



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 396 483 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2282/91

(51) Int.Cl.⁵ : **C21C 5/52**

(22) Anmeldetag: 18.11.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 1.1993

(45) Ausgabetag: 27. 9.1993

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS3620517 DD-PS 216482 US-PS3967472 US-PS4001008

(73) Patentinhaber:

VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

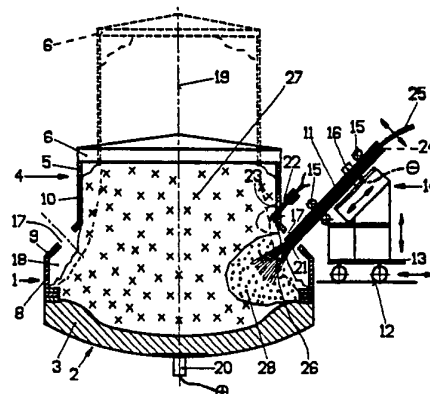
(72) Erfinder:

BERGER HARALD DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
MITTAG PETER DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
STEINS JOHANNES DIPL.ING.
GALLNEUKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON STAHL AUS CHARGIERGUT

(57) Eine Anlage zum Herstellen von Stahl aus Chargiergut umfaßt einen Elektroofen, in dessen Ofengefaß (1) peripher angeordnete Kohlenstoffelektroden in schräger Richtung gegen einen am Boden des Ofengefaßes ruhenden Schüttkegel aus Chargiergut ragen.

Zur Erzielung eines besonders hohen Energieeintrages ist der Elektroofen als Gleichstrom-Lichtbogenofen ausgebildet ist, dessen Elektroden (11) gegen eine einzige zentral im Boden (6) des Ofengefaßes (1) angeordnete Bodenanode (20) ragen, wobei die von den Elektroden (11) ausgehenden Lichtbögen (26) gegen die Bodenanode (20) gerichtet sind und in das aus Schrott (27) und/oder Eisenschwamm und/oder Roheisen gebildete Chargiergut münden.



AT 396 483 B

Anlage und Verfahren zur Herstellung von Stahl aus Chargiergut

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Herstellung von Stahl aus Chargiergut sowie gegebenenfalls Zuschlagstoffen, umfassend einen Elektroofen, in dessen Ofengefaß peripher angeordnete Kohlenstoff-Elektroden in schräger Richtung gegen einen am Boden des Ofengefaßes ruhenden Schüttkegel aus Chargiergut ragen, sowie

5 ein Verfahren zur Herstellung von Stahl.
Eine Anlage dieser Art zum Herstellen von Metall aus Erzen ist aus der US-A - 1,542,562 bekannt. Diese Anlage weist eine im Zentrum des Ofengefaßes liegende kegelartige Erhebung auf, die dazu dient, die Chargiergutsäule in eine relativ dünnwandige Mantelschicht aufzuteilen, um das Aufschmelzen durch Widerstandschmelzen oder im Lichtbogenbetrieb, bei dem der Lichtbogen zwischen zwei benachbarten Elektroden brennt, zu ermöglichen. Diese bekannte Anlage ermöglicht nur einen geringen Energieeintrag, so daß ein Erschmelzen von Stahl aus Schrott oder Eisenschwamm nur schwierig möglich wäre und hohe Kosten verursachen würde.

10 Herkömmliche Gleichstrom-Lichtbogenöfen zum Einschmelzen von Schrott, die einen etwas höheren Energieeintrag ermöglichen, weisen in der Regel eine einzige zentrische und senkrecht im Ofengefaß angeordnete Graphitelektrode auf. Dem möglichen Energieeintrag, der vom Sekundärstrom abhängig ist, sind durch den maximal möglichen Durchmesser der Graphitelektrode Grenzen gesetzt. Ein maximaler Energieeintrag ist derzeit bei Öfen dieser Art mit Elektroden, deren Durchmesser zwischen 700 und 1000 mm liegt, möglich.

15 Elektrodendurchmesser in dieser Größenordnung bedingen jedoch wegen der auftretenden sehr großen Massen, Kräfte und Momente äußerst aufwendige konstruktive Lösungen und Nachteile beim Betrieb der Elektrodenklemmvorrichtung, des Elektrodentrages, der Elektrodenvorrichtung, dem Elektrodenmast und seiner Führung, dem Hochstromsystem usw.

