

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/036208 A1

- (57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Verunreinigungen enthaltendem kohlenstoffhaltigem Schüttgut. Erfindungsgemäß wird das Schüttgut in einem Reaktor induktiv direkt geheizt.

WO 2011/036208 A1

Verfahren und Reaktor zur Aufbereitung von kohlenstoffhaltigem Schüttgut

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Verunreinigungen enthaltendem kohlenstoffhaltigem Schüttgut und einen Reaktor zur Durchführung des Verfahrens.

10

Kohlenstoffhaltige Formkörper, wie etwa Ofenauskleidungssteine, finden für hochtemperaturbeständige Ofenauskleidungen oder als Kathoden Anwendung. Beispielsweise werden Kathoden aus amorphem Kohlenstoff, amorphem Kohlenstoff mit Graphitzusatz oder aus Graphit in Elektrolysezellen (wobei Elektrolysezellen auch „pots“ genannt werden) zur Aluminiumschmelzelektrolyse eingesetzt. Am Ende der Lebensdauer der Kathoden weisen diese Fluor- und Cyanidverbindungen, sowie Aluminium und/oder Aluminiumverbindungen als Verunreinigungen auf. Aufgrund strenger werdender gesetzlicher Auflagen dürfen derartige verbrauchte Kohlenstoffauskleidungen, auch „spent potlining (SPL)“ genannt, nicht ohne Aufbereitung auf Deponien gelagert, als Brennstoff eingesetzt oder als Rohstoff wieder verwendet werden.

15

20

25

Ein Verfahren zur Behandlung von SPL ist beispielsweise in der US-Patentschrift US 5164174 beschrieben. Dabei wird ein herkömmlicher Drehrohrofen eingesetzt, der direkt mit einer Gasflamme beheizt wird. In oxidierender Atmosphäre wird zumindest ein Großteil des Kohlenstoffs in Kohlenmonoxid und -dioxid umgewandelt. Dadurch wird der Kohlenstoff verbraucht, und es fallen darüber hinaus große Mengen an Gasen an, die große Abmessungen des Drehrohrofens und der nachfolgenden Gasreinigungsstufen nötig machen.

30

Bei der US 5286274 wird ein geschlossener Elektroschmelzofen verwendet. Ein Nachteil dabei sind die Dimensionen der Anlagen, die zumindest für einzelne Hütten zu groß ausgelegt sind und die ein weit ausgelegtes Logistiknetz benötigen. Bei

diesem Verfahren wird ein beträchtlicher Teil des Kohlenstoffs direkt zu CO₂ oxidiert und somit einer weiteren Verwertung entzogen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren anzugeben, mit dem spent potlining und kohlenstoffhaltige Steine mit Hilfe eines kleinvolumigen Reaktors aufbereitet werden können.

Gelöst wird die Aufgabe mit sämtlichen Merkmalen des Verfahrens nach Anspruch 1. Weiterbildende Ausbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 21 angegeben.

Erfindungswesentlich ist, dass Verunreinigungen enthaltendes kohlenstoffhaltiges Schüttgut zu seiner Aufbereitung in einem Reaktor direkt induktiv geheizt wird. Ein direktes induktives Heizen ist dadurch möglich, dass das Schüttgut eine derartige elektrische Leitfähigkeit aufweist, dass Frequenzen einer Induktionsheizung in das Schüttgut einkoppeln und dieses direkt beheizen, ohne dass ein Einkoppeln in ein zusätzliches Medium nötig wäre. Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass nicht durch Verbrennungsreaktionen große Mengen an Verbrennungsgasen anfallen, die einen entsprechend großvolumigen Reaktor erforderlich machen.

Darüber hinaus muss eine Reaktorwandung nicht beheizt werden, was nur einen geringen Wärmeverlust über die Reaktorwandung und somit eine sehr hohe Energieeffizienz des Verfahrens zur Folge hat.

Unter Aufbereiten wird im Rahmen der Erfindung eine Behandlung von kohlenstoffhaltigen Steinen verstanden, mit der toxische Verunreinigungen aus den Steinen entfernt werden und/oder in nicht-toxische Verbindungen umgewandelt werden, wobei diese Behandlung soweit durchgeführt wird, dass diese Steine ohne Gefährdung von Umwelt oder Menschen auf Deponien gelagert, als Rohstoff wieder verwendet und/oder als Brennstoff eingesetzt werden können.

Der Kohlenstoff des Schüttguts kann beispielsweise als amorpher Kohlenstoff, natürlicher Graphit, synthetischer Graphit oder in jeder anderen beliebigen Form vorliegen. Es muss lediglich eine induktive Einkopplung erfolgen können.

Vorzugsweise enthält das Schüttgut zumindest ein Schüttgut aus der Gruppe bestehend aus gebrochenen Kathoden aus einem Aluminiumschmelzgewinnungsverfahren, gebrochenen Anoden, gebrochenen Kohlenstoffauskleidungen aus einem Stahlschmelzofen, einem Stahlhochofen oder einem anderen Metallschmelzofen, einem Glasschmelzofen, einem Keramikschemelzofen und anderen aufzubereitenden kohlenstoffhaltigen Steinen.

Die Verunreinigungen können zumindest eine Verunreinigung aus der Gruppe bestehend aus Cyaniden und löslichen Fluoriden enthalten. Diese Verunreinigungen sammeln sich beispielsweise bei einer Aluminiumschmelzelektrolyse in der Zellauskleidung an und stellen toxische Verunreinigungen dar, die eine Lagerung oder Wiederverwendung des Schüttguts verhindern.

Die Verunreinigungen können aber beispielsweise auch Schwefel und/oder Alkalien, wie etwa Na und Ka, sowie Buntmetalle, wie etwa Zn, enthalten.

