

Verfahren zum Gewinnen einer wiederverwendbaren Gesteinskörnung aus Aschen von Hausmüllverbrennungsanlagen

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gewinnen einer wiederverwendbaren Gesteinskörnung aus Aschen von Hausmüllverbrennungsanlagen.

Bei der thermischen Verwertung von Hausmüll entstehen als Rückstände in großen Mengen Rost- und Kesselaschen, die entsorgt werden müssen. Diese Rost-/Kesselaschen beziehungsweise Aschen aus Hausmüllverbrennungsanlagen (HMVA) oder Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) enthalten neben Mineralien auch Metalle, Steine und Glas, andere nicht verbrannte oder nicht brennbare Rückstände sowie Schadstoffe, die eine einfache Deponierung nicht erlauben und möglich machen. Auch eine anderweitige Verwendung der Rost-/Kesselaschen, beispielsweise als Füll- oder Baustoffe in der Bauindustrie ist wegen der enthaltenen Schadstoffe und den mangelhaften bauphysikalischen Eigenschaften nicht ohne weiteres oder gar nicht möglich.

Gleichwohl wäre eine Verwendung der aufbereiteten Rost-/Kesselaschen, hier auch als Schlacke bezeichnet, zumindest als Füllstoff oder Zuschlagstoff in der Bauindustrie wünschenswert, da auf diese Weise die Schlacke wie ein mineralischer Baustoff gehandelt werden kann. Dadurch kann auf eine Deponierung sowie auf den Abbau der ansonsten erforderlichen Rohstoffe, wie Kies, Naturstein und Sand für eine derartige Verwendung verzichtet werden.

Damit ein Granulat als Baustoff, beispielsweise im Straßenbau, verwendet werden kann, muss es in Bezug auf bestimmte Schadstoffe vorgegebene Grenzwerte einhalten. Diese sind für Deutschland z. B. in den Technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (TR-LAGA Boden) festgelegt. Je nach Schadstoffgehalt werden die Schlacken in bestimmte Zuordnungswerte Z0, Z1, Z2, Z3 und höher eingeteilt. Schlacken mit einem Zuordnungswert Z0 können ohne Einschränkungen verwendet werden. Der Zuordnungswert Z1 erlaubt eine Verwendung als Baustoff ohne weitere technische Hilfseinrichtungen. Bei dem Zuordnungswert von Z1 wird bei der TR LAGA Boden unterschieden zwischen dem Wert Z1.1 und Z1.2. Bei einem Zuordnungswert von Z2 müssen Abdichtungsmaßnahmen getroffen werden sofern die aufbereitete Schlacke als ungebundene Tragschicht eingesetzt werden soll, um Auswaschungen von Schadstoffen aus der Schlacke und dadurch eine Kontamination des Bodens oder des Grundwassers zu verhindern. Als Schadstoffe kommen insbesondere Sulfate, Chloride oder wasserlösliche Metallverbindungen in Betracht.

Für die Bauindustrie sind daher Schlackengranulate mit einem Zuordnungswert Z1 von großer Bedeutung. Neben der TR-LAGA werden HMVA-Schlacken auch nach den Regelwerken der TL-Gestein StB (Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau) eingeordnet. Hier unterscheidet man zwischen einer Schlacke nach HMVA-2 nach TL-Gestein StB und einer Schlacke nach HMVA-1 nach TL-Gestein StB, die deutlich geringere Schadstoffgehalte einhalten muss. In anderen Ländern gelten korrespondierende Bestimmungen.

Die nachveröffentlichte DE 10 2020 119 699.7 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung, mit denen die oben beschriebenen Schadstoffe aus der HMVA-Asche gut entfernt

werden können. Bei diesem Verfahren und in dieser Vorrichtung wird die Asche in einem Wasserbad mit Ultraschall durch Ultraschallgeneratoren beaufschlagt, um die Schadstoffe, wie Chloride, Sulfate und wasserlösliche Metallverbindungen, zu lösen.