20 Außerdem bereitet es Schwierigkeiten, Elektroden so großen Durchmessers in ausreichender Qualität herzustellen. Außerdem ist der Energieeintrag durch den einzigen Lichtbogen auf eine Stelle mehr oder weniger in der Ofenmitte konzentriert und wird noch durch magnetische Einflüsse, die bei hohen Leistungen auf den Lichtbogen wirken, erschwert.

25 Weiters ist es aus der EP-B - 0 240 485 bekannt, zur Herstellung von Stahl aus Schrott bei einem Ofen mit einem Schacht mit angeschlossenem Herdofen als Beheizungseinrichtung mehrere Plasmabrenner vorzusehen, die gegenüber der Ofenachse schräg angeordnet sind und peripher von außen nach innen ragen. Plasmabrenner sind wegen ihrer Wolframkathode jedoch in ihrer Leistung begrenzt und zudem besteht ständig die Gefahr eines Wasserlecks.

30 Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, eine Anlage der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, mit der ein besonders hoher Energieeintrag ohne hohe Investitions-, Betriebs- und Instandhaltungskosten möglich ist und welche Einrichtung eine hohe Betriebssicherheit und Verfügbarkeit aufweist.

35 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Elektroofen als Gleichstrom-Lichtbogenofen ausgebildet ist, dessen Elektroden gegen eine einzige zentral im Boden des Ofengefaßes angeordnete Bodenanode ragen, wobei die von den Elektroden ausgehenden Lichtbögen gegen die Bodenanode gerichtet sind und in das aus Schrott und/oder Eisenschwamm und/oder Roheisen gebildete Chargiergut münden.

40 Vorzugsweise sind die Elektroden etwa in einem Niveau und etwa radialsymmetrisch zur Vertikalachse des Ofengefaßes angeordnet.

Eine besonders hohe Einschmelzleistung kann dadurch erzielt werden, wenn in einem Niveau oberhalb des Niveaus, in dem die Elektroden angeordnet sind, Gasbrenner in das Ofengefaß ragen.

45 Eine bevorzugte Ausführungsform, bei der eine besonders effiziente Vorwärmung des Chargiergutes möglich ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden als Hohlelektroden ausgebildet sind, deren Hohlraum an eine Gaszuführungsleitung anschließbar ist.

50 Ein Verfahren zur Herstellung von Stahl aus Schrott unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Anlage, bei dem ein hoher Energieeintrag mit geringen Kosten möglich ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß nach Chargieren des Schrotts und Zünden der Lichtbögen durch die Hohlräume der Elektroden Brenngas, vorzugsweise Erdgas, unter Kühlung der Elektrodenspitzen dem Lichtbogen zugeführt und dort zerlegt wird, wobei vorteilhaft ein durch Zuführung von Erdgas im Lichtbogen entstehendes Gasgemisch ($\text{CO} + \text{H}_2$) aufsteigen gelassen wird und in einem Niveau oberhalb der durch den Lichtbogen eingebrannten Kavernen unter Abgabe von Wärme an den Schrott nachverbrannt wird.

Zweckmäßig wird die Nachverbrennung des Gasgemisches ($\text{CO} + \text{H}_2$) mit Hilfe einer Verbrennung eines Brenngas-Sauerstoff-Gemisches durchgeführt.

55 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Anlage sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

60 Die Erfindung ist nachfolgend anhand dreier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch einen Elektroofen und Fig. 2 eine Ansicht des Elektroofens von oben gemäß einer ersten und zweiten Ausführungsform darstellen. Die Fig. 3 und 4 zeigen in zu Fig. 1 und 2 analoger Darstellung eine dritte Ausführungsform eines Elektroofens.

