

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU505651

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU505651

51

Int. Cl.:
B02C 17/16, C04B 26/00, C04B 2/00

22

Date de dépôt: 29/11/2023

30

Priorité:

72

Inventeur(s):
WILCZEK Michael – Deutschland, MÖLLER Hendrik –
Deutschland, HAMM Andreas – Deutschland, MAIER
Oliver – Deutschland, WUWER Matthias –
Deutschland

43

Date de mise à disposition du public: 30/05/2025

47

Date de délivrance: 30/05/2025

73

Titulaire(s):
THYSSENKRUPP POLYSIUS GMBH –
45143 Essen (Deutschland), THYSSENKRUPP AG –
45143 Essen (Deutschland), SCHWENK ZEMENT
GMBH & CO. KG – 89077 Ulm (Deutschland)

74

Mandataire(s):
MICHAEL TETZNER, TETZNER & PARTNER MBB –
81479 München (Deutschland)

54

Mechano-chemische Aktivierung mineralischer Materialien.

57

Die vorliegende Erfindung betrifft die Auswahl der Größe einer Mühle für die wirtschaftlich sinnvolle mechano-chemische Aktivierung insbesondere von Tonen beispielsweise in der Zementindustrie.

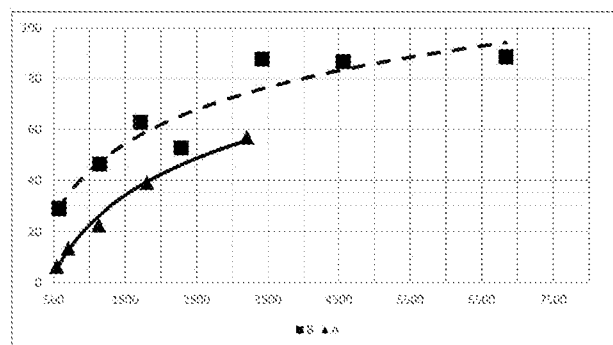


Fig. 1

Mechano-chemische Aktivierung mineralischer Materialien

Die Erfindung betrifft die Auswahl der Größe einer Mühle für die wirtschaftlich sinnvolle mechano-chemische Aktivierung insbesondere von Tonen beispielsweise in der Zementindustrie.

Insbesondere im Bereich der Zementindustrie haben sich aktivierte Tone als Zusatzstoff etabliert. Der derzeit übliche Weg ist die Trocknung und Calcinierung der Tone, also eine thermische Aktivierung. Hierbei wird zum einen Energie für die Erwärmung benötigt, zum anderen kann die hohe Temperatur auch weitere Stoffveränderungen bewirken, die gegebenenfalls unerwünscht sind. Ferner erfordert der thermische Prozess eine Rauchgasreinigung zur Abscheidung der entstehenden Stickoxid- und Schwefeloxid-Emissionen. Außerdem erfordert der thermische Prozess künftig den Einsatz von Verfahren zur Abscheidung und gegebenenfalls Reinigung des erzeugten beziehungsweise freigesetzten Kohlendioxids.

Daher wird zunehmend die sogenannte mechano-chemische Aktivierung durch intensives Mahlen diskutiert.

Aus der nachveröffentlichten DE 10 2023 106 210 ist ein Verfahren zur Mahlung und puzzolanischen Aktivierung in einer Rührwerkskugelmühle bekannt.

Aus der nachveröffentlichten DE 10 2023 106 217 ist ein Verfahren zur Mahlung und puzzolanischen Aktivierung in zwei separaten Stufen einer Rührwerkskugelmühle bekannt.

Aus der nachveröffentlichten DE 10 2023 106 221 ist die Kombination aus mechano-chemischer und thermischer Aktivierung in wenigstens einer Rührwerkskugelmühle bekannt.

Aus der nachveröffentlichten DE 10 2023 106 222 ist die Farboptimierung bei der mechano-chemischen Aktivierung von Tonen bekannt.

Aus der nachveröffentlichten DE 10 2023 123 525 ist ein Zementzusatzstoff aus Altbeton bekannt.

5 Da es sich bei Tonen um ein komplexes System handelt (insbesondere im Vergleich zum Brennen von Kalkstein), führen unterschiedliche Aktivierungsverfahren zu unterschiedlichen Produkten (aktivierten Tonen) mit unterschiedlichen Eigenschaften. Ebenso führt die Unterschiedlichkeit der verwendbaren Tone dazu, dass nicht jedes Verfahren für jeden Ton verwendbar ist.

