



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 285 772 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

4(51) C 04 B 33/04
B 28 C 1/14
B 02 C 21/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 04 B / 330 452 2	(22)	05.07.89	(44)	03.01.91
(71)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD				
(72)	Harzt, Torsten, Dipl.-Ing.; Kneschke, Götz, Dr. rer. nat. Dipl.-Ing.; Göll, Gerd, Dr. rer. nat. Dipl.-Ing.; Ludwig, Gerhard, Dr. rer. nat. Dipl.-Min.; Lachetta, Bernd, Dipl.-Ing.; Lorenz, Frank, Dipl.-Ing.; Palm, Michael, Dipl.-Ing., DD				
(73)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg, 9200; VEB Feuerfestwerke Wetrow „Kurt Krenz“, Puschwitz, Ortsteil Wetrow, 8601, DD				
(74)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Forschungsinstitut für Aufbereitung, Straße des Friedens 40, Freiberg, 9200, DD				
(54)	Verfahren zur trockenen Aufbereitung von Tonen				

(55) Aufbereitung, trocken; Fremdbestandteile; Mischung, trocken; Trocknung; Warmzerkleinerung; Nachtrocknung; Abkühlung; Aufschlußmahlung; Klassierung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur trockenen Aufbereitung von Tonen durch Abtrennen von Fremdbestandteilen der Korngröße $> 0,05$ mm und größerer Härte als der Ton selbst. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der grubenfeuchte Ton in mehreren aufeinanderfolgenden Verfahrensstufen so mechanisch und thermisch behandelt wird, daß der feine Ton neben den groben Fremdbestandteilen in trockener Mischung vorliegt und diese Mischung im Fortgang des Verfahrens mechanisch in hochwertigen Ton und die Fremdbestandteile getrennt wird, indem die Verfahrensfolge aus den Stufen Trocknung, Warmzerkleinerung, Nachtrocknung und Abkühlung, Aufschlußmahlung und Klassierung besteht, die Trocknung im Trockner bis zur maximalen Trockentemperatur des grubenfeuchten Tones geführt, ohne Endtrocknung zerkleinert und in einem Luftstrom nachgetrocknet wird, dem sich die Aufschlußmahlung des trockenen Tones und seine Klassierung in feinen Ton und grobe Fremdbestandteile anschließt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur trockenen Aufbereitung von Tonen durch Abtrennen von Fremdbestandteilen der Korngröße $> 0,050$ mm und größerer Härte als der Ton selbst, **gekennzeichnet dadurch**, daß der grubenfeuchte Ton in mehreren aufeinanderfolgenden Verfahrensstufen so mechanisch und thermisch behandelt wird, daß der feine Ton neben den groben Fremdbestandteilen in trockener Mischung vorliegt und diese Mischung im Fortgang des Verfahrens mechanisch in hochwertigen Ton und die Fremdbestandteile getrennt wird, indem die Verfahrensfolge aus den Stufen Trocknung, Warmzerkleinerung, Nachtrocknung und Abkühlung, Aufschlußmahlung und Klassierung besteht, die Trocknung im Trockner bis zur maximalen Trockentemperatur des grubenfeuchten Tones geführt, ohne Endtrocknung zerkleinert und in einem Luftstrom nachgetrocknet wird, dem sich die Aufschlußmahlung des trockenen Tones und seine Klassierung in feinen Ton und grobe Fremdbestandteile anschließt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Trocknung bis zur maximalen Trockentemperatur des grubenfeuchten Tones in einem kontinuierlich arbeitenden Trockner erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der aufgewärmte und teiltrocknete Ton in der Mühle mit vorzugsweiser Prallbeanspruchung vorzerkleinert und in deren Luftstrom unter Frischluftzufuhr endgetrocknet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Aufschlußmahlung des trockenen Tones in einer Mühle mit vorzugsweiser Reib- und Scherbeanspruchung erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Klassierung der durch eine Aufschlußmahlung erzeugten trockenen Ton/Fremdbestandteile-Mischung in einem Sieb erfolgt und das Grobgut nach außen abgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß das im Sieb anfallende Grobgut in die Mühle zurückgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß der aufbereitete Ton Bestandteil von keramischen Versätzen ist.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur trockenen Aufbereitung von Tonen durch Abtrennen von Fremdbestandteilen der Korngröße $> 0,050$ mm und größerer Härte als der Ton selbst als Rohstoff für die keramische Industrie.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die bekannten Aufbereitungsverfahren für Tone lassen sich allgemein in Trocken- und Naßverfahren gliedern. Bei den Naßverfahren werden die Tone in Wasser aufgeschlämmt, danach erfolgt die Trennung des Tones von den Fremdbestandteilen in Naßstromklassierern, meist Hydrozyklonen, anschließend folgt die Entwässerung und schließlich die Trocknung. In vielen Fällen sind diese Verfahren von Nachteil, da sie mit erheblichen Wassermengen durch die niedrigen Feststoffkonzentrationen in den einzelnen Naßstufen des Verfahrens belastet sind.