Gemäß der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform weist ein Ofengefaß (1) eines Elektroofens

einen muldenförmig vertieften Boden (2), der mit Feuerfestmaterial (3) ausgekleidet ist, auf. Oberhalb des Bodens (2) ist ein Schacht (4), der von einem wassergekühlten Metallmantel (5) gebildet ist, vorgesehen, der mit einem vorzugsweise durch Schwenken entfernbaren wassergekühlten Deckel (6) geschlossen ist.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist der Boden (2) einen kreisförmigen Grundriß auf. An einer Seite des kippbaren Elektroofens ist ein erkerartiger Vorsprung (7) mit einer Abstichöffnung (8) vorgesehen. Das Ofengefäß (1) könnte auch einen exzentrisch angeordneten Bodenabstich aufweisen. Der Schacht (4) erstreckt sich vom Boden (2) zunächst über eine geringe Höhe mit einem unteren zylindrischen Teil (8), verjüngt sich dann mit einem Kegelstumpfteil (9) und weist oberhalb des Kegelstumpfteiles (9) wiederum einen oberen zylindrischen Teil (10) mit verringertem Durchmesser auf.

Peripher um den Ofen ist eine Mehrzahl von Gleichstromelektroden (11) aus Graphit angeordnet. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind vier Elektroden (11) im 90°-Abstand vorgesehen. Die Elektroden (11) sind auf einer das Ofengefäß (1) umgebenden Arbeitsplattform (12) mittels auf dieser Plattform (12) verfahrbarer Wagen (13) gelagert. Jeder dieser Wagen (13) weist eine heb- und senkbare sowie neigbare Elektrodenstützeinrichtung (14) auf, die von der Elektrode (11) stützenden Rollen (15) und von einer Elektrodenklemmeinrichtung (16), die in Richtung der Elektrodenachse verschiebbar ist, gebildet ist. Zur Durchführung dieser Bewegungen dienen vorzugsweise hydraulische Einrichtungen, die jedoch in der Zeichnung nicht näher dargestellt sind.

Die Elektroden (11) ragen durch Öffnungen (17) des Kegelstumpfteiles (9) in den Ofeninnenraum (18), wobei sich die Neigung der Elektroden (11) und die radiale Entfernung von der Mittelachse (19) des Ofengefäßes (1) entsprechend den Betriebsbedingungen einstellen lassen. Im Boden (2) des Ofengefäßes (1) ist zentral eine einzige Bodenanode (20) vorgesehen, gegen die die radialsymmetrisch angeordneten Elektroden (11) gerichtet sind. Sämtliche Elektroden (11) liegen mit ihren Spitzen (21) etwa in einem Niveau.

In einem Niveau oberhalb des Niveaus der Elektrodenspitzen (21) sind Gasbrenner (22), vorzugsweise sogenannte Jet-Brenner, vorgesehen, die durch Öffnungen (23) des oberen zylindrischen Teiles (10) in den Ofeninnenraum (18) einsetzbar sind. Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist, sind jeweils zwei solcher Gasbrenner (22) zwischen zwei benachbarten Elektroden (11) angeordnet.

Die Elektroden (11) sind als Hohlelektroden mit einem zentrisch durchgehenden Hohlraum (24) ausgeführt. Dieser Hohlraum (24) ist an eine Gaszuführungsleitung (25) angeschlossen, durch die ein Brenngas, vorzugsweise Erdgas, eingeleitet werden kann.

Die gesamte elektrische Leitung wird im Gegensatz zu herkömmlichen Gleichstromöfen nicht durch eine einzige, sehr dicke vertikale Elektrode zentral, sondern durch vier Elektroden (11) kleineren Durchmessers an vier radial-symmetrischen Stellen in den Gleichstrom-Lichtbogenofen eingebracht. Dadurch wird das Leistungsspektrum so weit nach oben verschoben, daß eine Leistungsbegrenzung des Gleichstrom-Lichtbogenofens nicht mehr gegeben ist. Die elektrische Energie wird durch eine Elektroden-Klemmvorrichtung über eine Elektrodenregelung auf die Elektrode übertragen, die einfacher sein kann, da durch sie nur ein Viertel des gesamten in den Elektroofen eingetragenen Stromes übertragen werden muß. Ein Elektrodenträgarm entfällt.