Vorteilhafterweise wird Schüttgut eingesetzt, das zu über 50 Gew.-% eine Korngröße von über 30 mm besitzt, insbesondere zu über 50 Gew.-% eine Korngröße zwischen 50 und 150 mm. Bei derartigen Korngrößen hat sich im Rahmen der Erfindung gezeigt, dass induktive Felder sehr gut in das Schüttgut einkoppeln. Derart hohe Korngrößen haben darüber den Vorteil, dass nicht aufwändige und damit energie- und kostenintensive Mahlschritte nötig sind, sondern relativ grob gebrochenes Schüttgut eingesetzt werden kann.

Dabei kann jedoch ein Feinanteil von kleiner als 50 mm, insbesondere kleiner als 30, insbesondere kleiner als 10 mm im Schüttgut verbleiben. Selbst als Staub vorliegender Feinanteil kann im Schüttgut verbleiben. Der Feinanteil wird durch den Grobanteil indirekt mit geheizt. Dies macht ein Trennen von Fein- und Grobanteil des Schüttguts vor der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens unnötig.

Das Schüttgut kann durch Brechen von aufzubereitenden Formkörpern und/oder Steinen mit einem beispielsweise herkömmlichen Brecher gewonnen werden. Dies

kann vorteilhafterweise ein Backenbrecher, Kegelbrecher, Kreiselbrecher oder ähnlicher Brecher sein. Diese sind geeignet, gewünschte grobe Korngrößen zu erzielen und sind als herkömmlich eingesetzte Brecher leicht verfügbar.

- 5 Nach einem Aspekt der Erfindung werden zu Schüttgut zu brechende kohlenstoffhaltige Steine vor dem Brechen aus einem SPL, einem Kathodenblock, einer Ofenauskleidung oder einer ähnlichen Einbausituation ausgebrochen. Unter einer ähnlichen Einbausituation wird im Sinne der Erfindung eine im Wesentlichen regelmäßige Anordnung von Steinen an einem Ort ihres Einsatzes, in dem sie ihre
- 10 Aufgabe, wie etwa Hochtemperaturbeständigkeit und Enthalten einer Schmelze, erfüllen, verstanden. Die Steine müssen somit nicht einzeln entnommen werden, sondern können beispielsweise mit herkömmlichen Maschinen, die herkömmlicherweise etwa zum Gebäudeabbruch verwendet werden, „abgebaut“ werden. Dies ermöglicht eine Gewinnung des Schüttguts mit geringem Aufwand und daher
- 15 geringen Kosten und in einem kurzen Zeitrahmen.

Die Verunreinigungen können Aluminium enthalten. Dabei kann das Aluminium in metallischer Form, als Oxid, als Carbid und/oder in einer anderen chemischen Verbindung vorliegen. Insbesondere bei der Aluminiumschmelzelektrolyse wird eine

20 Kohlenstoffauskleidung oder eine Kathode mit Aluminium als Metall oder als eine chemische Verbindung verunreinigt.

Die Verunreinigungen können Eisen enthalten. Dabei kann das Eisen in metallischer Form, als Oxid, als Carbid und/oder in einer anderen chemischen Verbindung vorliegen. Insbesondere bei der Stahlgewinnung oder Stahlschmelzverfahren

25 wird eine Kohlenstoffauskleidung mit Eisen als Metall oder als eine chemische Verbindung verunreinigt.

Vorteilhafterweise werden Induktionsfelder mit Frequenzen zwischen 1 und 50 kHz, insbesondere zwischen 1 und 10 kHz, insbesondere zwischen 2 und 5 kHz erzeugt. Bei diesen tiefen Frequenzen koppeln die Induktionsfelder besonders gut in grobe Körner ein.

30

Im Reaktor können maximale Temperaturen bis 2500 °C erzeugt werden. Dies ist durch die direkte Einkopplung der Induktionsfelder in das Schüttgut möglich.

5 Bevorzugt werden im Reaktor maximale Temperaturen zwischen 1250 und 1800 °C, insbesondere zwischen 1300 und 1750 °C, insbesondere zwischen 1450 und 1700 °C eingestellt. Diese Temperaturen sind hoch genug, dass sich Cyanide unter Einwirkung von Wasserdampf zersetzen, was ab ca. 700 °C einsetzt und Cyanide gecrackt werden und AlF_3 sublimiert wird, was jeweils ab ca. 1300 °C einsetzt. Da-
10 gegen sind diese Temperaturen niedrig genug, dass sich kein oder zumindest kaum Siliciumcarbid bildet, denn aus thermodynamischer Sicht beginnt die Bildung von SiC erst ab 1700 °C.

Bei dem Verfahren kann zumindest ein Teil der Verunreinigungen in einer vorhandenen und/oder einer sich im Verfahren bildenden Schlacke gelöst. Diese Schlacke
15 kann sich aus den bereits vorhandenen Verunreinigungen mit Al-Verbindungen und/oder Fe-Verbindungen als Hauptbestandteile bilden.

Vorteilhafterweise werden in den Reaktor zumindest ein Schlackebildner und/oder ein Flussmittel zugegeben. Schlackebildner erleichtern die Bildung einer Schlacke,
20 Flussmittel erniedrigen deren Viskosität, so dass die Schlacke leichter fließen und dabei Verunreinigungen aufnehmen kann. Auf einer Oberfläche des Schüttguts vorliegende Verunreinigungen können somit mittels der Schlacke vom Schüttgut abgewaschen werden.

25 Nach einer möglichen Ausführungsform der Erfindung wird in den Reaktor eine calciumhaltige Verbindung, wie etwa CaO , CaCO_3 oder Dolomit, und/oder eine siliciumhaltige Verbindung, wie etwa SiO_2 oder ein Silicat, und/oder eine eisenhaltige Verbindung, wie etwa ein Eisenoxid oder Eisenerz, zugegeben. Diese bilden zusammen mit den gegebenenfalls vorliegenden Aluminiumverbindungen des Schütt-
30 guts eine Schlacke. Dabei können beispielsweise Si-Verbindungen als Flussmittel wirken. Im Fall des Einsatzes von Schüttgut, das nicht aus der Aluminiumproduktion stammt, kann sich eine Schlacke auch in Abwesenheit von Aluminium bilden. Die genannten zugegebenen Verbindungen können vorteilhafterweise auch als

Schlacke zugegeben werden. Eisenhaltige Verbindungen sind beispielsweise dazu geeignet, als Verunreinigung vorliegenden Schwefel als Eisensulfid zu binden.

