

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① **CH 690 840 A5**

⑤ Int. Cl.⁷: **B 01 D 011/02**
B 01 D 009/00
B 03 B 009/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTCHRIFT A5**

⑲ Gesuchsnummer: 01784/96

⑳ Anmeldungsdatum: 17.07.1996

㉔ Patent erteilt: 15.02.2001

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.02.2001

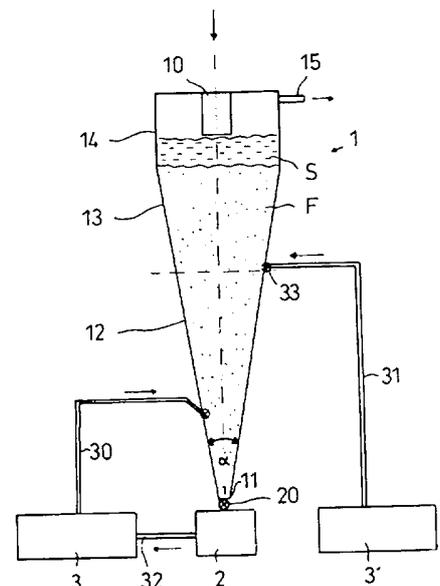
⑦③ Inhaber:
Krebs Swiss, Krebs & Co AG,
Claridenstrasse 20, 8022 Zürich (CH)

⑦② Erfinder:
Wirth, Karl-Ernst, Prof.Dr.-Ing.,
Kainsbacher Strasse 20, D-91230 Happurg (DE)
Vladimir Michael Sedivy,
Carl Spittelerstrasse 102, 8053 Zürich (CH)
Peter Chromec,
Bachtobelstrasse 25a, 8472 Seuzach (CH)
Dr. Daniel Rytz,
Birkenstrasse 7, 8708 Männedorf (CH)

⑦④ Vertreter:
Patentanwaltsbüro Feldmann AG, Kanalstrasse 17,
Postfach, 8152 Opfikon-Glattbrugg (CH)

⑤④ **Salzreinigungsanlage.**

⑤⑦ Eine Vorrichtung zur Reinigung von aus Partikeln bestehenden Feststoffen, insbesondere eine Salzreinigungsanlage, umfasst ein vertikal stehendes Reinigungsgefäss (1), welches oben eine Einfüllöffnung (10) für die zu reinigenden Feststoffe, unten eine Auslassöffnung (11) für die gereinigten Feststoffe und mindestens einen kegelförmigen Bereich (12, 13) aufweist. Es ist mindestens eine Zufuhrleitung (30, 31) in das Reinigungsgefäss (1) und mindestens eine nach unten gerichtete Düse (33) vorhanden zur Zuführung einer Reinigungssole in Gegenstromrichtung zur Strömungsrichtung der zu reinigenden Feststoffe. Der mindestens eine kegelförmige Bereich (12, 13) des Reinigungsgefässes (1) weist einen Konusöffnungswinkel von 10° bis 30° auf. Dadurch werden Klumpen- und Kanalbildungen innerhalb des Reinigungsbehälters verhindert, wodurch der Wirkungsgrad erhöht, die ununterbrochene Betriebsdauer verlängert und allfällig nachgeschaltete Verarbeitungs-Vorrichtungen, wie Zentrifugen, in ihrer Wirkung nicht beeinträchtigt werden.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung von aus Partikeln bestehenden Feststoffen, insbesondere von kristallinen Feststoffen, gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Salze, zum Beispiel Natriumchlorid, werden in Salzreinigungsanlagen von Fremdstoffen befreit, bevor sie in der Industrie weiterverarbeitet oder verbraucht werden. Die Art der Verunreinigungen hängt stark vom Herstellungsprozess und vom Gewinnungsort des Salzes ab. Bekannte Reinigungsverfahren verwenden entweder Vakuumrekristallisation oder mechanisches Waschen mit einer Waschflüssigkeit, beispielsweise mit Wasser. Das erste Verfahren ist teuer und wird nur für Spezialanwendungen eingesetzt. Das zweite Verfahren weist einen relativ geringen Wirkungsgrad auf, da die Waschflüssigkeit in der Reinigungsanlage mehrfach zirkuliert und dadurch immer mehr bereits ausgewaschene Verunreinigungen beinhaltet.

Abhilfe wird dadurch geschaffen, dass diese Fremdstoffe gezielt verdünnt oder mithilfe von chemischen Zusätzen aus der Salzlauge ausgefällt werden. Das Verdünnen und die Verwendung von chemischen Zusätzen erhöhen jedoch die Herstellungskosten des Salzes wesentlich. Ein weiterer Grund für den kleinen Wirkungsgrad sind die Salzverluste, welche dadurch verursacht sind, dass sich ein Teil der Salzkristalle in der Waschflüssigkeit auflöst.