Zum Kippen des Elektroofens beim Abstich, wenn die versorgenden Hochstromseile, die erfindungsgemäß wegen des kleineren zu übertragenden Stromes dünner ausgeführt sein können, bezüglich ihrer Länge und Verwindung bei herkömmlichen Elektroöfen mit zentraler, durch den Deckel ragender Elektrode besonders beansprucht würden, können die Elektroden (11) auf der Arbeitsbühne (12) zurückgefahren werden und erlauben so kurze, mechanisch sehr gering beanspruchte Hochstromseile. Dieser Vorteil gegenüber dem konventionellen Gleichstromofen wird noch verstärkt durch die Tatsache, daß erfindungsgemäß beim Deckelschwenken die Hochstromseile unbeteiligt sind.

Das Elektrodennachsetzen erfolgt an jeder der vier Elektroden (11) einzeln, ohne daß die anderen Elektroden (11) ihren Betrieb unterbrechen müßten. Dadurch wird die Verfügbarkeit des Elektroofens gegenüber dem herkömmlichen Gleichstrom-Lichtbogenofen mit einer zentralen Elektrode wesentlich erhöht, bei dem zum Elektrodenwechsel oder -Nachsetzen der Betrieb unterbrochen werden muß. Beim erfindungsgemäßen Elektroofen wird der senkrecht am Kran hängende Elektrodenstrang in einen Korb eingesetzt, in die Elektrodenachse gekippt und der neue Elektrodenstrang auf die Elektrode (11) durch eine besondere Vorrichtung aufgedreht.

Das durch die hohlen Elektroden (11) eingeleitete Erdgas bewirkt einen Kühleffekt an den Elektrodenspitzen (21) und wird beim Austritt aus den Elektroden (11) durch die Lichtbögen (26) in C ($2C + O_2 - 2CO$) und H_2 zerlegt, die bei den hohen Temperaturen im Lichtbogen (26) beim Schmelzvorgang mit Sauerstoff nicht verbrennen können. Es ist daher zweckmäßig, das aus der CH_4 -Zerlegung und Kohleverbrennung im Ofenraum entstehende Gasgemisch $CO + H_2$ mit Gasbrennern (22) nachzuverbrennen, wodurch diese Wärme dem noch kalten Schrott (27) im Ofenraum vor seinem Einschmelzen zugeführt wird.

Durch die schrägen Elektroden mit einem schrägen Lichtbogen werden Kavernen (28) in den Schrott geschmolzen, worauf dieser nachstürzt, ohne die Elektroden zu treffen und zu beschädigen. Die heißen Gase aus dem Einschmelzvorgang, die beim konventionellen Gleichstrom-Lichtbogenofen mit vertikaler Elektrode ohne Widerstand direkt nach oben streichen und abgezogen werden, gehen beim erfindungsgemäßen Elektroofen mit mehreren schrägen Elektroden durch den über den Kavernen lagernden Schrott und wärmen diesen vor.

Dazu kommt noch die im Ofenraum stattfindende Schrottvorwärmung durch die oben beschriebene

Nachverbrennung. Dies geschieht so lange, bis der Schrott (27) zu einem flüssigen Bad eingeschmolzen ist und die Lichtbögen (26) auf das flüssige Bad brennen und dieses aufheizen.

5 Nach Beendigung der Schmelze werden die Elektroden aus dem Ofeninnenraum (18) zurückgefahren und der Elektroofen zum Abstich gekippt. Nach dem Abstich wird der Elektroofen zurückgekippt, der Deckel (6) geöffnet, Schrott (27) chargiert und der Deckel (6) wieder geschlossen. Nach dem Einfahren der Elektroden (11) durch die Seite kann wieder mit dem Schmelzen begonnen werden.

