

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50660/2018
(22) Anmeldetag: 27.07.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2019

(51) Int. Cl.: **B01D 11/02** (2006.01)

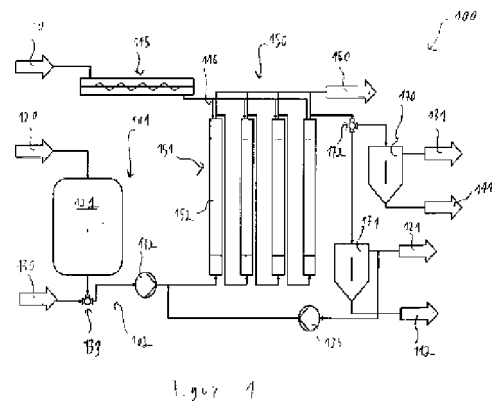
(56) Entgegenhaltungen:
DE 2521674 A1
WO 2015137823 A1
WO 2016186527 A1
WO 2017127936 A1
GB 887393 A
US 4120769 A

(71) Patentanmelder:
Saubermacher Dienstleistungs AG
8073 Feldkirchen bei Graz (AT)

(72) Erfinder:
Laske Stephan
8010 Graz (AT)
Lichtenegger Georg Johannes
9441 Twimberg (AT)
Pfeiffer Herwig
8053 Graz (AT)
Müller Peter
4020 Linz (AT)
Mischitz Robert
8700 Leoben (AT)

(54) **Verfahren und Anlage zum nasschemischen Gewinnen einer Wertstofffraktion aus einem Schüttgut**

(57) Es wird ein Verfahren zum Gewinnen einer Wertstofffraktion (111) aus einem Schüttgut (110) beschrieben, wobei das Schüttgut (110) die Wertstofffraktion (111) und eine wertstoffarme Leichtfraktion (112) aufweist. Das Verfahren weist auf:
i) Zuführen des Schüttguts (110) zu einer Trennvorrichtung (150), ii) Strömen einer sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung (150), wobei die saure wässrige Lösung konfiguriert ist die Leichtfraktion (112) zumindest teilweise zu lösen, iii) Durchmischen der sauren wässrigen Lösung (120) und des Schüttguts (110) in der Trennvorrichtung (150), iv) zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion (112) durch die saure wässrige Lösung (120) in der Trennvorrichtung (150), um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten, und v) Abscheiden der Wertstofffraktion (111) aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.



Z u s a m m e n f a s s u n g

Es wird ein Verfahren zum Gewinnen einer Wertstofffraktion (111) aus einem Schüttgut (110) beschrieben, wobei das Schüttgut (110) die Wertstofffraktion (111) und eine wertstoffarme Leichtfraktion (112) aufweist. Das Verfahren weist auf: i) Zuführen des Schüttguts (110) zu einer Trennvorrichtung (150), ii) Strömen einer sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung (150), wobei die saure wässrige Lösung konfiguriert ist die Leichtfraktion (112) zumindest teilweise zu lösen, iii) Durchmischen der sauren wässrigen Lösung (120) und des Schüttguts (110) in der Trennvorrichtung (150), iv) zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion (112) durch die saure wässrige Lösung (120) in der Trennvorrichtung (150), um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten, und v) Abscheiden der Wertstofffraktion (111) aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.

15

(Fig. 1)

Verfahren und Anlage zum nasschemischen Gewinnen einer Wertstofffraktion aus einem Schüttgut

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur nasschemischen Gewinnung einer Wertstofffraktion aus einem Schüttgut. Ferner betrifft die Erfindung eine Anlage zur nasschemischen Gewinnung einer Wertstofffraktion aus einem Schüttgut.

10

Technischer Hintergrund

Bei der Gewinnung von Wertstoffen aus einem Schüttgut, beispielsweise einem Haldenmaterial, wird das Schüttgut üblicherweise einem Trennverfahren unterzogen, um das Schüttgut in eine Fraktion mit einem relativ hohen Wertstoffgehalt (Wertstofffraktion bzw. Schwerfraktion) und eine Fraktion mit einem relativ niedrigen Wertstoffgehalt (Leichtfraktion) zu unterteilen. Die Fraktion mit dem relativ hohen Wertstoffgehalt kann weiterverarbeitet werden, indem beispielsweise mit metallurgischen Verfahren der enthaltene Wertstoff aus dem Schüttgut gewonnen wird. Die Fraktion mit dem relativ niedrigen Wertstoffgehalt wird üblicherweise deponiert, da eine Gewinnung des darin enthaltenen Wertstoffs, beispielsweise metallische Erze, entweder technisch nicht möglich ist oder aus wirtschaftlicher Sicht nicht lohnenswert ist.