Grundsätzlich wäre es aber auch wünschenswert, aus der HMVA-Asche oder KVA-Asche zertifizierte Bauprodukte zu erhalten, die ohne weitere Einschränkung Verwendung finden können.

In der Regel wird die frische Asche zunächst für mehrere Monate zwischengelagert. Während der Ablagerung der Schlacke kommt es zur Carbonatisierung. Hierbei entsteht aus dem in der Schlacke enthaltenen Kalziumoxyd (CaO) und Kohlendioxyd (CO_2) aus der Luft ein Kalziumkarbonat (CaCO_3), welches auch als kohlenaurer Kalk bezeichnet wird. Diesen Vorgang bezeichnet man auch als statische Carbonatisierung, da der Vorgang über einen längeren Zeitraum von etwa zwölf Wochen, in dem die Asche kaum oder gar nicht bewegt wird, abläuft. Durch diesen chemischen Prozess verfestigt sich die Asche zu einem hydraulisch gebundenen Stoffgemisch. Die so carbonatisierte und verfestigte Asche ist bauphysikalisch sehr instabil und erfüllt damit nicht die bauphysikalischen Parameter für Gesteinskörnungen im Beton.

Die deutlichsten Überschreitungen bei Schlacken-Granulaten aus derart carbonatisierter Asche gibt es bei der Frostbeständigkeit nach DIN EN 1367-1 sowie der Beständigkeit gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung nach DIN EN 1367-6. Damit können die aus statisch carbonatisierten Aschen gewonnenen Schlacken-Granulate nicht als Gesteinskörnungen im Beton nach DIN EN 12620 eingesetzt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art so auszubilden, dass eine wiederverwendbare Gesteinskörnung aus der Asche von Hausmüllverbrennungsanlagen gewonnen werden kann. Insbesondere soll die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgearbeitete Schlacke als zertifizierte Gesteinskörnung für Beton, beispielsweise nach der DIN EN 12620, verwendbar sein.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass die Asche nicht wie üblich für einen Zeitraum von etwa zwölf Wochen abgelagert wird, sondern innerhalb einer vorgebbaren maximalen Zwischenlagerzeit als frische Schlacke aufbereitet wird. Dafür werden die Granulate vorzugsweise in einer rotierenden Trommel unter Zufuhr von Wärme und CO_2 behandelt. Bei diesem Vorgang kommt es in wenigen Minuten während der Behandlung zur Bildung von CaCO_3 aus CaO und CO_2 . Das Kohlendioxyd wird über den Brenner in die Trommel geleitet. Gleichzeitig werden die feinen Aschenpartikeln, die sich auf den Oberflächen der Schlacken-Granulate befinden, durch die Rotation der Trommel abgetrennt und mittels einer Filteranlage abgesaugt. Durch diese dynamische Carbonatisierung kommt es daher nicht zur Bildung von mechanisch instabilen verfestigten Schlacken-Granulaten.

Es ist daher gemäß der Erfindung vorgesehen, dass die Asche vor dem Ablauf einer vorgebbaren maximalen Zwischenlagerungszeit nach ihrer Entstehung mit CO_2 und Wärme beaufschlagt werden. Dies erfolgt solange, bis die Asche einen Restfeuchtegehalt kleiner als 8,0 Gew.-% oder kleiner als 4,0 Gew.-% aufweist.

Weiterhin wird die derart carbonatisierte Asche zerkleinert und in mehrere Kornfraktionen klassiert, und aus jeder Kornfraktion werden unabhängig voneinander zumindest eisenhaltige Verbindungen und Eisenoxide sowie die Nichteisen-Metalle abgeschieden. Anschließend wird zumindest ein Teil der von den eisenhaltigen Verbindungen und Eisenoxiden und von den Nichteisen-Metallen befreiten Kornfraktionen jeweils einer Hauptwäsche unterzogen, in der die an den einzelnen Körnern anhaftenden und umweltbelastenden Schadstoffe zumindest teilweise entfernt werden. Als Ausgangsstoff wird frische Asche aus Hausmüllverbrennungsanlagen eingesetzt, bei der die natürliche oder statische Carbonatisierung noch nicht oder nur in einem geringen Umfang eingesetzt hat. Das alkalische Milieu eines damit herzustellenden Baustoffs bleibt somit aufrechterhalten. Dies ist für einen damit hergestellten Beton vorteilhaft. Die für die Verwendung als Baustoff ungünstige statische Carbonatisierung wird durch eine feuchte Umgebung beschleunigt, die durch die frühe Wärmebehandlung innerhalb der maximalen Zwischenlagerungszeit vermieden wird. Die maximale Zwischenlagerzeit kann 96 oder 72 oder 48 oder 24 Stunden betragen.