Für die Salzreinigung bewährt haben sich ein Verfahren und eine Vorrichtung der Anmelderin, welche unter dem Namen SALEX[®] bekannt sind. Vorteile dieses Verfahrens sind die tiefen Betriebskosten, der verbesserte Wirkungsgrad in Hinblick auf den erzielbaren Reinheitsgrad des Salzes und die sehr niedrigen Salzverluste.

Das SALEX[®]-Verfahren beruht auf dem Prinzip der Gegenstromreinigung, einer Hydro-Extraktion mit einer gesättigten Lösung, bei der Fremdstoffe entfernt und zerteilte und gelöste Salzkristalle durch Verdrängungskristallisation zurückgewonnen werden. In einer einfachsten Variante des Verfahrens wird das zu reinigende Salz in einen kegelförmigen, sich nach unten verjüngenden Behälter, Hydro-Extraktor genannt, gefüllt. Schwerkraftbedingt durchrieselt das Salz den Behälter von oben nach unten. In Gegenrichtung wird mindestens annähernd reine, gesättigte Salzsole in den Hydro-Extraktor eingeführt, welche entlang der hinunterrieselnden Salzkristalle nach oben fliesst, Verunreinigungen von den Salzkristallen löst und mit nach oben führt. Das gereinigte Salz wird vom Hydro-Extraktor in eine Zentrifuge geleitet, wo die Salzkristalle von der teilweise nach unten mitgeführten Salzsole getrennt werden.

Bevorzugterweise wird vor der Hydro-Extraktion eine Schlämmlung in einem dem Hydro-Extraktor vorangestellten Schlämmbehälter durchgeführt. Dieser Schlämmbehälter weist ebenfalls eine kegelförmige, sich nach unten verjüngende Form auf, sodass das Salz den Behälter von oben nach unten durchrieselt. Ebenfalls in Gegenrichtung wird eine unreine, gesättigte Sole in den Schlämmbehälter

eingeführt, welche unlösliche Verunreinigungen von den Salzkristallen abtrennt und mit nach oben führt.

Zwischen Schlämmlung und Hydro-Extraktion wird bevorzugterweise eine Hydro-Klassifikation durchlaufen. Die Hydro-Klassifikation, das heisst Klassifizierung mit unreiner Sole, ermöglicht die Entfernung von weniger löslichen Fremdstoffen, zum Beispiel von Kalzium-Sulphat. Diese Hydro-Klassifikation findet im Allgemeinen im oberen Bereich des Hydro-Extraktors statt, sodass sich im Hydro-Extraktor grundsätzlich zwei Reinigungsbereiche, ein oberer Hydroklassifikationsraum und ein unterer Kristallisationsraum, genauer ein Hydroextraktions- und Verdrängungskristallisationsraum, bilden.

In einer weiteren Variante des Verfahrens werden die Salzkristalle vor der Schlämmlung vorgängig durch Scher- und/oder Hydro-Zerkleinerung zerkleinert. Die Hydro-Zerkleinerung sowie die Scher-Zerkleinerung brechen Salzkristalle mit eingeschlossenen Fremdpartikeln an den Bindungsstellen mit den Fremdstoffen auf und setzen diese Fremdpartikel frei.

Das Saalex[®]-Verfahren in seinen verschiedenen Varianten ist nicht nur für Salze, sondern allgemein für aus Partikeln bestehende Feststoffe, insbesondere für kristalline Feststoffe, anwendbar.

Obwohl dieses Verfahren und der hierfür verwendete Hydro-Extraktor gute Resultate erzielen, muss die Anlage doch immer wieder stillgelegt werden, da der Hydro-Extraktor verstopft. Ursache hierfür ist, dass das Salz im Hydro-Extraktor zu grösseren Klumpen kristallisiert. In der Folge werden im Hydro-Extraktor Kanäle gebildet, welche einen grösseren Durchfluss aufweisen als die übrigen Bereiche im Behälter. Dadurch wird der Flüssiganteil des in die Zentrifuge gelangenden und aus der Zentrifuge ausströmenden Salzes zu hoch.

Ferner sind weitere Verfahren und Vorrichtungen bekannt, welche ebenfalls auf einem Gegenstromprinzip beruhen.

So beschreibt DE-A-1 294 344 eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Auswaschen der Mutterlauge aus Feststoffen, bei der die Waschflüssigkeit von unten nach oben geleitet wird, während der zu reinigende Feststoff von oben zugegeben wird und infolge der Schwerkraft durch die Waschflüssigkeit nach unten sinkt und über eine Ausflussöffnung abgeleitet wird. Es ist notwendig, dass die Waschflüssigkeit den Feststoff möglichst gleichmässig durchsetzt, wobei der Feststoff langsam absinken soll. Um dies zu erreichen, wird ein senkrecht stehendes, zylindrisches Reinigungsgefäss verwendet, welches im unteren Teil ein Einbauelement in Form einer Absetzfläche für Feststoffe aufweist. Der Auslassbereich des Gefässes unterhalb der Absetzfläche ist kegelförmig gestaltet. Die Zuleitung der Waschflüssigkeit mündet im geringen Abstand über oder unter dieser Absetzfläche in das Reinigungsgefäss. Bei diesem Verfahren steigt lediglich ein kleiner Teil der Waschflüssigkeit nach oben und verdrängt die Mutterlauge. Der grössere Teil schwemmt die abgelagerte Schicht der Feststoffpartikel zur Ausflussöffnung. Dieses Verfahren weist einen geringen Wirkungsgrad auf, da sich die Feststoffpartikel auf dem Einbauelement ablagern und zu grösseren Klumpen kristallisieren.