Die Trockenverfahren der Tonaufbereitung können wiederum in die Verfahren der einfachen Feinmahlung ohne Abtrennung von Fremdbestandteilen und in Verfahren mit deren Abtrennung eingeteilt werden. Bei der ausschließlichen Anwendung einer Feinmahlung von getrocknetem Ton wird der Ton gemeinsam mit seinen Fremdbestandteilen auf $< 0,1$ mm zerkleinert. Diese Verfahren haben den großen Nachteil, daß das Verbleiben der färbenden Fremdbestandteile im Ton seine chemische Zusammensetzung negativ beeinflussen, wie z. B. seine feuerfesten Eigenschaften. In diese Kategorie gehören auch die Mahltrocknungsverfahren, wie sie in DE 2617 274, DE 2 260 463 und DE 3 230 824 sowie in DD 234 235 beschrieben sind.

Die trockene Aufbereitung von Tonen mit der Abtrennung der Fremdbestandteile ist noch nicht befriedigend gelöst. Wesentlich ist, daß diese Fremdbestandteile einer mechanischen Aufbereitung zugänglich sein müssen. Es gelingt deshalb nicht, Verunreinigungen mit der gleichen Teilchengröße wie der des Tones abzutrennen, da allein ein möglicher Dichteunterschied zwischen beiden Phasen nicht ausreicht. Folglich sind einer trockenen Aufbereitung nur die Fremdbestandteile im Ton zugänglich, die in ihrer Teilchengröße deutlich größer als die Tonteilchen sind und auch eine größere Härte besitzen, wie z. B. Quarz, Pyrit, Markasit und Siderit. Dabei hat sich die Pralltrocknung von grubenfeuchtem Ton (Rohton) mit anschließender Sichtung nicht als erfolgreich erwiesen, da die Verweilzeit im Zerkleinerungs- und gleichzeitigen Reaktionsraum, in dem der feuchte Ton erstmalig mit dem Heißgas in Kontakt kommt, mit Bruchteilen von Sekunden so kurz ist, daß die für einen effektiven Aufschluß notwendige Trocknung nicht ausreichend ist, um die genannten Fremdbestandteile vom Ton im Korngrößenbereich $> 0,050$ mm zu trennen. Die vorher angeführten Mahltrocknungsverfahren enthalten daher zwei Zerkleinerungsstufen mit gleichzeitiger Heißgaszuführung zur Trocknung und trennen in Grob- und Feingut ohne Mineralaufschluß für eine Abtrennung von Fremdbestandteilen aus einem Wertprodukt.

Wird nun die Pralltrocknung mit einer weiteren Zerkleinerungsstufe wie nach DD 137 891 verbunden, dann führt die nicht ausreichende Trocknung im Aufschlußbereich $> 0,050$ mm wohl zu einem feineren Mahlergebnis, aber die feste Bindung der Tonteilchen in den Feuchtbereichen untereinander wie auch zwischen Tonteilchen und Fremdbestandteilen führt zu einer Trennung mit sehr hohen Tonverlusten. Ein selektives Abreiben ist in diesem niedrigen Feinheitsbereich wegen der Restfeuchte nicht möglich. Deshalb wird in den genannten und auch vorher angeführten Patenten vorgeschlagen, auch die zweite Mahlstufe mit Heißgas zur Endtrocknung des Tones für einen Feinaufschluß zu beaufschlagen, was mit einem zusätzlichen technischen und ökonomischen Aufwand verbunden ist, und es wird der Nachteil sichtbar, daß sich eine gleichzeitige Trocknung und ein Feinaufschluß in einem einzigen Aggregat ausschließen. Die durch Restfeuchte im hochdispersen Ton vorhandenen hohen Haftkräfte können erst zu spät abgebaut werden und hohe Tonverluste sind wiederum die Folge.