Die durch den erfindungsgemäßen Gleichstrom-Lichtbogenofen erzielbaren Vorteile lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 10 - Gleichstrom-Lichtbogenöfen mit höchsten Leistungen möglich, da die Leistung auf mehrere Elektroden (11) aufgeteilt und keine Beschränkung durch Elektrodendurchmesser gegeben ist ($> 150 \text{ t/h}$). Bei herkömmlichen Gleichstrom-Lichtbogenöfen mit zentraler Elektrode ist die Leistung wegen der Elektrodendimension der einzigen Elektrode beschränkt ($< 100 \text{ t/h}$).
- 15 - Wesentliche Erhöhung der Verfügbarkeit. Bei Störungen (z. B. Elektrodenbruch, Elektrodennachsetzen usw.) an einer der Elektroden (11) ist ein Weiterbetrieb des Elektroofens möglich, während der Ein-Elektroden-Lichtbogenofen eine Betriebsunterbrechung erfährt. Durch Ausnutzung der Bauhöhe, wie sie für konventionelle Gleichstrom-Lichtbogenöfen ohnedies vorhanden ist, kann der Elektroofen höher gebaut werden, wie dies in Fig. 1 mit strichlierten Linien dargestellt ist. Dadurch kann man auf Einkorbchargierung des gesamten Schrottes (27) übergehen. Dies ergibt eine Produktionserhöhung um ca. 10 %.
- 20 - Vereinfachung und Verbilligung der Einrichtung um ca. 25 % durch Wegfall von Elektrodentragsarm, Elektrodenhubmast, Mastführungen und wesentliche Verkleinerungen bei Trafos, Elektrodenbewegungs-hydraulik usw. - Daher
- 25 - Bedeutende Instandhaltungsvorteile
- Besserer Energieeintrag ins Schmelzgut durch optimale Verteilung des Energieangebotes im Ofenraum, bessere Regelbarkeit durch geringere bewegte Massen am Elektrodensystem, bessere Schrottvorwärmung im Ofenraum durch heiße Abgase aus der durch die schrägen Elektroden (11) ausgeschmolzenen Kavernen (26). Verbesserung der Schrottvorwärmung durch Nachverbrennung von CO aus mitchargierter Kohle oder von $\text{CO} + \text{H}_2$ aus Erdgas, das durch Hohlelektrode eingeblasen wird. - Daher
- 30 - Energieeinsparung ca. $50 \text{ kWh/t} = \text{ca. } 15 \%$ bzw. Leistungserhöhung um ca. 10 %.
- Weitere Elektrodeneinsparung um 25 % durch schräge Elektrodenanordnung: glühende Elektrodenlänge kürzer, heiße Abgase streichen nicht entlang der Elektrode, daher geringerer seitlicher Abbrand.
- 35 - Keine Elektroden-Sondergrößen nötig, sondern kleine Elektrodendurchmesser möglich (200 bis 300 mm Durchmesser), deren kleine Dimension noch durch die höhere spezifische Leitfähigkeit (A/cm^2) bei kleinen Durchmessern begünstigt wird.
- Vermeidung der Ablenkung des Lichtbogens durch Magnetfelder bei starkem Gleichstrom-Lichtbogenofen, da durch die Aufteilung auf mehrere Elektroden viel kleinere Ströme und damit schwächere Magnetfelder auftreten.

40 Gemäß der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform weist die Anlage ein als Schachtofen (30) ausgebildetes Ofengefäß und einen mit diesem integral zusammenhängenden Elektro-Herdofen (31) auf und ist über Kippwiegen (32) gegenüber dem Fundament abgestützt.

Der Boden (33) der Anlage ist von einem Blechpanzer (34) gebildet, der innen mit einer feuerfesten Auskleidung (35) versehen ist. Er weist beim Schachtofen (30) eine Schrägläche (36) auf, die in eine Boden-
45 Vertiefung (37), die dem Elektro-Herdofen (31) zugeordnet ist, mündet. Die feuerfeste Auskleidung (35) ist im Bereich des Elektro-Herdofens (31) höher gezogen und bildet somit integral mit dem Boden (33) zusammenhängende Seitenwände (38).

Im Grundriß sind, wie aus Fig. 4 ersichtlich, sowohl der Schachtofen (30) als auch der Elektro-Herdofen (31) kreisförmig ausgebildet; ihre Böden (36, 37) berühren einander etwa tangierend und beide Ofeninnenräume
50 (18) stehen an der Berührungsstelle miteinander in Verbindung.

Wie aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich, ist die Anlage senkrecht zu einer das Zentrum (39) des Schachtofens (30) mit dem Zentrum (40) des Elektro-Herdofens (31) verbindenden horizontalen Achse kippbar.