5 Die Schlacke kann vorteilhafterweise in eine untere Zone des Reaktors fließen, wo sie sich sammelt und von dort entnommen wird. Dadurch kann das Verfahren kontinuierlich durchgeführt werden. Dabei kann die Schlacke mit Schüttgut vermischt sein.

10 Die Schlacke kann in der unteren Zone zumindest teilweise erstarren. Dies tritt beispielsweise dadurch ein, dass die untere Zone nicht induktiv beheizt wird. Dennoch kann zusätzlich zu der erstarrten Schlacke in der unteren Zone auch ein flüssiger Anteil an Schlacke vorliegen.

15 Aus der unteren Zone wird die Schlacke entnommen. Dies kann mittels eines Schiebers und/oder eines Brechers durchgeführt werden. Nach der Entnahme rutschen Schüttgut und Schlacke vorteilhafterweise in die untere Zone nach.

20 Vorzugsweise wird zumindest in einer Zone des Reaktors Wasser und/oder Wasserdampf eingebracht. Dies kann etwa durch Zerstäuben oder Vernebeln geschehen. Im Folgenden werden Wasser und/oder Wasserdampf auch lediglich mit Wasser bezeichnet, das bei den entsprechenden Temperaturen natürlich gas- und/oder dampfförmig vorliegen kann.

25 Das Einbringen von Wasser kann vorteilhafterweise mehrere Funktionen erfüllen. So können chemische Verbindungen hydrolytisch und/oder pyrohydrolytisch zersetzt werden. Beispielsweise können Cyanide pyrohydrolytisch zersetzt werden.

30 Des Weiteren können Schüttgut und/oder Zuschlagstoffe in einem feuchten Zustand in den Reaktor eingebracht werden. Das so eingebrachte Wasser kann ebenfalls die oben beschriebenen Funktionen erfüllen. In feuchtes Schüttgut können Induktionsfelder wie für trockenes Schüttgut beschrieben einkoppeln.

Des Weiteren können die Schlacke und das kohlenstoffhaltige Schüttgut durch Abschrecken mit Wasser voneinander getrennt werden. Dies kann vorteilhafterweise in der unteren Zone und/oder einem unteren Bereich einer mittleren Zone des Reaktors geschehen, wo die Schlackenschmelze vor allem in einem niedrigviskosen Zustand das Schüttgut stark benetzt. Durch den Kontakt mit Wasser werden Schlacke und Schüttgut schnell abgekühlt, was zu mechanischen Spannungen führt, die ein Abplatzen der Schlacke vom Schüttgut bewirken können. Dies hat den Vorteil, dass in einer dem Reaktor entnommenen Mischung Schlacke und Schüttgut zwar nebeneinander, aber bereits voneinander getrennt vorliegen. Schlacke und aufbereitetes Schüttgut können voneinander durch herkömmliche Verfahren voneinander getrennt werden, beispielsweise durch Flotationsverfahren.

Die Schlacke und das dann gereinigte Schüttgut können nach der Entnahme weiterverwendet werden. Die Schlacke kann als Zusatzstoff beispielsweise in Baustoffen, wie etwa Zement, eingesetzt werden. Dazu wird sie vorteilhafterweise aufgemahlen. Das kohlenstoffhaltige Schüttgut kann beispielsweise als Brennstoff eingesetzt werden. Alternativ kann das kohlenstoffhaltige Schüttgut als Material beispielsweise in Verschleißauskleidungen, wie etwa in Rinnen, eingesetzt werden. Dies ist dadurch möglich, dass das Schüttgut nach dem Verfahren noch eine sehr hohe Festigkeit aufweist und seine Körnigkeit behalten hat. Selbstverständlich kann der Kohlenstoff des Schüttguts für alle weiteren Anwendungen eingesetzt werden, in denen herkömmlicher Kohlenstoff verwendet wird, der nicht bereits industriell verwendet und anschließend aufbereitet wurde.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorteilhafterweise zumindest ein Teil der Verunreinigungen in eine Gasphase überführt. Dies erleichtert ein Entfernen der Verunreinigungen.

Beispielsweise wird zumindest einer der folgenden Schritte durchgeführt:

- Pyrohydrolytisches Zersetzen von Verbindungen, wie etwa Cyaniden,
- Cracken von Verbindungen, wie etwa Cyaniden,
- Sublimieren von Verbindungen, wie etwa AlF_3 ,

- Schmelzen und Verdampfen von Verbindungen, wie etwa reduzierter Alkali- sowie Buntmetalle und deren Verbindungen, insbesondere Zink und Zinkverbindungen.

5 In eine gasförmige Phase überführte Verunreinigungen werden vorteilhafterweise mit einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, ausgewaschen. Ein Auswaschen von gasförmigen Verbindungen erfolgt vorteilhafterweise räumlich getrennt von dem Reaktorraum, beispielsweise in einem Gaswäscher, wie etwa einem Berieselungsturm, der mit dem Reaktorraum verbunden ist.

10

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird des Weiteren mit den Merkmalen des Reaktors nach Anspruch 22 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen 23 bis 33 angegeben.

15 Der Reaktor weist Induktionsspulen auf, die geeignet sind, das Schüttgut direkt induktiv aufzuheizen.

Vorteilhafterweise sind die Induktionsspulen geeignet, in radialer und/oder axialer Richtung des Reaktors einen vorbestimmten Temperaturgradienten einzustellen.