EP-A-0 098 637 offenbart ebenfalls eine Vorrichtung zur Reinigung von Feststoffen in einem Gegenstrom. Das Reinigungsgefäss besteht aus einem Zylinder, der mittels Zwischenplatten in mehrere vertikal übereinander angeordnete Mischkammern unterteilt ist. Diese Mischkammern sind über steuerbare Ventile miteinander verbindbar, sodass jeder Abschnitt der Feststoffsäule gezielt mit der aufsteigenden Waschflüssigkeit durchmischt werden kann. Diese Vorrichtung ist relativ aufwendig und weist einen geringen Wirkungsgrad auf, da eine Rückvermischung der zu reinigenden Feststoffe mit der Waschflüssigkeit aufgrund der erzeugten Verwirbelung stattfindet.

US-A-5 068 092 beschreibt ein Verfahren zur Reinigung von Natriumchlorid mittels Salzsolen und Magnesiumchloridsolen im Gegenstrom. Das Reinigungsgefäss ist zylinderförmig gestaltet, wobei es zwei Bereiche mit verschiedenen Durchmessern aufweist. Dabei ist der obere Bereich mit einem grösseren Durchmesser versehen als der untere. Der Übergangsbereich zwischen den Bereichen und der Auslassbereich ist kegelförmig gestaltet. Beide Bereiche weisen Einlassöffnungen für die Gegenstrom-Solen auf, wobei im oberen Bereich Magnesiumchloridsolen mit einem höheren Magnesiumchloridgehalt eingelassen werden als im unteren. Auch bei dieser Anlage besteht die Gefahr, dass der Durchfluss in beiden Richtungen nicht gleichmässig bleibt.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Reinigung von aus Partikeln bestehenden Feststoffen zu schaffen, welche die obengenannten Nachteile behebt.

Diese Aufgabe löst eine Vorrichtung zur Reinigung von aus Partikeln bestehenden Feststoffen, insbesondere von kristallinen Feststoffen, mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung lässt sich nicht nur zur Reinigung von Natriumchlorid, sondern zur Reinigung aller aus Partikeln bestehenden Feststoffe, insbesondere kristalliner Feststoffe, einsetzen, welche nach dem gleichen Prinzip von Verschmutzungen getrennt werden können.

Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung werden durch einfache bauliche Massnahmen Klumpen- und/oder Kanalbildungen innerhalb des Reinigungsgefässes verhindert. Innerhalb des durch den zu reinigenden Feststoff gebildeten Feststoffbettes treten somit keine Strömungskanäle mit höherer Geschwindigkeit im Vergleich zu den übrigen Bereichen des Reinigungsgefässes auf. Die zu reinigenden Feststoffe strömen aufgrund der Schwerkraft und bedingt durch die Form des Reinigungsgefässes gleichmässig, das heisst mit annähernd gleicher Geschwindigkeit über den gesamten Querschnitt des Gefässes, und vergleichsweise langsam nach unten in Richtung Auslassöffnung, wobei sie in allen Bereichen von der Reinigungssole umspült werden. Die Reinigungssole strömt dabei mindestens annähernd gleichmässig nach oben. Durch die spezielle Form des Reinigungsbehälters können Feststoffe, welche sich erst im Hydroklassifikationsraum befinden, nicht über einen Kanal direkt zur Auslassöffnung gelangen, ohne durch eine gewisse Ver-

weilzeit im Kristallisationsraum gereinigt zu werden. Zudem werden die zu reinigenden Feststoffe im Kristallisationsraum mindestens annähernd verwirbelungsfrei von der Reinigungssole umspült.

Der Wirkungsgrad, insbesondere der Reinigungsgrad, ist verbessert und die Zahl der ununterbrochenen Betriebsstunden der Anlage ist erhöht, da die Gefahr einer Verstopfung des Reinigungsgefässes vermindert ist.

Für die Funktionsfähigkeit der Reinigungsanlage ist es wesentlich, dass im Reinigungsbehälter keine Kanalbildung stattfinden kann. Vor allem darf die verunreinigte Reinigungssole nicht von oben über einen Kanal nach unten zur Auslassöffnung gelangen, da die reine Sole im unteren Bereich des Reinigungsbehälters dadurch verunreinigt würde.