Die frische Asche kann dabei entweder aus einem bekannten Nassentschlacker oder einem bekannten Trockenentschlacker stammen. Im ersten Fall wird der Feuchtegehalt nach der vorgegebenen maximalen Zwischenlagerungszeit in der Regel noch deutlich über 8,0 Gew.-% liegen. Dann ist eine oben beschriebene dynamische Carbonatisierung und damit einhergehende Trocknung der Asche erforderlich, damit die natürliche oder statische Carbonatisierung nicht oder nur unwesentlich einsetzen kann. Stammt die Asche aus einem Trockenentschlacker ist die Wärmebehandlung nicht immer

erforderlich, da der Feuchtegehalt in der Regel unter 8,0 Gew.-% liegt.

Die derartig dynamisch carbonatisierte Asche wird
5 anschließend zerkleinert und klassiert in verschiedene Kornfraktionen, um jede Kornfraktion der weiteren Behandlung unterziehen zu können.

Die Asche besteht überwiegend aus einem instabilen
10 Sinterprodukt aus der Verbrennung. Für die Zerkleinerung können vorzugsweise Prallzerkleinerer, beispielsweise Prallmühlen oder Hochgeschwindigkeitsprallabscheider eingesetzt werden. Dies hat den Vorteil, dass die Sinterprodukte der Asche in stabile Körner aufgesprengt
15 werden, die für einen Baustoff zweckmäßig und erforderlich sind.

Die dynamisch carbonatisierte beziehungsweise trockene Asche kann beispielsweise in sechs Kornfraktionen 0/1 mm,
20 1/3 mm, 3/6 mm, 6/12 mm, 12/22,4 mm und >22,4 mm klassiert werden. Die obere Korngröße 22,4 mm und eine damit gebildet Granulatmischung mit Körnern zwischen 1 mm und 22,4 mm Größe ist eine im Bauwesen zur Zeit übliche Granulatfraktion für Beton.

25 Es kann zudem vorgesehen werden, dass vor der dynamischen Carbonatisierung oder Zerkleinerung der Asche größere Bestandteile, beispielsweise > 40 mm oder > 100 mm abgetrennt werden. Solche großen Bestandteile in der Asche
30 stören die nachfolgende Aufbereitung oder Klassierung erheblich.

Auch kann vor der Zerkleinerung oder dynamischen Carbonatisierung eine Kornfraktion geringer Korngröße,
35 beispielsweise < 1 mm oder < 3 mm abgetrennt werden. Dies

hat den Vorteil, dass der zur natürlichen Carbonatisierung neigende Feinanteil der Asche bereits vorab abgetrennt wird. Diese erste grobe Klassierung in den Feinanteil, den weiter aufzubereitenden Teil und den Großanteil der Asche
5 kann mit einfachen Mitteln problemlos durchgeführt werden.

Die weitere Aufbereitung und Abtrennung bestimmter Bestandteile erfolgt vorzugsweise getrennt für jede der Kornfraktionen. Damit kann jeder Reinigungsschritt oder
10 jeder Trennschritt der jeweils vorliegenden Trennaufgabe oder Reinigungsaufgabe anpasst und optimiert werden. Dadurch werden die unerwünschten Bestandteile zuverlässig nahezu vollständig aus den jeweiligen Kornfraktionen entfernt und können anderweitig verwendet oder deponiert
15 werden.