20 Ein Temperaturgradient kann gezielt eingesetzt werden, das erfindungsgemäße Verfahren zu steuern.

Vorteilhafterweise sind die Induktionsspulen geeignet, das Schüttgut ohne Temperaturgradienten bzw. mit einem geringen Temperaturgradienten zu heizen. Insbesondere ist ein radialer Temperaturgradient möglich, der kleiner als 100 K/m, insbesondere kleiner als 50 K/m, insbesondere kleiner als 30 K/m ist.

Vorteilhafterweise weist der Reaktor eine hochtemperaturbeständige Innenwandung auf, in die die bei den zum Heizen des Schüttguts eingesetzten Frequenzen von den Induktionsspulen erzeugten Induktionsfelder nicht oder zumindest kaum einkoppeln. Dies verringert die Temperaturbelastung der Innenwandung und verlängert deren Lebenserwartung gegenüber konventionellen Heizungen deutlich.

30

Die Innenwandung kann eine Auskleidung aufweisen, die zumindest ein Material aus der Gruppe bestehend aus Kohlenstoff, oxidischen Feuerfestmaterialien, nicht-oxidischen Feuerfestmaterialien und Schamotte enthält.

- 5 Vorteilhafterweise weist die Auskleidung tongebundenen Graphit auf. Trotz des hohen Kohlenstoffgehalts weist tongebundener Graphit eine so niedrige elektrische Leitfähigkeit auf, dass er nicht induktiv geheizt werden kann.

- 10 Vorteilhafterweise weist der Reaktor einen Reaktorraum auf, der in axialer Richtung eine obere Zone, eine mittlere Zone und eine untere Zone aufweist, wobei der Reaktor insbesondere derart ausgebildet sein kann, dass in die obere Zone aufzubereitendes Schüttgut eingebracht werden kann, die mittlere Zone mit den zumindest teilweise um den Reaktor verlaufenden Induktionsspulen versehen ist und sich in der unteren Zone Schlacke und/oder gereinigtes Schüttgut ansammeln und aus
15 ihr entnommen werden kann. Somit kann mit dem Reaktor ein kontinuierliches Verfahren durchgeführt werden.

- Vorteilhafterweise besitzt der Reaktor im Bereich der Induktionsspulen einen Durchmesser von über 50 cm, um einen möglichst hohen Durchsatz zu erreichen.
20 Vorteilhafterweise ist der Durchmesser größer als 1 m, insbesondere 1 m bis zu 1,5 m. Ein derart großer Reaktor in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen direkten induktiven Heizen ermöglicht hohe Durchsatzmengen. Durch das Verfahren des induktiven Heizens in Verbindung mit niedrigen Frequenzen und grober Korngröße des Schüttguts erhitzt sich das Schüttgut deutlich schneller als durch kon-
25 ventionelles Heizen, was ein energie- und kosteneffizientes Aufbereiten ermöglicht.

- Der Reaktor kann in der unteren Zone und/oder in einem unteren Bereich der mittleren Zone sich nach unten konisch erweiternd ausgebildet sein. Dies erleichtert ein Rutschen von Schüttgut und Schlacke nach unten.

30

Vorteilhafterweise weist der Reaktor eine Eintragschleuse, wie etwa eine Zellenradschleuse, auf, über die der Reaktor mit Schüttgut versorgt werden kann, wobei die Eintragschleuse geeignet ist, ein unkontrolliertes Entweichen von Gasen aus

dem Reaktor zu verhindern. Somit können Schüttgut und Zuschlagstoffe und weitere gegebenenfalls erforderliche Stoffe in den Reaktorraum gegeben werden, ohne dass unkontrolliert Gase entweichen.

5 Des Weiteren kann ein mit dem Reaktorraum verbundener Gaswäscher, wie beispielsweise ein Berieselungsturm, vorgesehen sein, der geeignet ist, in eine gasförmige Phase überführte Verunreinigungen mit einer Flüssigkeit, wie etwa Wasser, auszuwaschen. In dem Gaswäscher können gasförmige toxische Verbindungen aus der Gasphase flüssig gebunden werden und aufgrund einer niedrigen
10 Temperatur im Gaswäscher kondensieren. Großvolumige Gasmengen können dabei zu kleineren Flüssigkeitsmengen reduziert werden. Im Gaswäscher können noch weitere, insbesondere chemische, Vorgänge ablaufen. So kann in einer gasförmigen Verbindung vorliegendes Zink mit Wasserdampf zu Zinkoxid oxidiert werden und anschließend abfiltriert werden.

15 Vorteilhafterweise kann im Reaktor zumindest eine Eindüsvorrichtung vorgesehen sein, die geeignet ist, in wenigstens einer der oberen, mittleren und unteren Zone Wasser und/oder Wasserdampf in den Reaktorraum einzubringen. Dadurch kann Wasser direkt zu den Verunreinigungen gebracht werden, so dass die oben be-
20 schriebenen Reaktionen schneller verlaufen.

Vorteilhafterweise ist zumindest eine Induktionsspule gekühlt. Da die Induktionsfelder nicht in die Reaktorwandung einkoppeln, wird diese nicht direkt beheizt und muss daher nicht aktiv gekühlt werden. Die Reaktorwandung wird jedoch vorteil-
25 hafterweise durch Konvektion gekühlt.

Weitere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung werden im Folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und einer dazugehörigen Figur erläutert.