Der Schachtofen (30) weist einen zylindrischen, im Durchmesser kleiner als der Durchmesser seines Bodens gehaltenen Schachtteil (41) auf, der von einem Metallmantel gebildet ist. Am oberen Ende des Schachtteiles
55 (41) ist eine mittels Druckmittelzylinder (42) heb- und senkbare Haube (43) angeordnet, die an einer Seite eine Ausnehmung (44) aufweist, so daß bei gehobener, in Fig. 3 strichpunktiert dargestellter Haube (43) eine Chargieröffnung zum Chargieren von Schrott (27) mittels einer Schrottschurre (45) freigegeben ist. Im Zentrum der Haube (44) ist ein Abgasabzugsrohr (46) vorgesehen, welches in ein konzentrisches, im Durchmesser größeres ortsfestes, an einen Saugzug (47) angeschlossenes Abzugsrohr (48) einmündet.

60 Der Schachtofen (30) ist an seinem unteren Ende mit einem nach unten zu divergierenden, von einem wassergekühlten Mantel (49) gebildeten Unterteil (50) versehen. Dieser divergierende Unterteil (50) weist am

kegelstumpfförmigen Mantel (49) liegende Öffnungen (51) auf, durch die schräg gegen das Bodenzentrum gerichtete Graphitelektroden (11) in das Innere des Schachtofens (30) ragen. Die Elektroden (11) sind an Konsolen (52) gelagert und axial in Richtung zum Boden (33) hin bzw. entgegengesetzt verschiebbar sowie mittels einer Schwenkeinrichtung (53) verschwenkbar. So kann beim dargestellten Ausführungsbeispiel die Neigung der Plasmabrennerachse gegenüber der Horizontalen zwischen 30 und 60° verstellt werden. Eine im Zentrum (39) des Schachtofens (30) angeordnete Bodenanode (20) ist sorgfältig gegen den Blechpanzer (34) isoliert und mit einer nicht näher dargestellten Isolationsüberwachung versehen.

Am Übergang zwischen Schachtofen (30) und Elektro-Herdofen (31) ist eine weitere Elektrode (11') vorgesehen, die steiler als die übrigen am Mantel des divergierenden Unterteiles (50) schwenkbar vorgesehen Elektroden (11) angeordnet ist. Diese Elektrode (11') ist vorzugsweise lediglich längsverschiebbar, nicht jedoch schwenkbar gelagert. Ihre Neigung gegenüber der Horizontalen beträgt zwischen 50 und 80°, vorzugsweise 70°.

Der Elektro-Herdofen (31) ist mit einer elektrischen Beheizungseinrichtung (54), die beim dargestellten Ausführungsbeispiel als Drehstrom-Lichtbogenbeheizung, deren Elektroden (55) durch den Deckel (56) geführt sind, ausgebildet ist, ausgestattet. Anstelle der Lichtbogenbeheizung könnte auch eine induktive Beheizungseinrichtung vorgesehen sein. Die Elektroden (55) sind an einem bis seitlich neben den Ofen ragenden Elektrodenhalter (57), der mittels einer Hubeinrichtung (58) an einer Säule (59) gelagert ist, heb- und senkbar und um eine Schwenkachse (60) seitlich verschwenkbar.

Der Elektro-Herdofen weist einen Bodenabstich (61) auf, der exzentrisch zum Zentrum (40) des Elektro-Herdofens (31) angeordnet ist. In einer Seitenwand (38) ist eine im Abstand von der Boden-Vertiefung vorgesehene Arbeitstür (62) zum Abschlacken angeordnet. Durch diese Arbeitstür (62) ist gegebenenfalls eine Sauerstoffblaslanze (63) zum Einblasen von Frischsauerstoff in den Elektro-Herdofen (31) einführbar. Zur Aufgabe von Legierungselementen ist im wassergekühlten Deckel (56) des Elektro-Herdofens (31) ein Trichter (64) vorgesehen.