Auch die weiterhin vorgesehenen Schritte zur Abtrennung der eisenhaltigen Verbindungen oder der Nichteisenmetalle wird durch den trockenen und klassierten Zustand des
20 aufzubereitenden Teils der Asche wesentlich erleichtert. Die hierfür einsetzbaren dynamischen Magnetfelder oder Neodym-Trommelmagnete arbeiten insbesondere innerhalb von bestimmten Korngrenzen besonders effektiv.

25 Als Hauptwäsche kann das in der eingangs zitierten Patentanmeldung DE 10 2020 119 699.7 beschriebene Verfahren eingesetzt werden. Die Aschekörner werden in einem aufrechten und vertikal ausgerichteten Wasserkanal im Aufstromverfahren mit Ultraschall beaufschlagt, welches nur
30 bei Kornfraktionen mit vorgebbaren relativ engen Korngrößenbereichen effektiv durchführbar ist, um die einzelnen Körner relativ lange und frei schwebend im Kavitationsfeld, dem Wirkungsfeld des Ultraschalls, zu halten. Die in dem Wasserkanal entgegen der Sinkrichtung
35 erzeugte Strömung bewirkt, dass sich jedes einzelne Korn

frei drehen kann und daher gut von allen Seiten mit Ultraschall beaufschlagt werden kann. Ein guter Reinigungseffekt wird erreicht.

5 Es ist hier vorgesehen, dass nur die Kornfraktionen zwischen einer vorgebbaren kleinsten Korngröße und einer vorgebbaren größten Korngröße der Hauptwäsche zugeführt werden, da nur diese Kornfraktionen sinnvoll als Baustoff verwendet werden können. Die kleinste Korngröße kann
10 beispielsweise 1,0 mm und die größte Korngröße kann beispielsweise 22,4 mm betragen. Damit hätte die somit aufgearbeitete Asche eine Gesteinskörnung gemäß DIN EN 12620.

15 Damit eine Verwendung der Asche als sogenannter zertifizierter Baustoff verwendet werden kann, ist es zweckmäßig, noch weitere Bestandteile der Asche abzutrennen. Es ist daher gemäß der Erfindung weiterhin vorgesehen, dass aus der Asche vor der Klassierung
20 Eisenbestandteile entfernt werden. Dies kann durch bekannte Magnetabscheider erfolgen.

Es ist zweckmäßig, wenn die Kornfraktion unter einer vorgebbaren kleinsten Korngrenze nach der Entfernung der
25 eisenhaltigen Verbindungen und Eisenoxide sowie der Nichteisen-Metalle deponiert oder einer weitergehenden Aufbereitung zugeführt wird.

Auch kann aus den Kornfraktionen oberhalb einer vorgebbaren
30 ersten Korngrenze Leichtstoffe zumindest teilweise abgeschieden werden. Als erste Korngrenze kann 1,0 mm oder auch 3,0 mm angenommen werden, so dass nur aus den Kornfraktionen über dieser Korngröße die größeren Leichtstoffe abgeschieden werden.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn aus den Kornfraktionen oberhalb einer vorgebbaren ersten Korngrenze VA-Metalle (Chrom-Nickel-Stähle) zumindest teilweise abgeschieden werden. Diese Bestandteile oberhalb der ersten Korngrenze von beispielsweise 3,0 mm können induktiv gut und effektiv
5 aus den einzelnen Fraktionen abgetrennt und anderweitig verwendet werden.

Außerdem kann aus den Kornfraktionen oberhalb der vorgebbaren ersten Korngrenze Glas zumindest teilweise abgeschieden werden. Auch die hierfür einsetzbaren Verfahren sind bekannt, und das abgetrennte Glas kann ohne weiteres recycelt werden.
10

Da für einen Baustoff als Zuschlagstoff im Beton lediglich Körner bestimmter maximaler Größe verwendbar sind, ist weiterhin vorgesehen, dass die Kornfraktion oberhalb einer vorgebbaren größten Korngrenze der Asche der Zerkleinerung zurückgeführt wird. Diese Kornfraktion wird dann ebenfalls zu einer verwendbaren Größe zerkleinert und durchläuft
15 20 erneut die weiteren Schritte.