30 Dabei zeigt Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Reaktors.

Ein erfindungsgemäßer Reaktor 1 besitzt einen Reaktorraum 2 mit einem Durchmesser von 1,5 m, um den zumindest teilweise den Reaktorraum 2 umgebend Induktionsspulen 3 angeordnet sind, die geeignet sind, mit Frequenzen zwischen 1 und 50 kHz ein im Reaktorraum 2 vorliegendes kohlenstoffhaltiges Schüttgut 4 auf
5 Temperaturen bis zu 1800 °C aufzuheizen. Der Reaktorraum 2 ist mit einer hochtemperaturbeständigen Auskleidung 5 einer Reaktorwandung 6 umgeben. In diesem Ausführungsbeispiel besteht die Auskleidung 5 aus Schamottesteinen. Es sind jedoch alle anderen hochtemperaturbeständigen Materialien geeignet, in die nicht ein von den Induktionsspulen 3 erzeugtes Feld einkoppelt, wie etwa tongebundener Kohlenstoff. Der Reaktor 1 besitzt eine obere Zone 7, eine mittlere Zone 8 und
10 eine untere Zone 9.

An der oberen Zone 7 ist eine Einfüllöffnung 10 vorgesehen, über die Schüttgut 4, Schlackebildner, Flussbildner und ähnliches in den Reaktorraum 2 aufgegeben
15 werden kann. Um ein Entweichen von Gasen aus dem Reaktorraum 2 zu verhindern, ist auf die Einfüllöffnung 10 eine Zellenradschleuse als Eintragschleuse 11 gesetzt.

Die Induktionsspulen 3 sind in der mittleren Zone 8 vorgesehen. In der unteren
20 Zone 9 ist ein Schieber 23 vorgesehen, der als Brecher zum Brechen von Schlacke und Schüttgut 4 für deren Entnahme wirkt.

Die obere Zone 7 ist mit einem Verbindungsstück 13 versehen, das den Reaktorraum 2 mit einem Berieselungsturm 14 verbindet, der als Gaswäscher 14 wirkt. Im
25 Berieselungsturm 14 ist zumindest eine Wasserdüse 15 zum Eindüsen von Wasser in den Berieselungsturm 14 vorgesehen. Über ein Ventil 16 kann aufgefangenes Wasser 17 ausgelassen werden.

Zum Betrieb des Reaktors 1 wird über die Zellenradschleuse 11 Schüttgut 4 zusammen mit beispielsweise Schlacke aus dem Hochofen als Schlackenbildner und
30 Flussmittel in den Reaktorraum 2 gefüllt. Schlackenbildner, sowie Flussmittel können auch als Einzelkomponenten zugegeben werden. Das Schüttgut 4 ist in diesem Beispiel Kathodenausbruch aus einer Aluminiumschmelzelektrolysezelle. Das

Schüttgut 4 ist außer mit Schamotte, das beim Ausbruch der Kathoden aus der Aluminiumschmelzelektrolysezelle mit in das Schüttgut 4 gelangt war, mit metallischem Aluminium und Aluminiumverbindungen, mit Natriumcyanid und löslichen Fluorverbindungen verunreinigt.

5

Die Induktionsspulen 3 heizen das verunreinigte Schüttgut 4 direkt induktiv auf, indem die Induktionsfelder direkt in den Kathodenausbruch einkoppeln. Über das aufgeheizte Schüttgut 4 werden auch der Schlackenbildner und das Flussmittel aufgeheizt. In der mittleren Zone 8 entsteht eine flüssige Schlacke, in die auch die Aluminiumverunreinigungen einschmelzen. Durch das Flussmittel ist die Viskosität der Schlacke so erniedrigt, dass die Schlacke in die untere Zone des Reaktors 1 fließt. Die Schlacke transportiert dabei auch die Schamotte ab. In der unteren Zone 9, also außerhalb eines Wirkungsbereichs der Induktionsspulen 3, kühlt die Schlacke ab. In diesem Beispiel wird die Schlacke zusätzlich durch die Wasserkühlung 12 abgekühlt und erstarrt.

15

Durch die Temperatur von in diesem Beispiel 1750 °C in der mittleren Zone 8 werden das Cyanid und die Fluorverbindungen aus dem Schüttgut 4 getrieben und gehen in die Gasphase über, bzw. zersetzen sich. Durch die Volumenausdehnung und Konvektion gelangen die gasförmigen Verunreinigungen über das Verbindungsstück 13 in den Berieselungsturm 14. Durch aus der Wasserdüse 15 herabrieselndes Wasser werden Cyanide und Fluorverbindungen gelöst und andere gasförmige Verbindungen kondensiert. Dadurch findet eine Volumenverkleinerung statt, die einen Gasstrom vom Reaktor 2 in den Berieselungsturm 14, der in Fig. 1 mit einem Pfeil 18 dargestellt ist, noch unterstützt.

20

25

In den Reaktorraum 2 wird über eine Düse 20 Wasserdampf 21 in die obere Zone 7 eingedüst. Der Wasserdampf 21 bewirkt im Reaktorraum 2 eine Pyrohydrolyse der vorhandenen Cyanide bereits ab ca. 700 °C. Dabei entstehen insbesondere Kohlenmonoxid, Stickstoff und Wasserstoff. Desweiteren führt der Wasserdampf 21 in der unteren Zone zu einem Abschrecken der Schlacke, wodurch diese vom Schüttgut 4 abgesprengt wird. Über den Schieber 23 wird die spröde Schlacke gebrochen und der unteren Zone 9 entnommen.

30

Schlacke und gereinigtes Schüttgut können aufgrund ihres Dichteunterschieds anschließend mit herkömmlichen Trennverfahren voneinander getrennt werden. Das gereinigt kohlenstoffhaltige Schüttgut lässt sich beispielsweise als Zusatzstoff für Baustoffe, wie etwa Zement, einsetzen. Der Kohlenstoff des Schüttguts kann als Brennstoff oder für einen Einsatz beispielsweise in Verschleißauskleidungen, wie etwa Rinnen, verwendet werden. Ausgewaschene Fluorverbindungen im Wasser des Berieselungsturms 14, das über das Ventil 16 entnommen wird, lassen sich ebenfalls wieder verwenden, beispielsweise durch Zurückführung in eine Aluminiumelektrolyse zur Einstellung des Verhältnisses von NaF zu AlF_3 in der Schmelze.