Eine weitere Grenze für die Aufbereitbarkeit von Tonen setzt der Tonerdegehalt im Ton. Je höher dies ist, um so schwerer wird die Abtrennung der vorher genannten Fremdbestandteile. In einer Arbeit von Suchowski: Erfahrungen mit einer Tonaufbereitungsanlage; Keramische Zeitschrift 35 (1983) 2, Seite 75-77 wird für eine vorgestellte Aufbereitungsanlage, bestehend aus einem Hazemag-Schnelltrockner und einer Novorotor-Mühle mit Sieb, eine Grenze von etwa 24% Al_2O_3 für den aufbereiteten Ton angegeben.

Aus dieser Übersicht ist abzuleiten, daß eine Lösung der Abtrennung von Fremdbestandteilen mit einer Korngröße $> 0,050$ mm und größerer Härte als der Ton selbst aus Tonen aus technischer Sicht noch nicht befriedigend gelöst ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein Verfahren zur trockenen Aufbereitung von Tonen, welche mit groben Fremdbestandteilen höherer Härte als der Ton selbst verunreinigt sind, wobei es mit diesem Verfahren gelingt, den Ton in seinem Tonerdegehalt derartig anzureichern, daß er in der keramischen Industrie effektiv verwendet werden kann.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur trockenen Aufbereitung von Tonen durch Abtrennen von Fremdbestandteilen der Korngröße $> 0,050$ mm unter der Voraussetzung zu entwickeln, daß diese Fremdbestandteile eine größere Härte als der trockene Ton selbst besitzen und zu aufbereiteten Tonen mit Al_2O_3 -Gehalten von über 30 Masseanteilen führt. Dabei sollen die Nachteile einer einfachen Feinmahlung aller Bestandteile im Ton ausgeschlossen werden und bei einer mehrstufigen Aufbereitung die Phase des Tonaufschlusses so geführt werden, daß eine Trennung des Tones von den Fremdverunreinigungen erfolgt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der grubenfeuchte Ton in mehreren aufeinanderfolgenden Verfahrensstufen so mechanisch und thermisch behandelt wird, daß der feine Ton neben den groben Fremdbestandteilen in trockener Mischung vorliegt und diese Mischung im Fortgang des Verfahrens mechanisch in den hochwertigen Ton und die Fremdbestandteile getrennt wird, indem die Verfahrensfolge aus den Stufen Trocknung, Warmzerkleinerung, Nachtrocknung und Abkühlung, Aufschlußmahlung und Klassierung besteht, die Trocknung bis zur maximalen Trockentemperatur des grubenfeuchten Tones geführt, ohne Endtrocknung zerkleinert und in einem Luftstrom nachgetrocknet wird, dem sich die Aufschlußmahlung des trockenen Tones und seine Klassierung in den feinen Ton und grobe Fremdbestandteile anschließt. Es hat sich als erfindungswesentlich erwiesen, daß der grubenfeuchte Ton (nach einer üblichen Vergleichsmahlung in seiner chemischen Zusammensetzung und Stückgröße) in einem kontinuierlich arbeitenden Trockner bis zu seiner Maximaltemperatur aufgeheizt wird, ohne daß der Ton völlig ausgetrocknet ist. Weiterhin ist erfindungswesentlich, daß die so aufgewärmten und Restfeuchte enthaltenden Tonstücke danach in einer Mühle mit vorzugsweiser Prallbeanspruchung vorzerkleinert und endgetrocknet werden, indem im Mahlraum zwischen dem mit Schlagelementen besetzten Rotor und den stationären Prallplatten die Zerkleinerung ausgelöst und gleichzeitig ein Luftstrom gefördert wird, der die Endtrocknung unter Frischluftzufuhr ermöglicht. Die Prallzerkleinerung ist eine sehr effektive Zerkleinerungsform für eine Vorzerkleinerung, ohne daß die Korngröße, die für den Aufschluß zwischen Tonteilchen und Teilchen der Fremdbestandteile erforderlich ist, erreicht werden darf, da sonst die harten Fremdbestandteile durch die starke Prallbeanspruchung gemeinsam mit dem Ton zerkleinert würden, was dem Ziel einer Trennung vom feinen Ton widersprechen würde. Die in Verbindung mit dem Luftstrom der Prallzerkleinerung ausgelöste Endtrocknung des Tons ist sehr wirksam, indem innere Partien der im Trockner aufgeheizten Tonstücke mit der höchsten Restfeuchte über ihren Stückequerschnitt aufgebrochen und dann direkt durch den Luftstrom ohne zusätzliche Heißgasquelle getrocknet werden. Je höher der Kapillaranteil im zu trocknenden Gut ist, um so stärker wird Wasser gebunden und umso wichtiger ist eine Oberflächenvergrößerung durch Zerkleinerung für den Trocknungsprozeß. Dies trifft besonders bei Ton mit seiner hohen Kapillarporosität zu. Erfindungswesentlich ist, daß die Aufschlußmahlung des trockenen Tones in einer Mühle mit vorzugsweiser Reib- und Scherbeanspruchung erfolgt. Bei dem nach der Vorzerkleinerung entstandenen nun trockenen, jedoch noch mit Fremdbestandteilen verunreinigten Ton wird eine Aufschlußmahlung mit vorzugsweiser Reib- und Scherbeanspruchung in Kugelmühlen bei relativ niedrigem Mahlkörperfüllungsgrad und kleiner Mahlkörpergröße durchgeführt. Diese Mahlkörperparameter führen zu einem hohen Reib- und Scheranteil gegenüber Schlag oder Prall in der Mühle, wodurch die Körner aus reinem Ton feingemahlen werden und die Körner aus harten Fremdbestandteilen, umhüllt mehr oder weniger stark von Ton, werden von diesem abgerieben bzw. abgeschert, so daß nach der Mahlung feingemahlener Ton neben harten, gröberen Fremdbestandteilen wie Quarz, Markasit, Pyrit, Siderit u. a. vorliegt. Neben Kugelmühlen erfüllen auch Wälzmühlen diese Aufgabe. Außerdem ist erfindungswesentlich, daß die Klassierung der durch die Aufschlußmahlung erzeugten trockenen Mischung aus Ton und Fremdbestandteilen in einem Sieb erfolgt und das Grobgut nach außen abgeführt wird und daß der so aufbereitete Ton Bestandteil von keramischen Versätzen ist. Durch die Trennung des Tons von seinen Fremdbestandteilen infolge Klassierung in einem Sieb wird ein Ton mit erhöhtem Tonerdegehalt gewonnen, indem die groben Fremdbestandteile auch nach außen abgeführt werden.