Gemäß der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform sind zweckmäßig die Elektroden ebenfalls als Hohlelektroden ausgebildet und an eine Gaszuführungsleitung zur Zuführung von Erdgas angeschlossen. Weiters sind zwecks effizienter Vorwärmung des Schrotts in einem Niveau oberhalb der Elektrodenspitzen ebenfalls Gasbrenner (22) zur Nachverbrennung vorgesehen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Anlage zur Herstellung von Stahl aus Chargiergut sowie gegebenenfalls Zuschlagstoffen, umfassend einen Elektroofen, in dessen Ofengefäß peripher angeordnete Kohlenstoff-Elektroden in schräger Richtung gegen einen am Boden des Ofengefäßes ruhenden Schüttkegel aus Chargiergut ragen, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektroofen als Gleichstrom-Lichtbogenofen ausgebildet ist, dessen Elektroden (11) gegen eine einzige zentral im Boden (6; 33) des Ofengefäßes (1; 30) angeordnete Bodenanode (20) ragen, wobei die von den Elektroden (11) ausgehenden Lichtbögen (26) gegen die Bodenanode (20) gerichtet sind und in das aus Schrott (27) und/oder Eisenschwamm und/oder Roheisen gebildete Chargiergut münden.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (11) etwa in einem Niveau und etwa radialsymmetrisch zur Vertikalachse (19; 39) des Ofengefäßes (1; 30) angeordnet sind.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Niveau oberhalb des Niveaus, in dem die Elektroden (11) angeordnet sind, Gasbrenner (22) in das Ofengefäß (1) ragen.

4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasbrenner (22) von der Seite her in das Ofengefäß (1) ragen.

5. Anlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasbrenner (22) radialsymmetrisch zur Vertikalachse (19) des Ofengefäßes (1) und bei Sicht in Richtung dieser Vertikalachse (19) zwischen den Elektroden (11) liegend angeordnet sind.

6. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (11) mittels einer Elektrodenstützeinrichtung (14), vorzugsweise mittels Stützrollen (15), in Richtung ihrer Längsachse bewegbar abgestützt sind.

7. Anlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (11) mittels der Elektrodenstützeinrichtung (14) vertikal und seitlich schwenkbar abgestützt sind.
- 5 8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenbewegung hydraulisch erfolgt.
9. Anlage nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Elektrodenstützeinrichtung (14) in der durch die Längsachse der Elektrode (11) gelegten Vertikalebene in Richtung zum Ofengefäß (1) und entgegengesetzt fahrbar ist.
- 10 10. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ofengefäß (1; 30) kippbar gelagert ist.
11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ofengefäß (1) mit einem exzentrischen Bodenabstich ausgerüstet ist.
- 15 12. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (11) als Hohlelektroden ausgebildet sind, deren Hohlraum (24) an eine Gaszuführungsleitung (25) anschließbar ist.
- 20 13. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektroofen (1; 30) als Schachtofen ausgebildet ist.
14. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schachtofen (30) einen sich nach oben verjüngenden Schacht aufweist (Fig. 3).
- 25 15. Anlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß unmittelbar neben dem Schachtofen (30) ein Elektro-Herdofen (31) angeordnet ist, in den die sich im Schachtofen (30) bildende Schmelze unmittelbar überführbar ist.
- 30 16. Anlage nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Boden des Schachtofens (30) als schräge, zum Elektro-Herdofen (31) hin abfallende Fläche (36) ausgebildet ist.
17. Anlage nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Böden des Schachtofens (30) und des Elektro-Herdofens (31) integral ausgebildet sind.
- 35 18. Anlage nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Boden des Elektro-Herdofens (31) gegenüber dem Boden (36) des Schachtofens (30) wannenförmig vertieft ausgebildet ist.
- 40 19. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schachtofen (30) am oberen Ende mit einer Gasabsaugung (46, 47) versehen ist.
20. Verfahren zur Herstellung von Stahl aus Schrott unter Verwendung eines Elektroofens nach den Ansprüchen 1 und 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Chargieren des Schrotts (27) und Zünden der Lichtbögen (26) durch die Hohlräume (24) der Elektroden (11) Brenngas, vorzugsweise Erdgas, unter Kühlung der Elektroden-
- 45 spitzen (21) dem Lichtbogen (26) zugeführt und dort zerlegt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein durch Zuführung von Erdgas im Lichtbogen (26) entstehendes Gasgemisch ($\text{CO} + \text{H}_2$) aufsteigen gelassen wird und in einem Niveau oberhalb der durch den Lichtbogen (26) eingebrannten Kavernen (28) unter Abgabe von Wärme an den Schrott (27) nachverbrannt wird.
- 50 22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nachverbrennung des Gasgemisches ($\text{CO} + \text{H}_2$) mit Hilfe einer Verbrennung eines Brenngas-Sauerstoff-Gemisches durchgeführt wird.
- 55