Im Einzelnen ist vorgesehen, dass die Kornfraktionen zwischen der kleinsten und der größten Korngröße getrennt voneinander der Hauptwäsche zugeführt werden. Dann kann die Hauptwäsche gut auf die jeweils zu behandelnde Korngröße eingestellt und optimiert werden. Es kann vorgesehen werden, dass die Kornfraktionen vor der Hauptwäsche erneut einer Vorwäsche mit Leichtstoffabscheidung unterzogen werden, damit die störenden Leichtstoffe zuverlässig
25 30 vollständig entfernt werden.

Es ist anschließend günstig, wenn die Kornfraktionen nach der Hauptwäsche einer Nachwäsche unterzogen werden. Damit können die in der Hauptwäsche gelösten Bestandteile sowie
35

in Lösung gegangenen Bestandteile vollständig entfernt werden. Bei der Hauptwäsche mit Ultraschall im Wasserbad mit Gegenströmung mit dem Verfahren oder der Vorrichtung gemäß der bereits erwähnten DE 10 2020 119 699.7 erfolgt
5 eine weitere Leichtstoffabtrennung.

Vor oder nach der Nachwäsche können die einzelnen Kornfraktionen wieder zusammengeführt werden. Als Produkt entsteht ein sauberer und wiederverwendbarer Baustoff als
10 Gesteinskörnung zwischen der vorgebbaren kleinsten und größten Korngröße von beispielsweise 1,0 mm beziehungsweise und 22,4 mm gemäß DIN EN 12620 für Beton, der zudem von Schadstoffen weitestgehend befreit ist.

15 Die Erfindung wird im Folgenden anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt das Verfahrensschema der Erfindung.

Die in einer Hausmüllverbrennungsanlage erzeugte Asche
20 stammt entweder aus einem Nassentschlacker oder einem Trockenentschlacker und unterscheidet sich demnach vor allem in ihrem Feuchtegehalt. Es wird in der folgenden Beschreibung davon ausgegangen, dass der Feuchtegehalt der Ausgangsasche mehr als 8,0 Gew.-% oder zumindest mehr als
25 4,0 Gew.-% beträgt.

Von der frischen Asche
30 werden innerhalb einer vorgebbaren Zwischenlagerungszeit in einer ersten Klassierung 11 die größeren Bestandteile 12, die beispielsweise größer als 40 mm oder 100 mm sind, abgetrennt und deponiert oder einer weiteren Verwendung zugeführt. In einer zweiten Klassierung 13 wird der Feinanteil 14 der Asche mit einer Korngröße 0/1 mm oder 0/3 mm abgetrennt. Hierdurch werden von der Asche diejenigen
35 Bestandteile 14, die besonders stark zu einer natürlichen

Carbonatisierung neigen, entfernt. Diese Bestandteile können deponiert oder einem weitergehenden Aufbereitungsprozess zugeführt werden. Die Asche kann bei diesen ersten beiden Klassierungen 11, 13 noch einen
5 Restfeuchtegehalt von mehr 8,0 Gew.-% aufweisen.

Der verbleibende Teil der Asche 15 wird in einer geeigneten Vorrichtung 16 dynamisch carbonatisiert, in der die frische Asche während der Rotation mit CO₂ und gegebenenfalls mit
10 Wärme beaufschlagt wird, bis die Asche eine Restfeuchte von < 8,0 Gew.-% aufweist. Diese dynamische Carbonatisierung erfolgt vorzugsweise in einer rotierenden Trommel innerhalb der vorgebbaren maximalen Zwischenlagerungszeit von weniger als 96 oder 72 und vorzugsweise weniger als 48 oder 24
15 Stunden, in der die natürliche Carbonatisierung noch nicht oder nur unwesentlich eingesetzt hat. Durch das Behandeln der frischen Asche mit CO₂ und Wärme wird deren natürliche Carbonatisierung gehemmt. Das CO₂ wird durch den Brenner der Asche zugeführt, der die Wärmebehandlungseinrichtung 16
20 beheizt. Sofern die Asche aus einem Trockenentschlacker stammt und bereits eine Restfeuchte von weniger als 8,0 Gew.-% aufweist, würde sich die Behandlung in der Vorrichtung 16 auf die Zufuhr von CO₂ beschränken.