Erfindungswesentlich ist weiterhin, daß im Falle einer einfachen Feinmahlung des getrockneten Tones das Sichtergrobgut in die Mühle zurückgeführt wird. Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

Als Ausgangsprodukt gilt ein Ton mit einem Al_2O_3 -Gehalt von 27,2 Ma.-% des geglühten Tones und 20,5 Ma.-% an Fremdverunreinigungen, bestehend aus Quarz und Siderit in Korngrößen $> 0,090 \text{ mm}$. Der grubenfeuchte und geraspelte Ton wird in einem Trommeltrockner auf seine festgelegte Maximaltemperatur aufgewärmt und bei einer Tonfeuchte $< 10 \text{ Ma.-%}$ einer Prallmühle noch im heißen Zustand zur Vorzerkleinerung aufgegeben. Mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 40 m/s werden 96 Ma.-% des Tones auf Korngrößen $< 3,15 \text{ mm}$ zerkleinert, wobei der Anteil $> 0,090 \text{ mm}$ 81 Ma.-% und der Anteil $< 0,090 \text{ mm}$ 19 Ma.-% betrug. Die Fremdverunreinigungen waren noch vollständig im Grobanteil $> 0,090 \text{ mm}$ enthalten. Durch die Vorzerkleinerung des heißen Tones durch eine Prallbeanspruchung im warmen Luftstrom konnte die Tonfeuchte auf 5 Ma.-% schnell verringert werden, ohne daß eine zu lange Verweilzeit im Trockner notwendig ist, um auch die Kernfeuchte der Tonstücke zu beseitigen. Die lange Verweilzeit kann sonst zu einem Verlust der Plastizität des Tones in den zu scharf getrockneten Außenbereichen der Tonstücke führen. Zwischen der Prallmühle und der nachfolgenden Aufschlußmahlung wird in einer Schwingrinne der vorzerkleinerte Ton endgetrocknet und abgekühlt, indem der Wasserdampf mit angesaugter Frischluft abgesaugt wird. Der Vorzerkleinerung mit der Endtrocknung des Tones für eine Korntrennung bei $> 0,050 \text{ mm}$ schließt sich die Aufschlußmahlung in einer Kugelmühle, speziell einer Luftstrommühle bei Normaltemperatur, mit dem Ziel einer vorzugsweisen reibenden und scherenden Beanspruchung an:

