) und Schutzgashaube (24).

30 **Hiezu 3 Blatt Zeichnungen**

35

40

45

50