In einem weiteren Beispiel wurde das erfindungsgemäße Verfahren in einem Miniaturaufbau simuliert (nicht dargestellt). Dabei wurde als Reaktor ein tongebundener Graphittiegel mit 150 mm Durchmesser und 200 mm Höhe verwendet. Eine Induktionsspule, die bei 4 kHz betrieben wird, erhitzt Bruchmaterial einer amorphen Kohlenstoffkathode mit einem Anthrazitanteil von etwa 60 Gew.-% als Schüttgut. Das Schüttgut wurde in 45 min auf 1600 °C aufgeheizt. Die entstehenden Abgase wurden abgesaugt und in einer Filtereinheit mit Steinwollefasern kondensiert. Der Fluor- und Cyanidgehalt vor und nach dem Erhitzen des Schüttguts wurde nass-chemisch und durch Röntgenfluoreszenzanalyse analysiert. Ebenso wurde das Schüttgut vor und nach dem Erhitzen analysiert. Es wurde ein Beginn der Ausdampfung von Verunreinigungen bei ca. 700 °C beobachtet. Desweiteren wurde ein Austreiben von NaF, NaCN, Al_2O_3 und AlF_3 aus dem Kohlenstoff festgestellt, wobei sich diese Verbindungen auf den Oberflächen des Schüttguts fanden. Wurden dem Schüttgut zusätzlich CaO und SiO_2 zugegeben, bildete sich eine Schlacke, die diese Verbindungen aufnahm und sich am Boden des Tiegels sammelten. Ein Eluat des Schüttguts enthielt vor der Erhitzung mehr als 1 mg/l an Cyanid, danach weniger als 0,01 mg/l.

Somit ließ sich die Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens und Reaktors eindeutig nachweisen.

Alle in der Beschreibung, den Beispielen und Ansprüchen genannten Merkmale können in beliebiger Kombination zu der Erfindung beitragen. Insbesondere können die schlackebildenden Bestandteile sowohl aus den Verunreinigungen als auch aus dem zugegebenen Schlackebildner stammen. Je nach Provenienz der

5 kohlenstoffhaltigen Steine und somit der Verunreinigungen müssen bei Vorliegen schlackebildender Bestandteile als Verunreinigung diese nicht mehr als Schlackebildner zugegeben werden. Eine Aufbereitung kann auch ohne Schlackebildung durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von Verunreinigungen enthaltendem kohlenstoffhaltigem Schüttgut, dadurch gekennzeichnet, dass das Schüttgut in einem Reaktor induktiv direkt geheizt wird.
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dass das Schüttgut zumindest ein Schüttgut aus der Gruppe bestehend aus gebrochenen Kathoden aus einem Aluminiumschmelzwinnungsverfahren, gebrochenen Anoden, gebrochenen Kohlenstoffauskleidungen aus einem Stahlschmelzofen, einem Stahlhochofen oder einem anderen Metallschmelzofen, einem Glasschmelzofen, einem Keramikschmelzofen und anderen aufzubereitenden kohlenstoffhaltigen Steinen enthält.
10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verunreinigungen zumindest eine Verunreinigung aus der Gruppe bestehend aus Cyaniden, Schwefel, löslichen Fluoriden, sowie Alkali- und Buntmetallen enthalten.
15
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schüttgut eingesetzt wird, das zu über 50 Gew.-% eine Korngröße von über 30 mm besitzt.
20
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schüttgut eingesetzt wird, das zu über 50 Gew.-% eine Korngröße zwischen 50 und 150 mm besitzt.
25
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schüttgut durch Brechen von aufzubereitenden Formkörpern und/oder Steinen mit einem Brecher, wie etwa mit einem Backenbrecher, Kegelbrecher oder Kreiselbrecher, gewonnen wird.
30

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Formkörper und/oder Steine vor dem Brechen aus einer Ofenauskleidung, einem Kathodenblock oder einer ähnlichen Einbausituation ausgebrochen werden.

5 8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verunreinigungen Aluminium in metallischer Form, als Oxid, als Carbid und/oder in einer anderen chemischen Verbindung enthalten.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
10 gekennzeichnet, dass die Verunreinigungen Eisen in metallischer Form, als Oxid, als Carbid und/oder in einer anderen chemischen Verbindung enthalten.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
15 gekennzeichnet, dass induktiv mit Frequenzen zwischen 1 und 50 kHz, insbesondere zwischen 1 und 10 kHz, insbesondere zwischen 2 und 5 kHz geheizt wird.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass im Reaktor maximale Temperaturen bis 2500 °C, insbesondere
20 zwischen 1250 und 1800 °C, insbesondere zwischen 1300 und 1750 °C, insbesondere zwischen 1450 und 1700 °C eingestellt sind.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Verunreinigungen in einer vorhande-
25 nen oder sich bildenden Schlacke gelöst wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass in den Reaktor ein Schlackebilder und/oder ein Flussmittel
zugegeben wird.

30 14. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den Reaktor eine calciumhaltige Verbindung, wie etwa CaO, CaCO₃ oder Dolomit, und/oder eine siliciumhaltige Verbindung, wie etwa

SiO₂ oder ein Silicat, und/oder eine eisenhaltige Verbindung, wie etwa ein Eisen-oxid oder Eisenerz, zugegeben wird.

5 15. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlacke in eine untere Zone des Reaktors fließt und von dort entnommen wird.

10 16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlacke in der unteren Zone zumindest teilweise erstarrt und der unteren Zone mittels eines Schiebers und/oder Brechers entnommen wird.

15 17. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einer Zone des Reaktors Wasser und/oder Wasserdampf eingebracht wird, etwa zerstäubt oder vernebelt wird.

18. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlacke von dem gereinigten kohlenstoffhaltigen Schüttgut durch Abschrecken mit Wasser getrennt wird.

20 19. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Verunreinigungen in eine Gasphase überführt wird.