Erfindungswesentlich ist die Erkenntnis, dass dies durch geeignete Wahl der Form des Reinigungsgefässes 1 gewährleistet werden kann, ohne dass irgendwelche spezielle mechanische Strömungsregler innerhalb des Reinigungsgefässes eingebaut werden müssen. Die spezielle Form des Reinigungsgefässes, das heisst der kleine Konusöffnungswinkel von 10° bis 30° , ermöglicht einen gleichmässigen, konstanten Durchfluss in beiden Strömungsrichtungen und verhindert die Klumpen- und Kanalbildung. Der maximal erzielbare Konusöffnungswinkel hängt von der Beschaffenheit der Innenwände des Reinigungsgefässes, der Fluidisationsgeschwindigkeit, der Korngrösse und der Kohäsion der zu reinigenden Feststoffe ab.

Vorteilhaft bei der erfindungsgemässen Vorrichtung ist zudem, dass mechanische Strömungsregler innerhalb des Reinigungsgefässes nicht mehr zwingend notwendig sind. Derartige Strömungsregler sind nur teilweise wirksam, meist störungsanfällig und in einer erstellten Reinigungsanlage schwierig zu ersetzen. Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung weist deshalb keine eingebauten Schikanen oder Strömungsregler auf.

Zwar weisen die Reinigungsgefässe gemäss dem Stand der Technik ebenfalls kegelförmige Bereiche auf, diese dienen im Allgemeinen jedoch dazu, einen möglichst kurzen Übergang von einem an sich kreiszylinderförmigen Gefäss zur verengten Auslassöffnung zu schaffen. Reinigungsgefässe, welche hingegen eine im Wesentlichen kegelförmige Form aufweisen, sollen auf einer möglichst geringen Bauhöhe ein möglichst grosses Gefässvolumen schaffen. Der Öffnungswinkel des Kegels wurde deshalb entsprechend diesen Kriterien optimiert, und beträgt bei beiden Ausführungsformen 50° bis 60° .

In den beiliegenden Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes dargestellt, welche in der nachfolgenden Beschreibung erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Reinigungsanlage mit dem erfindungsgemässen Reinigungsgefäss;

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform eines Reinigungsgefässes gemäss der Erfindung und

Fig. 3 eine schematische Darstellung des SALEX®-Verfahrens der Anmelderin.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zur Reinigung von kristallinen Feststoffen, hier eine Salzreinigungsanlage, dargestellt, welche bevorzugterweise gemäss dem SALEX[®]-Verfahren betrieben wird. Ein Reinigungsgefäss 1, auch Hydro-Extraktor genannt, ist vertikal stehend angeordnet und weist oben eine Einfüllöffnung 10 sowie einen Soleüberlauf 15 und unten eine Auslassöffnung 11 auf. Die Auslassöffnung führt in diesem Ausführungsbeispiel zu einer Zentrifuge 2, wobei im Übergangsbereich bevorzugterweise ein steuerbares Auslassventil 20 angeordnet ist. Anstelle einer Zentrifuge sind andere Trennungsvorrichtungen einsetzbar, beispielsweise ein Bandfilter.

In das Reinigungsgefäss 1 mündet mindestens eine Zufuhrleitung 30, 31 für eine Reinigungssole. Jede Zufuhrleitung 30, 31 ist bevorzugterweise mit einem Reinigungssole-Vorlagegefäss 3, 3' verbunden.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform weist das Reinigungsgefäss 1 einen unteren, einen mittleren und einen oberen Bereich 12, 13 und 14 auf. In diesem Beispiel entspricht der mittlere Bereich 13 dem Hydroklassifikationsraum, wo eine Hydro-Klassifikation stattfindet, und der untere Bereich 12 dem Kristallisationsraum, in der die Hydro-Extraktion und die Verdrängungskristallisation stattfindet. Der zu reinigende, aus einzelnen Partikeln bestehende Feststoff füllt im Betriebszustand beide Bereiche in Form eines Festbettes auf, welches in der Fig. 1 gepunktet dargestellt ist. Oberhalb des Festbettes F befindet sich im Betriebszustand die Sole S, welche bereits durch den Kristallisationsraum und/oder den Hydroklassifikationsraum geströmt ist und nun über den Soleüberlauf 15 abgelassen wird.

Bevorzugterweise sind Zufuhrleitungen 30, 31 für eine Reinigungssole sowohl im unteren wie auch im mittleren Bereich 12, 13 vorhanden. Dabei können in die zwei Bereiche unterschiedliche Reinigungssohlen mit unterschiedlichem Reinheitsgrad eingeleitet werden.

Der obere Bereich 14 des Reinigungsbehälters ist kegel- oder zylinderförmig gestaltet, wobei in Fig. 1 die zylinderförmige Variante dargestellt ist. Er geht in den mittleren Bereich 13 über, welcher wie der untere Bereich kegelförmig gestaltet ist, wobei der mittlere und der untere Bereich 12, 13 bevorzugterweise einen gemeinsamen Kegel mit gleichbleibender Steigung bilden. Das untere Ende des Kegels wird durch die Auslassöffnung 11 gebildet. Der Durchmesser der Auslassöffnung 11 beträgt bevorzugterweise mindestens das 20-Fache der mittleren Korngrösse des zu reinigenden Feststoffes. Mindestens einer der kegelförmigen Bereiche, bevorzugterweise mindestens der untere Bereich 12, weist an den Innenwandungen glatte, nicht korrodierende Oberflächen auf. Bevorzugterweise sind sie aus poliertem, rostfreiem Stahl gefertigt oder kunststoffbeschichtet.