25 Die derart carbonatisierte Asche wird in einer Zerkleinerungsstufe 17 zerkleinert. Es können bekannte Prallzerkleinerer eingesetzt werden, durch die die Asche in ihre mechanisch stabilen Partikel zerlegt, aber nicht zermahlen wird. Größere Bestandteile von verwertbaren
30 Inhaltsstoffen bleiben somit erhalten. Das so entstandene Gemisch aus Aschegranulat unterschiedlicher Körnung wird in einem weiteren Schritt 18 klassiert. Es kann vorgesehen werden, dass die zerkleinerte Asche, die aufgrund der vorherigen Klassierung in den Schritten 11 und 12 eine
35 maximale Korngröße von 40 mm oder 100 mm aufweist, in eine

Kornfraktion 19 mit Körnern kleiner 1 mm, eine Kornfraktion 20 mit Körner zwischen 1 mm und 3 mm, eine Kornfraktion 21 mit Körnern zwischen 3 mm und 6 mm Größe, eine Kornfraktion 22 mit Korngrößen zwischen 6 mm und 12 mm, eine
5 Kornfraktion 23 mit Körner zwischen 12 mm und 22,4 mm und eine Kornfraktion mit Körnern größer als 22,4 mm klassiert wird.

10 Diese sechs Fraktionen werden unabhängig voneinander und getrennt der weiteren Aufbereitung zugeführt. Anstelle der gezeigten sechs Fraktionen können aber auch mehr oder weniger Fraktionen sowie andere Körnungsklassen vorgesehen werden.

15 Durch die Klassierung und die anschließende unabhängige Aufbereitung der einzelnen Kornfraktionen 19, 20, 21, 22, 23, 24 können die entsprechenden Verfahren und Vorrichtungen optimal auf den jeweiligen Korngrößenbereich eingestellt werden und für die jeweilige Kornfraktion gute
20 Ergebnisse erzielen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der betreffende Reinigungs- oder Aufbereitungsschritt von der Größe und somit auch vom Gewicht der einzelnen Körner abhängt.

25 Aus den größeren Kornfraktionen 21, 22, 23, 24 können zunächst beispielsweise in einem Windsichter 25 die Leichtstoffe 26 abgetrennt werden.

30 Von allen Kornfraktionen 19 bis 24 werden in einem dynamischen Magnetfeld 28 und anschließend in einem Wirbelstromabscheider 27 die eisenhaltigen Verbindungen oder eisenoxidhaltigen Bestandteile 29 sowie die Nichteisen-Metalle 30 abgetrennt. Von den Kornfraktionen 21 bis 24 können anschließend in einem induktiven
35 Verfahrensschritt 31 die VA-Metalle (Chrom-Nickel-Stähle,

Chrom-Nickel-Molybdän-Stähle) 32 separiert werden. Für eine weitere Verarbeitung dieser VA-Metalle 32 eignen sich vor allem die größeren Kornfraktionen 21 bis 24, so dass auch nur diese dem Verfahrensschritt 31 zugeführt zu werden
5 brauchen.

Die kleinere Kornfraktion 20 mit einer Korngröße 1/3 mm kann unmittelbar der Hauptwäsche 33 zugeführt werden. Die Kleinstfraktion 19 kann deponiert oder einer weitergehenden
10 Aufbereitung zugeführt werden. Von den größeren Kornfraktionen 21, 22, 23, 24 mit einer Korngröße > 3 mm und < 40 mm oder 100 mm wird noch das enthaltene Glas 34 in einem weiteren Schritt 35 entfernt. Dies kann bei einem Granulat dieser Körnung mit bekannten Verfahren erfolgen.
15 Dieses Glas 34 kann zudem gut recycelt werden.