25 20. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Schritte

- Pyrohydrolytisches Zersetzen von Verbindungen, wie etwa Cyaniden,
- Cracken von Verbindungen, wie etwa Cyaniden,
- Sublimieren von Verbindungen, wie etwa AlF₃,
- Schmelzen und Verdampfen von Metallen und/oder Verbindungen, wie etwa

30 reduzierten Alkali- und Buntmetallen und/oder deren Verbindungen, insbesondere Zink und Zinkverbindungen, durchgeführt wird.

21. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in eine gasförmige Phase überführte Verunreinigungen mit einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, ausgewaschen werden.

5 22. Reaktor zur Durchführung eines Verfahrenes nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor Induktionsspulen aufweist, die geeignet sind, das Schüttgut induktiv aufzuheizen.

10 23. Reaktor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Induktionsspulen geeignet sind, in radialer und/oder axialer Richtung des Reaktors einen vorbestimmten Temperaturgradienten einzustellen.

15 24. Reaktor nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Induktionsspulen geeignet sind, das Schüttgut mit einem radialen Temperaturgradienten zu heizen, der kleiner als 100 K/m, insbesondere kleiner als 50 K/m, insbesondere kleiner als 30 K/m ist.

20 25. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor eine hochtemperaturbeständige Innenwandung aufweist, in die die bei den zum Heizen des Schüttguts eingesetzten Frequenzen von den Induktionsspulen erzeugten Induktionsfelder nicht oder zumindest kaum einkoppeln.

25 26. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandung eine Auskleidung aufweist, die zumindest ein Material aus der Gruppe bestehend aus Kohlenstoff, oxidischen Feuerfestmaterialien, nicht-oxidischen Feuerfestmaterialien und Schamotte enthält.

30 27. Reaktor nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Auskleidung tongebundenen Graphit aufweist.

28. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor einen Reaktorraum aufweist, der in axialer Richtung

eine obere Zone, eine mittlere Zone und eine untere Zone aufweist, wobei der Reaktor insbesondere derart ausgebildet ist, dass in die obere Zone aufzubereitendes Schüttgut eingebracht werden kann, die mittlere Zone mit den zumindest teilweise um den Reaktor verlaufenden Induktionsspulen versehen ist und sich in der unteren Zone Schlacke und/oder gereinigtes Schüttgut ansammeln und aus ihr ent-

5 nommen werden kann.

29. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor im Bereich der Induktionsspulen einen Durchmesser

10 von über 50 cm, insbesondere von über 1 m, insbesondere zwischen 1 m und 1,5 m besitzt.

30. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor in der unteren Zone und/oder in einem unteren Bereich

15 der mittleren Zone sich nach unten konisch erweiternd ausgebildet ist.

31. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor eine Eintragschleuse, wie etwa eine Zellenradschleuse, aufweist, über die der Reaktor mit Schüttgut versorgt werden kann, wobei die Ein-

20 tragschleuse geeignet ist, ein unkontrolliertes Entweichen von Gasen aus dem Reaktor zu verhindern.

32. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem Reaktorraum verbundener Gaswäscher, wie etwa ein

25 Berieselungsturm, vorgesehen ist, der geeignet ist, in eine gasförmige Phase überführte Verunreinigungen mit einer Flüssigkeit, wie etwa Wasser, auszuwaschen.

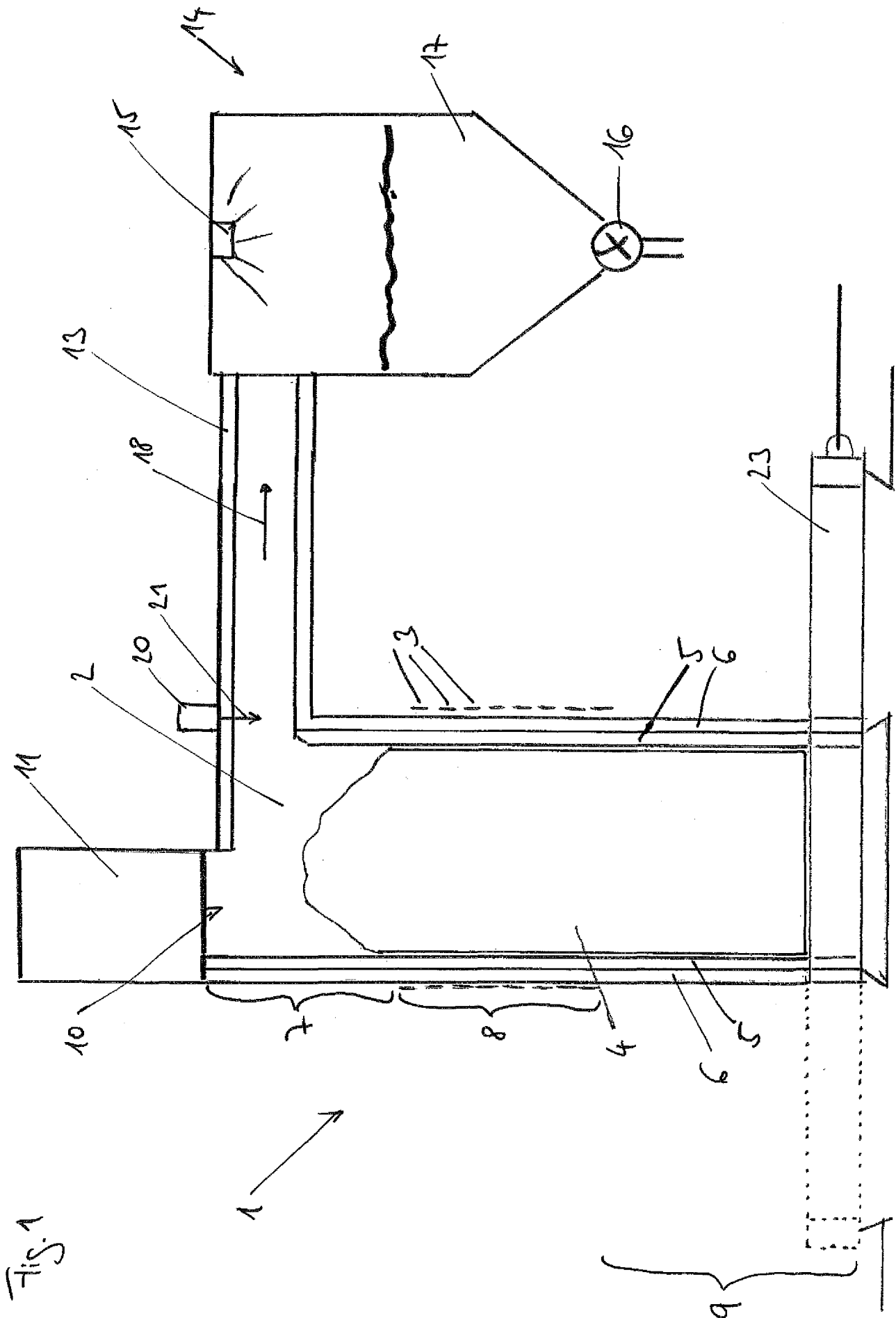
33. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Eindüsvorrichtung vorgesehen ist, die geeignet ist,