Der Konusöffnungswinkel α des unteren Bereiches 12 beträgt 10° bis 30° . Bei einer mittleren Fluidisationsgeschwindigkeit von (0.01 bis 1), 10^{-2} m/s beträgt er bevorzugterweise annähernd 15° – 20° . Die Höhe des unteren Bereiches 12 muss genü-

gend gross sein, damit das zu reinigende Salz genügend lange in diesem Bereich verbleiben kann, um wirksam gereinigt zu werden.

Die in der Fig. 2 dargestellte Ausführungsform weist einen Reinigungsbehälter 1 auf, der im Wesentlichen kegelförmig ist, wobei er sich wiederum bis zu der wie in dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel dimensionierten Auslassöffnung 11 verjüngt. Auch hier beträgt der Konusöffnungswinkel α 10° bis 30° , bevorzugterweise annähernd 15° – 20° . Der untere Bereich 12, welcher im Wesentlichen den Kristallisationsraum bildet, weist jedoch einen kleineren Winkel auf als der obere Bereich 13, welcher im Wesentlichen den Hydroklassifikationsraum umfasst.

Es sind weitere, hier nicht dargestellte Formen des Reinigungsbehälters möglich, wobei darauf zu achten ist, dass alle von der Vertikalrichtung abweichenden Wandungen des mit einem Feststoffbett zu füllenden Reinigungsgefässes bevorzugterweise stets einen Winkel im Bereich von 10° bis 30° aufweisen, damit lediglich ein gleichmässiger Fluss stattfinden kann und Klumpen- und Kanalbildungen verhindert werden.

Anhand der Fig. 1 und 3 ist die Funktionsweise der vorliegenden Reinigungsanlage ersichtlich. Verunreinigter Feststoff, hier Salz, wird über die Einfüllöffnung 10 in das Reinigungsgefäss 1 gefüllt, wobei es schwerkraftbedingt nach unten zur Auslassöffnung 11 hin absinkt. Über die mindestens eine Zufuhrleitung 30, 31 wird eine Reinigungssole, hier mindestens annähernd gesättigte Salzsole, so in das Reinigungsgefäss 1 geleitet, dass die Salzsole in entgegengesetzter Richtung zur Strömungsrichtung des verunreinigten Salzes, also von unten nach oben, strömt. Bevorzugterweise wird die Reinigungssole über die Zufuhrleitungen und über gleichmässig verteilte, nach unten gerichtete und sich zur Auslassöffnung kegelförmig erweiternde Düsen 33 in den Reinigungsbehälter 1 gepumpt.

Die Reinigungssole umspült das zu reinigende Salz, wobei je nach Art der verunreinigenden Fremdpartikel verschiedene Reinigungsprozesse ablaufen:

- durch Schlammung (A) mit unreiner gesättigter Sole werden unlösliche Verunreinigungen von den Salzkristallen abgetrennt und mit nach oben geführt.
- durch die Hydro-Klassifikation (B) werden Kalzium-Sulphat und unlösliche Fremdstoffe gemeinsam mit der Reinigungssole nach oben in Richtung Einfüllöffnung 10 befördert;
- durch Hydro-Extraktion (C) werden lösliche Verunreinigungen in der reinen, gesättigten Reinigungssole gelöst und mit dieser weiterbefördert;
- durch Verdrängungskristallisation (D) aufgrund der Hydro-Extraktion mit gesättigter Reinigungssole werden zerteilte oder gelöste Salzkristalle zurückgewonnen.

Zusätzlich zu diesen Reinigungsverfahren kann als erster Schritt eine Scher- und/oder Hydro-Zerkleinerung (A') durchgeführt werden. Dadurch brechen die Salzkristalle mit eingeschlossenen Fremdstoffen an den Bindungsstellen mit den Fremdstoffen auf.

Grundsätzlich werden somit die Verunreinigungen

gemeinsam mit der Reinigungssole nach oben befördert, so dass sich über dem Salzvorrat eine Schicht aus verunreinigter Reinigungssole bildet, welche mittels des Überlaufes 15 weggeführt wird. Das gereinigte Salz strömt hingegen nach unten zur Auslassöffnung 11. Der mit dem gereinigten Salz mitgeführte Anteil an Reinigungssole wird in der Zentrifuge 2 vom Salz getrennt. Diese zentrifugierte Reinigungssole wird in einer bevorzugten Ausführungsform wiederum über Zufuhrleitungen 30 in das Reinigungsgefäß 1 zurückgeleitet.