Die größere und weitgehend gereinigte Fraktion 24 mit einer Körnung > 22,4 mm wird zurück zu der Zerkleinerungseinrichtung 17 geführt, da diese Korngrößen für einen
20 üblichen Baustoff mit der Körnung 1/22,4 mm ungeeignet sind. Durch die erneute Zerkleinerung können zudem eingeschlossene Bestandteile freigelegt und in den sich anschließenden Aufbereitungsschritten entfernt werden.

25 Von diesen so gereinigten und von den genannten Bestandteilen befreiten größeren Kornfraktionen 21, 22, 23 werden in einer Vorwäsche 36 noch enthaltene Leichtstoffe 37 entfernt. Das verbleibende Granulat wird dann in den einzelnen Fraktionen 21, 22, 23 der Hauptwäsche 33
30 zugeführt. Die kleinere verbleibende Kornfraktion 20 kann nach dem Abtrennen der eisenhaltigen und eisenoxidhaltigen Bestandteile im Schritt 28 sowie der Nichteisenmetalle im Schritt 27 unmittelbar der Hauptwäsche 33 zugeführt werden.

In der Hauptwäsche 33 werden unter anderem die anhaftenden Salze und Schadstoffe beispielsweise in einem mit Ultraschall beaufschlagten Wasserbad von dem Granulat der jeweils behandelten Kornfraktion 20 bis 23 gelöst. Das Granulat kann wegen der relativ engen Korngrößenbereiche der jeweils behandelten Kornfraktion in einem Aufstromreaktor gut im Wirkungsbereich der Ultraschallgeneratoren im Wasserbad durch eine entsprechend einzustellende vertikale Aufwärtsströmung gehalten werden. Durch die Kavitation im Aufstromreaktor werden mechanisch instabile Kornfraktionen aufgesprengt und in mechanisch stabile Granulate überführt. Dabei können zudem noch eventuell vorhandene Leichtstoffe aufgeschwemmt und abgetrennt werden.

Nach der Hauptwäsche 33 kann das gereinigte und von Schadstoffen befreite Granulat in einer Nachwäsche 38 endgereinigt werden. Hierfür können die einzelnen Fraktionen 20, 21, 22, 23 wieder zusammengeführt und beispielsweise mit klarem Wasser abgespült werden. Als Ergebnis erhält man ein aufbereitetes Granulat 39 in Form einer Gesteinskörnung zwischen 1 mm und 22,4 mm wie es für einen Baustoff gemäß der DIN EN 12620 für Beton vorgeschrieben ist. Das Granulat weist die gleichen oder zumindest vergleichbare Eigenschaften wie ein ursprüngliches und nicht recyceltes Material auf.

Der Vorteil bei diesem dargestellten Verfahren ist auch darin zu sehen, dass stets Asche beziehungsweise deren Granulat einer bestimmten Kornfraktion der vorgesehenen Behandlung unterzogen wird. Die betreffenden Apparate und Vorrichtungen, wie Wirbelstromabscheider, Magnettrommeln, Windsichter, Aufstromreaktoren mit Ultraschallgeneratoren, können dann entsprechend der Größe der jeweils zu behandelnden Granulatkörnung angepasst und betrieben

werden. Durch die dynamische Carbonatisierung der Asche, kurze Zeit nach deren Entstehen, werden die Voraussetzungen für eine spätere Verwendung des gereinigten Granulats als zertifizierter Baustoff geschaffen.

5

Es brauchen auch nicht eine Vielzahl von gleichartigen Vorrichtungen zum Behandeln der unterschiedlichen Kornfraktionen vorgesehen zu werden. Vielmehr reicht eine Vorrichtung aus, deren Betriebsparameter an die jeweilige Kornfraktion angepasst werden. Der apparative Aufwand wird damit reduziert.