10 Die mechano-chemische Aktivierung unterscheidet sich grundlegend von der thermischen Aktivierung, was das Verständnis der Vorgänge angeht. Während die thermische Aktivierung hauptsächlich von Temperatur und Zeit bestimmt wird, erscheint die mechano-chemische Aktivierung in einer Mühle wesentlich komplexer und von
15 wesentlich mehr Parametern abhängig. Des Weiteren wird ein großer Teil der eingebrachten Mahlergie in Wärme umgesetzt, sodass hier durchaus ein Optimierungspotential besteht.

Aufgabe der Erfindung ist es, die mechano-chemische Aktivierung in einer Mühle derart zu optimieren, dass die Aktivierung (Reaktivität des Produkts) pro aufgewendeter
20 Energiemenge für die Mühle am höchsten ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung für die mechano-chemische Aktivierung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, die Verwendung einer Mühle mit den in Anspruch 7 angegebenen Merkmalen sowie durch das Verfahren mit
25 den in Anspruch 10 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Zeichnungen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist für die mechano-chemische Aktivierung geeignet. Beispielsweise Tone, aber auch Altbeton oder andere Stoffe können thermisch, aber
30 eben auch mechano-chemisch aktiviert werden und weisen dann ein geeignetes Abbindeverhalten sowie weitere Eigenschaften auf um beispielsweise als Klinkerersatz oder Zusatzstoff eingesetzt werden zu können. Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise aus der DE 10 2023 106 210, der DE 10 2023 106 217, der DE 10 2023 106 221, der DE 10 2023 106 222 oder der DE 10 2023 123 525 bekannt.

Die Vorrichtung weist eine Mühle auf. Diese Mühle wird zur mechano-chemischen Aktivierung in einem Bereich betrieben, an dem deutlich mehr Mahlenergie eingebracht wird, als für eine Zerkleinerung benötigt wird und bei der bereits ein Größenwachstum während des Mahlens wieder beobachtet werden kann. Es hat sich überraschend

5 herausgestellt, dass eine Mühle, welche ein Innenvolumen von wenigstens 1 m^3 aufweist, besonders effizient und damit besonders wirtschaftlich zur Aktivierung verwendet werden kann. Dieser Unterschied in der Effizienz führt dazu, dass Mühlen mit einem Innenvolumen von weniger als 100 l völlig ineffizient sind und eben erst bei einem Innenvolumen von mehr als 1 m^3 eine wirtschaftlich sinnvolle Effizienz aufweisen. Es hat

10 sich überraschenderweise anhand von Technikumsversuchen gezeigt, dass das Verhältnis zwischen erzielter Aktivierung zu der eingebrachten Energie in einem hohen Maß von der Baugröße der Maschine abhängig ist, sodass daraus eine Mindestgröße der Maschine für einen wirtschaftlichen Betrieb gegeben ist. Dieses bedeutet, dass eben unabhängig von dem zu erzielenden Durchsatz eine vergleichsweise große Mühle

15 gewählt werden muss.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Mühle eine Rührwerkskugelmühle.

20 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Mühle eine Energiedichte von wenigstens 200 kW/m^3 auf.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Mühle eine Länge von wenigstens 2 m , bevorzugt von wenigstens $2,5 \text{ m}$, auf.

25 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Mühle eine Querschnittsfläche senkrecht zur Längsachse von wenigstens $0,71 \text{ m}^2$, bevorzugt von wenigstens $0,75 \text{ m}^2$, auf.

30 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Mühle ein Verhältnis von Länge zu Durchmesser von wenigstens 3 , bevorzugt von wenigstens $3,5$, auf.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung die Verwendung einer Mühle mit einem Innenvolumen von wenigstens 1 m^3 zur mechano-chemischen Aktivierung.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die verwendete Mühle eine Rührwerkskugelmühle.

- 5 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die verwendete Mühle eine Energiedichte von wenigstens 200 kW/m³ auf.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur mechano-chemischen Aktivierung, beispielsweise von Tonen zur Verwendung in der Zementindustrie. Für die
10 mechano-chemische Aktivierung wird eine Mühle mit einem Innenvolumen von wenigstens 1 m³ ausgewählt.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird als Mühle eine Rührwerkskugelmühle ausgewählt.

15 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Mühle mit einer Energiedichte von wenigstens 200 kW/m³ betrieben.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Mühle mit einer Verweilzeit des
20 Mahlgutes in der Mühle von wenigstens 5 min, bevorzugt wenigstens 10 min, besonders bevorzugt wenigstens 20 min, betrieben.

Nachfolgend ist der Zusammenhang zwischen Größe des Innenraums und der Aktivierungseffizienz gezeigt.