Dank der erfindungsgemässen Vorrichtung wird der Reinheitsgrad des gewaschenen Salzes erhöht, wie folgende Beispiele belegen:

Beispiel 1:

Rohsalz wurde in der erfindungsgemässen Anlage gemäss dem Saalex®-Verfahren gereinigt, wobei das Rohsalz sich wie folgt zusammensetzte:

Kalzium Ca	0.350 G%
Magnesium Mg	0.050 G%
Sulfat SO ₄	3.600 G%
Natriumchlorid NaCl	94.273 G%

Bei der Reinigung durchlief das zu reinigende Salz zwei Reinigungsstufen. Jede Stufe wurde in einer von zwei in Serie geschalteten Reinigungsvorrichtungen durchgeführt, so dass die oben beschriebenen Reinigungsprozesse zweimal durchlaufen worden sind. Zwischen der ersten und der zweiten Reinigungsstufe wurde das Salz in einer Hydromühle zerkleinert. Dabei wurde als Reinigungssole für die erste Reinigungsvorrichtung die verunreinigte Sole der zweiten, nachgeschalteten Vorrichtung verwendet. Das gereinigte Salz setzte sich wie folgt zusammen:

Kalzium Ca	0.023 G%.
Magnesium Mg	0.007 G%.
Sulfat SO ₄	0.050 G%.
Natriumchlorid NaCl	99.777 G%.

Beispiel 2:

Rohsalz wurde in der erfindungsgemässen Anlage gemäss dem Saalex®-Verfahren wie in Beispiel 1 gereinigt. Das Rohsalz wies folgende Verunreinigungen auf:

Kalzium Ca	0.100 G%
Magnesium Mg	0.157 G%
Sulfat SO ₄	0.110 G%

Das gereinigte Salz wies noch folgende Verunreinigungen auf:

Kalzium Ca	0.020 G%
Magnesium Mg	0.016 G%
Sulfat SO ₄	0.020 G%

Zudem wurde Rohsalz mit denselben Verunreinigungen in einer Labor-Reinigungsvorrichtung mit einer Hydromühle nach einem Standard-Testverfahren, welches die in dem SALEX®-Verfahren angewandten Reinigungsstufen befolgt, mit reiner Sole gereinigt. Dieses Testverfahren wird in der Praxis verwendet, um festzustellen, welcher Anteil der Verunreinigungen in einem Idealfall aus dem Salz überhaupt entfernt werden kann. Das nach dem Standard-Testverfahren gereinigte Salz wies noch folgende Verunreinigungen auf:

Kalzium Ca	0.020 G%
Magnesium Mg	0.017 G%
Sulfat SO ₄	0.020 G%.

Der Wirkungsgrad des Reinigungsverfahrens ist in der Praxis definiert als Verhältnis zwischen dem Anteil in Gewichtsprozent einer Verunreinigung, welche in der Reinigungsvorrichtung entfernt worden ist und demjenigen Anteil, welcher im Standard-Testverfahren entfernt worden ist. Für dieses Beispiel beträgt der Wirkungsgrad bei allen drei gemessenen Verunreinigungen annähernd 100%:

für Ca
 $(0.100\% - 0.020\%) : (0.100\% - 0.020\%) \times 100\% = 100\%$
 für Mg
 $(0.157\% - 0.016\%) : (0.157\% - 0.017\%) \times 100\% = 100.7\%$
 für SO₄
 $(0.110\% - 0.020\%) : (0.110\% - 0.020\%) \times 100\% = 100\%$

Beispiel 3:

Rohsalz mit folgenden Verunreinigungen wurde in der erfindungsgemässen Anlage gemäss dem Saalex®-Verfahren nach Beispiel 1 gereinigt:

Kalzium Ca	0.086 G%
Magnesium Mg	0.138 G%
Sulfat SO ₄	0.100 G%

Das gereinigte Salz wies noch folgende Verunreinigungen auf:

Kalzium Ca	0.019 G%
Magnesium Mg	0.016 G%
Sulfat SO ₄	0.020 G%

Analog zum Beispiel 2 wurde parallel dazu ein Standard-Testverfahren durchgeführt. Das gemäss diesem Verfahren gereinigte Salz wies noch folgende Verunreinigungen auf:

Kalzium Ca	0.019 G%
Magnesium Mg	0.015 G%
Sulfat SO ₄	0.020 G%.

5

Auch hier wurde ein Wirkungsgrad von annähernd 100% erreicht.

Patentansprüche

10

1. Vorrichtung zur Reinigung von aus Partikeln bestehenden Feststoffen, insbesondere von kristallinen Feststoffen, mit einem vertikal stehenden Reinigungsgefäß (1), welches oben eine Einfüllöffnung (10) für die zu reinigenden Feststoffe, unten eine Auslassöffnung (11) für die gereinigten Feststoffe und mindestens einen kegelförmigen Bereich (12, 13) aufweist, wobei mindestens eine Zufuhrleitung (30, 31) in das Reinigungsgefäß (1) vorhanden ist zur Zuführung mindestens einer Reinigungssole in Gegenstromrichtung zur Strömungsrichtung der zu reinigenden Feststoffe, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine kegelförmige Bereich des Reinigungsgefäßes (1) einen Konusöffnungswinkel (α) von 10° bis 30° aufweist.