Mahlraumdurchmesser:	1,1 m
Mahlraumlänge:	2,2 m
Mahlkörperfüllungsgrad:	8 %
Mahlkörper:	Stahlkugeln mit einem Durchmesser von 30 mm
Mahlgutdurchsatz:	1,0 t/h

Der mit dem Luftstrom aus dem Mahlraum ausgetragene gemahlene Ton wurde mittels eines statischen Sichters bei etwa $0,090$ bis $0,125 \text{ mm}$ in Feingut (Ton) und Grobgut (Fremdverunreinigungen + Resttonanteile) getrennt und das Grobgut nach außen abgeführt.

Die Naßsiebanalyse des Grobgutes führte zu dem Ergebnis, daß von den 20,5 Ma.-% an Fremdverunreinigungen Quarz und Siderit im Ausgangston 85 % abgetrennt werden konnte. Damit in Zusammenhang konnte der Al_2O_3 -Gehalt des geglühten Tones der Korngröße $< 40 \mu\text{m}$ auf 34,4 Ma.-% erhöht werden.

Der Tonanteil im Grobgut als Verlust hielt sich mit 8,8 Ma.-% (absolut) in Grenzen.

Im Falle einer einfachen Feinmahlung des getrockneten Tones wird das Sichtergrobgut in die Mühle zurückgeführt, wobei ein Mahlprodukt erhalten wird, das feiner als der Trennschnitt des Sichters ist, d. h. unter der angegebenen Grenze von $0,090$ bis $0,125 \text{ mm}$ liegt.

Beispiel 2

Der grubenfeuchte Ton wird wie nach Beispiel 1 bis zur trockenen Aufschlußmahlung aufbereitet. Diese erfolgt in der gleichen Mühle, jedoch ohne Luftstromaustrag. Die Sichtung des gemahlene Tones wurde mit einem Umluftsichter (Sichtraudurchmesser 400 mm , Streutellerdrehzahl 500 U/min) separat gesichtet. Der abgetrennte absolute Masseanteil an den genannten Fremdverunreinigungen betrug 18,2. Das heißt, dieser Umluftsichter arbeitet etwas trennschärfer als der im Beispiel 1 benutzte statische Sichter.

Beispiel 3

Der grubenfeuchte Ton wird wie nach Beispiel 1 bis zur trockenen Aufschlußmahlung aufbereitet. Die Aufschlußmahlung selbst erfolgte in einer Wälzmühle mit äußerer Grob-/Feinguttrennung in einem Sichter nach Beispiel 2.

Betriebsparameter Wälzmühle:

Walzendurchmesser:	200 mm
Mahlteilerdrehzahl:	150 U/min
Anpreßdruck der Walzen:	3 MPa
Luftdurchsatz:	280 m^3/h
Materialdurchsatz:	40 kg/h

Aus dem Ton konnten 16,3 Ma.-% (absolut) Fremdverunreinigungen abgetrennt werden. Allerdings liegt bei der Wälzmühle der Tonanteil im Grobgut mit 15,5 Ma.-% (absolut) relativ hoch.

Mit diesen Beispielen wird belegt, daß das vorgeschlagene trockene Aufbereitungsverfahren für Tone zu Al_2O_3 -Gehalten von über 30 Ma.-% im aufbereiteten Produkt führt, daß dabei die Tonverluste niedrig sind und daß durch die hohen Al_2O_3 -Gehalte und niedrigen Gehalte an Fremdoxiden die keramischen Erzeugnisse, beispielsweise ihre Feuerfestigkeit verbessert werden. Entscheidend ist dabei, daß die letzte Stufe der Zerkleinerung mit einem trockenen Ton erfolgt, der einem Aufschluß im erforderlich niedrigen Korngrößenbereich $> 0,050 \text{ mm}$ zugänglich wird.