25 Fig. 1 Messdaten zweier beispielhafter Mühlen

In Fig. 1 sind zwei beispielhafte Mühlen gezeigt, die sich nur in der Größe des Innenraums unterscheiden. Der Innenraum von B ist hierbei 10-mal so groß wie der Innenraum von
30 A. Auf der Abszisse ist der Energieeintrag in kWh/t aufgetragen, auf der Ordinate der erreichte Grad an Aktivierung, wobei 100 % die maximal erreichbare Aktivierung bedeuten.

Es ist gut erkennbar, dass der Verlauf für die Mühle A und die Mühle B parallel verläuft, in der größeren Mühle aber eine deutlich höhere Aktivierung bei gleichem Energieeintrag oder anders ausgedrückt die gleiche Aktivierung bei einem deutlich geringeren Energieeintrag je Tonne Produkt erreicht wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für die mechano-chemische Aktivierung, wobei die Vorrichtung eine Mühle aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle ein Innenvolumen von wenigstens 1 m³ aufweist.
5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle eine Rührwerkskugelmühle ist.
- 10 3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle eine Energiedichte von wenigstens 200 kW/m³ aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle eine Länge von wenigstens 2 m, bevorzugt von wenigstens 2,5 m, aufweist.
15
5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle eine Querschnittsfläche senkrecht zur Längsachse von wenigstens 0,71 m², bevorzugt von wenigstens 0,75 m², aufweist.
20
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle ein Verhältnis von Länge zu Durchmesser von wenigstens 3, bevorzugt von wenigstens 3,5, aufweist.
- 25 7. Verwendung einer Mühle mit einem Innenvolumen von wenigstens 1 m³ zur mechano-chemischen Aktivierung.
8. Verwendung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle eine Rührwerkskugelmühle ist.
- 30 9. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle eine Energiedichte von wenigstens 200 kW/m³ aufweist.
- 35 10. Verfahren zur mechano-chemischen Aktivierung, wobei für die mechano-chemische Aktivierung eine Mühle mit einem Innenvolumen von wenigstens 1 m³ ausgewählt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Mühle eine Rührwerkskugelmühle ausgewählt wird.

5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle mit einer Energiedichte von wenigstens 200 kW/m³ betrieben wird.

10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verweilzeit des Mahlgutes in der Mühle wenigstens 5 min, bevorzugt wenigstens 10 min, besonders bevorzugt wenigstens 20 min, aufweist.

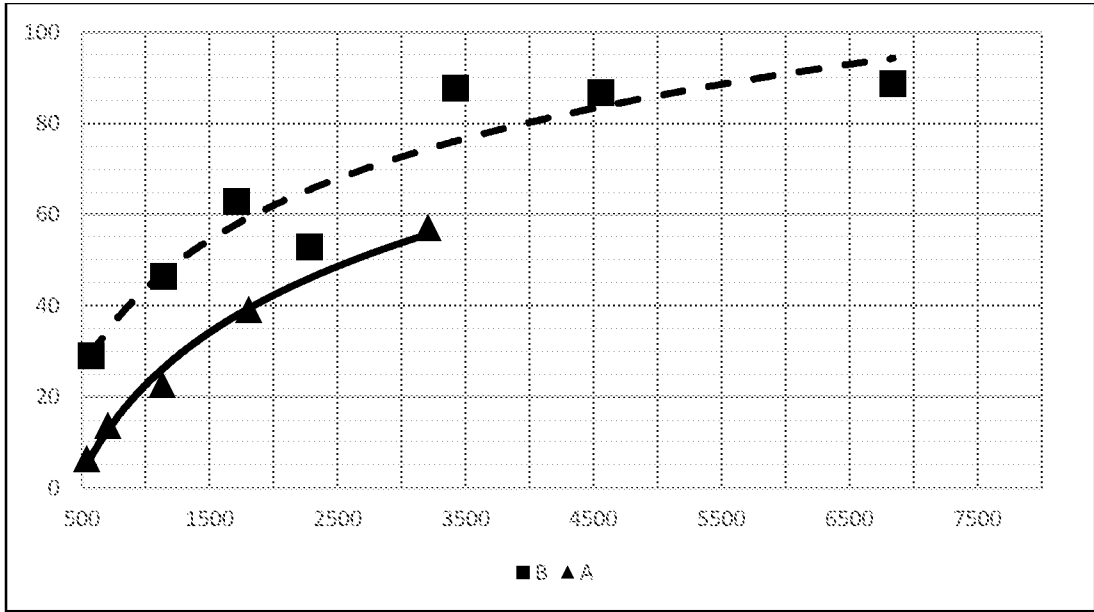


Fig. 1