15

20

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Konusöffnungswinkel (α) 15° bis 20° beträgt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Reinigungsgefäß (1) im Wesentlichen kegelförmig ist.

30

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Reinigungsgefäß (1) mindestens zwei kegelförmige Bereiche (12, 13) aufweist, welche unterschiedliche Öffnungswinkel besitzen.

35

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei kegelförmige Bereiche (12, 13) vorhanden sind, welche mit voneinander getrennten Zufuhrleitungen (30, 31) für Reinigungssolen verbunden sind.

40

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der kegelförmigen Bereiche (12, 13) glatte Innenwandungen aufweist.

45

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandungen kunststoffvergütet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandungen aus rostfreiem Stahl gefertigt sind.

50

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Düse (33) zur Zuführung der mindestens einen Reinigungssole aufweist, welche nach unten gerichtet ist.

55

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich die mindestens eine Düse (33) kegelförmig nach unten erweitert.

60

65

6

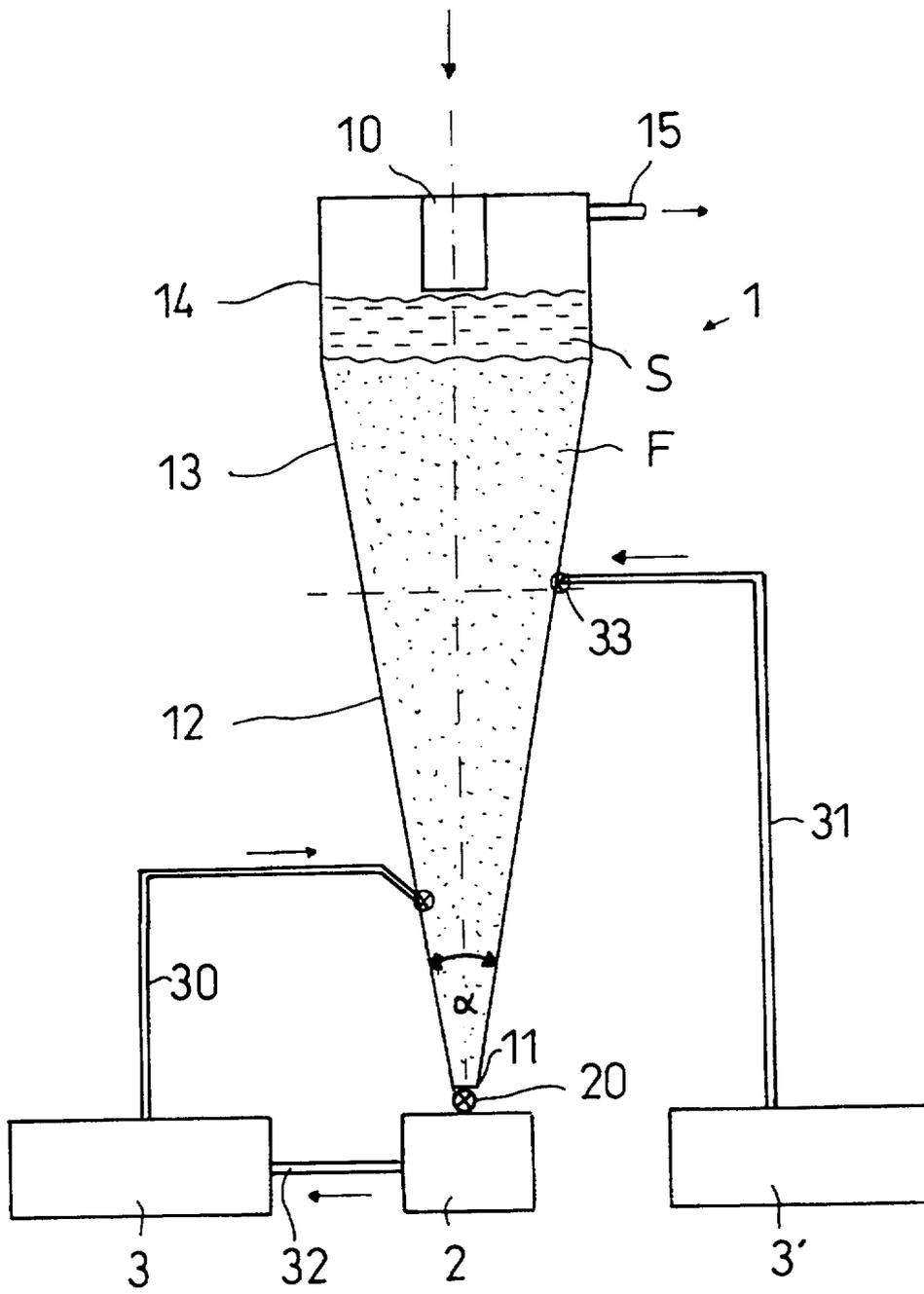


Fig.1

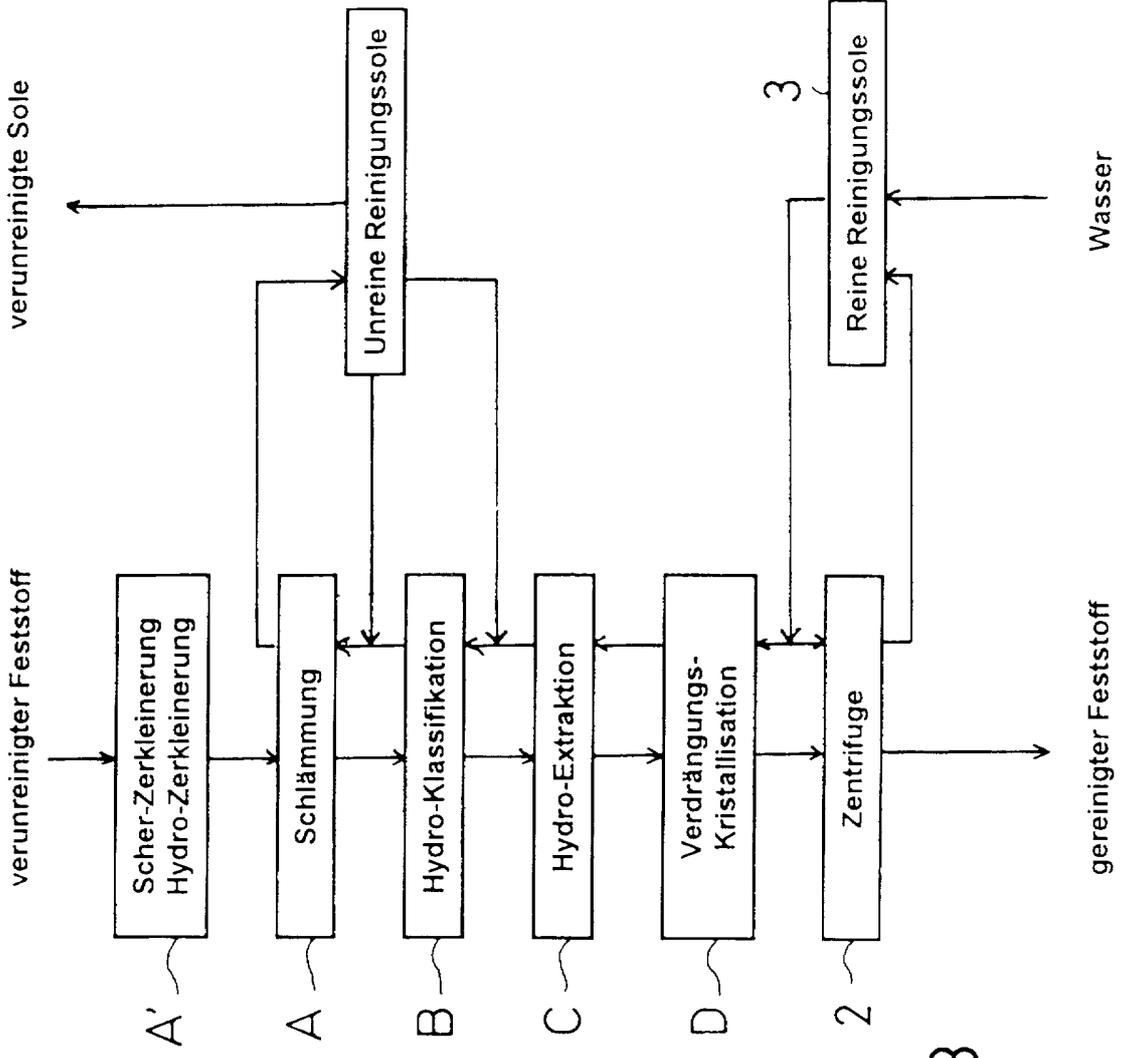


Fig.3

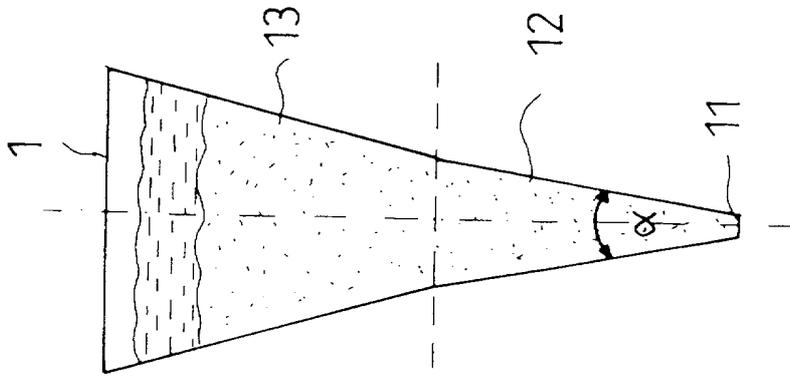


Fig.2