10

Verfahren zum Gewinnen einer wiederverwendbaren Gesteinskörnung aus Aschen von Hausmüllverbrennungsanlagen

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Gewinnen einer wiederverwendbaren Gesteinskörnung aus Aschen von Hausmüllverbrennungsanlagen, dadurch gekennzeichnet, dass die Asche (10) vor dem Ablauf einer vorgebbaren maximalen Zwischenlagerungszeit nach ihrer Entstehung einer dynamischen Carbonatisierung unter Zugabe von Kohlendioxid (CO₂) unterzogen wird, bis der Restfeuchtegehalt kleiner als 8,0 Gew.-% ist, um eine statische Carbonatisierung zu verhindern.

2. Verfahren zum Gewinnen einer wiederverwendbaren Gesteinskörnung aus Aschen von Hausmüllverbrennungsanlagen, dadurch gekennzeichnet, dass die Asche (10) vor dem Ablauf einer vorgebbaren maximalen Zwischenlagerungszeit nach ihrer Entstehung einer dynamischen Carbonatisierung unterzogen wird, bis der Restfeuchtegehalt kleiner als 8,0 Gew.-% ist, wenn die Asche einen größeren Feuchtigkeitsgehalt aufweist, dass die mit Wärme behandelte Asche beziehungsweise die bereits einen geringeren Restfeuchtegehalt als 8,0 Gew.-% aufweisende Asche zerkleinert und in mehrere Kornfraktionen klassiert wird, dass aus jeder Kornfraktion (19, 20, 21, 22, 23, 24) unabhängig voneinander zumindest eisenhaltige Verbindungen und Eisenoxide sowie die Nichteisen-Metalle abgeschieden werden, und dass zumindest ein Teil der von den eisenhaltigen Verbindungen und Eisenoxiden und von den Nichteisen-Metallen befreiten Kornfraktionen (20, 21, 22, 23) jeweils einer Hauptwäsche (33) unterzogen werden, in der die an den einzelnen Körnern anhaftenden und

umweltbelastenden Schadstoffe zumindest teilweise entfernt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
5 gekennzeichnet, dass die maximale Zwischenlagerzeit 96 oder
72 oder 48 oder 24 Stunden beträgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch
gekennzeichnet, dass aus der Asche (10) vor der Klassierung
10 (11) Eisenbestandteile entfernt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, dass die Kornfraktion (19) unter einer
vorgebbaren kleinsten Korngrenze nach der Entfernung der
15 eisenhaltigen Verbindungen und Eisenoxide (29) sowie der
Nichteisen-Metalle (30) deponiert oder einer weitergehenden
Aufbereitung zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch
20 gekennzeichnet, dass aus den Kornfraktionen (21, 22, 23,
24) oberhalb einer vorgebbaren ersten Korngrenze
Leichtstoffe (26) zumindest teilweise abgeschieden werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch
25 gekennzeichnet, dass aus den Kornfraktionen (21, 22, 23,
24) oberhalb einer vorgebbaren ersten Korngrenze VA-Metalle
(Chrom-Nickel-Stähle) (32) zumindest teilweise abgeschieden
werden.

30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch
gekennzeichnet, dass aus den Kornfraktionen (21, 22, 23,
24) oberhalb einer vorgebbaren ersten Korngrenze Glas (34)
zumindest teilweise abgeschieden wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kornfraktion (24) der Asche oberhalb einer vorgebbaren größten Korngrenze vor der Zerkleinerung (17) der Asche oder unmittelbar der Zerkleinerung (17) zugeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kornfraktionen (20, 21, 22, 23) zwischen der kleinsten und der größten Korngröße getrennt voneinander der Hauptwäsche (33) zugeführt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 2 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kornfraktionen (20, 21, 22, 23) nach der Hauptwäsche (33) einer Nachwäsche (38) unterzogen werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Asche (10) vor der dynamischen Carbonatisierung klassiert wird, um eine Kornfraktion (12) mit den größten Bestandteilen der Asche abzutrennen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Asche (10) vor der dynamischen Carbonatisierung klassiert wird, um eine Kornfraktion (14) mit kleinsten Bestandteilen der Asche abzutrennen.