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

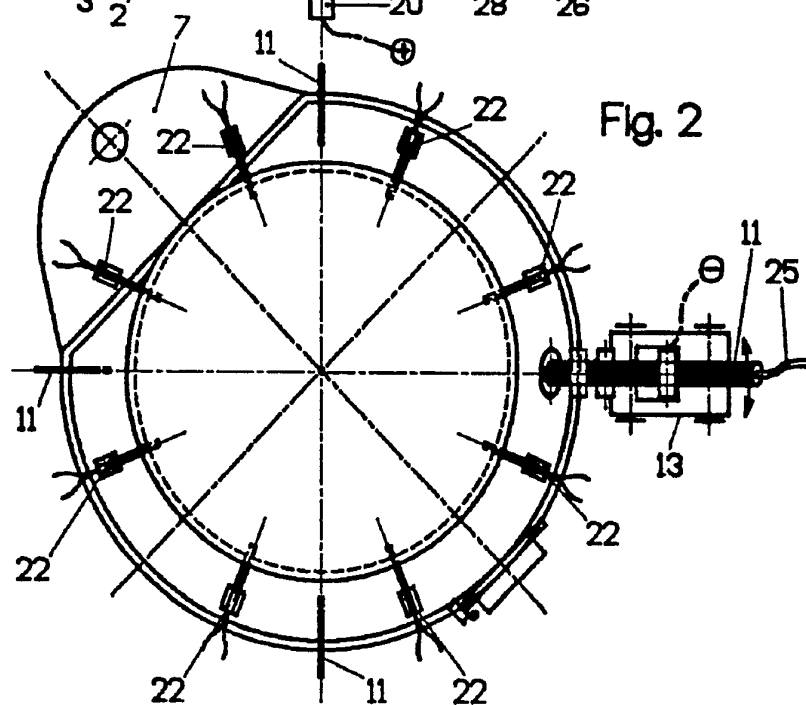
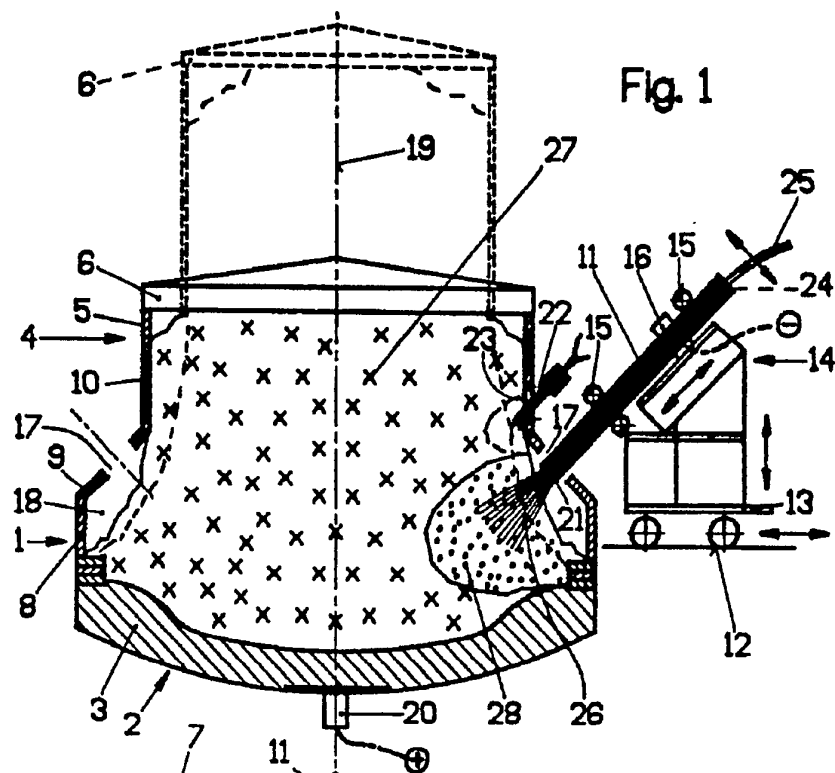


Fig. 3