30 in wenigstens einer der oberen, mittleren und unteren Zone Wasser und/oder Wasserdampf in den Reaktorraum einzubringen.

34. Verwendung eines mit einem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21, insbesondere mit einem Reaktor gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 33, gereinigten kohlenstoffhaltigen Schüttguts als Brennstoff oder als Material beispielsweise in Verschleißauskleidungen, wie etwa in Rinnen.

5

35. Verwendung einer bei einem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21, insbesondere mit einem Reaktor gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 33, anfallenden Schlacke in Baustoffen, wie etwa Zement.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/064051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B09B3/00 F27B14/06 F23G5/027 F23G7/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F23G F27B A62D B09B B08B C25C C22B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000 235099 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 29 August 2000 (2000-08-29) * abstract; figures 1,2 -----	1-35
X	JP 2001 242293 A (HITACHI LTD) 7 September 2001 (2001-09-07) * abstract; figure 1 -----	1-35
X	WO 2006/079132 A1 (TRIBOVENT VERFAHRENTWICKLUNG [AT]; EDLINGER ALFRED [AT]) 3 August 2006 (2006-08-03) claim 1; figure 1 -----	1-35
X	US 5 222 448 A (MORGENTHAUER GEORGE W [US] ET AL) 29 June 1993 (1993-06-29) figure 1 column 4, line 54 - line 68 column 6, line 5 - line 22 ----- -/-	1-35

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2011

Date of mailing of the international search report

28/02/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peis, Stefano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/064051

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 711 018 A (HITTNER HERMAN J [US] ET AL) 20 January 1998 (1998-01-20) figure 2 -----	1-35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/064051

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000235099 A	29-08-2000	JP 3173599 B2	04-06-2001
JP 2001242293 A	07-09-2001	NONE	
WO 2006079132 A1	03-08-2006	AT 397568 T BR PI0606874 A2 EP 1841699 A1 ES 2307280 T3 JP 2008528256 T US 2009266200 A1	15-06-2008 28-07-2009 10-10-2007 16-11-2008 31-07-2008 29-10-2009
US 5222448 A	29-06-1993	AU 686102 B2 AU 4287893 A CA 2076199 A1 CA 2118003 A1 WO 9321479 A1	05-02-1998 18-11-1993 14-10-1993 28-10-1993 28-10-1993
US 5711018 A	20-01-1998	BR 9407060 A CN 1116828 A RU 2127850 C1 US 5476990 A WO 9501208 A1 US 5616296 A	13-08-1996 14-02-1996 20-03-1999 19-12-1995 12-01-1995 01-04-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/064051

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B09B3/00 F27B14/06 F23G5/027 F23G7/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F23G F27B A62D B09B B08B C25C C22B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2000 235099 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 29. August 2000 (2000-08-29) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1-35
X	JP 2001 242293 A (HITACHI LTD) 7. September 2001 (2001-09-07) * Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-35
X	WO 2006/079132 A1 (TRIBOVENT VERFAHRESENTWICKLG [AT]; EDLINGER ALFRED [AT]) 3. August 2006 (2006-08-03) Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-35
X	US 5 222 448 A (MORGENTHALER GEORGE W [US] ET AL) 29. Juni 1993 (1993-06-29) Abbildung 1 Spalte 4, Zeile 54 - Zeile 68 Spalte 6, Zeile 5 - Zeile 22 ----- -/-	1-35

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Februar 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/02/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Peis, Stefano

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/064051

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 711 018 A (HITTNER HERMAN J [US] ET AL) 20. Januar 1998 (1998-01-20) Abbildung 2 -----	1-35

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/064051

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2000235099 A	29-08-2000	JP 3173599 B2	04-06-2001
JP 2001242293 A	07-09-2001	KEINE	
WO 2006079132 A1	03-08-2006	AT 397568 T	15-06-2008
		BR PI0606874 A2	28-07-2009
		EP 1841699 A1	10-10-2007
		ES 2307280 T3	16-11-2008
		JP 2008528256 T	31-07-2008
		US 2009266200 A1	29-10-2009
US 5222448 A	29-06-1993	AU 686102 B2	05-02-1998
		AU 4287893 A	18-11-1993
		CA 2076199 A1	14-10-1993
		CA 2118003 A1	28-10-1993
		WO 9321479 A1	28-10-1993
US 5711018 A	20-01-1998	BR 9407060 A	13-08-1996
		CN 1116828 A	14-02-1996
		RU 2127850 C1	20-03-1999
		US 5476990 A	19-12-1995
		WO 9501208 A1	12-01-1995
		US 5616296 A	01-04-1997