25

Das zu behandelnde Schüttgut (z.B. ein pulvriges oder schlammiges Schüttgut) enthält hierbei jedoch größere Mengen an wertstoffhaltigen Partikeln, die mit anderen, leichteren Bestandteilen (z.B. CaCO_3 und Wertstoff- CaCO_3 -Verwachsungen) verunreinigt sind. Erstere Bestandteile können auch als die Wertstofffraktion bzw. Schwerfraktion und letztere Bestandteile können auch als die Leichtfraktion bezeichnet werden. Zusammen können beide Bestandteile auch als Mittelgut des Schüttguts bezeichnet werden. Dadurch ist der Wertstoff in diesen Partikeln aber für hydrometallurgische Aufbereitungsverfahren nur

eingeschränkt zugänglich. Außerdem wird durch die Verunreinigungen und Verwachsungen die Dichte der wertstoffhaltigen Partikel soweit reduziert, dass sie nicht mit üblichen Maßnahmen wie z.B. durch eine nassmechanische Dichtentrennung in ein Wertstoffkonzentrat überführt werden können.

5

Zusammenfassung der Erfindung

10 Eine Aufgabe der Erfindung kann darin gesehen werden, eine Wertstofffraktion aus einem Schüttgut, welches zudem eine wertstoffarme Leichtfraktion aufweist, effizient und nachhaltig zu gewinnen.

15 Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen, weitere Merkmale und Details der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Gemäß einem exemplarischen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Gewinnen einer Wertstofffraktion aus einem Schüttgut beschrieben, wobei das Schüttgut die Wertstofffraktion und eine wertstoffarme Leichtfraktion aufweist. 20 Das Verfahren weist auf: i) Zuführen des Schüttguts zu einer Trennvorrichtung, ii) Strömen einer sauren wässrigen Lösung durch die Trennvorrichtung, wobei die saure wässrige Lösung konfiguriert ist die Leichtfraktion zumindest teilweise zu lösen, iii) Durchmischen der sauren wässrigen Lösung und des Schüttguts in der Trennvorrichtung, iv) zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion durch die 25 saure wässrige Lösung in der Trennvorrichtung, um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten; und v) Abscheiden der Wertstofffraktion aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.

30 Gemäß einem Ausführungsbeispiel liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass der Anteil von Wertstoff, welcher aus einem Schüttgut gewonnen wird, deutlich vergrößert werden kann, indem das Schüttgut einem nasschemischen Trennverfahren in einer Trennvorrichtung zugeführt wird. Hierfür werden sowohl das Schüttgut als auch eine saure wässrige Lösung einer Trennvorrichtung

zugeführt. Die saure wässrige Lösung wird nun durch die Trennvorrichtung geströmt, so dass es zu einer starken Durchmischung von der Lösung und dem Schüttgut kommt. Dabei löst sich zumindest teilweise die Leichtfraktion des Schüttguts auf, so dass ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut entsteht.

5 Während die Leichtfraktion von der sauren wässrigen Lösung gelöst und ausgetragen bzw. ausgewaschen wird, kommt es zu einer Konzentration der Wertstofffraktion bzw. Schwerfraktion. Letztere kann dann auf einfache Weise von der zumindest teilweise gelösten Leichtfraktion abgeschieden werden und, falls notwendig, einer weiteren Aufbereitung zugeführt werden.

10

Durch die Auflösung der löslichen Anteile und dem Aufbrechen der Verwachsungen wird die Wertstofffraktion in eine Form gebracht, welche z.B. eine hydrometallurgische Gewinnung des Wertstoffes ermöglicht. Außerdem steigt die Dichte der verbleibenden wertstoffhaltigen Partikel soweit an, dass aus
15 der verbleibenden Wertstofffraktion ein wertstoffhaltiges Konzentrat z.B. durch eine anschließende Schwerentrennung gewonnen werden kann.

20

Während das beschriebene Schüttgut, bzw. das Mittelgut eines Schüttguts, bislang als nachfolgenden Trennungsschritten nicht zugänglich galt, zumindest
20 nicht in wirtschaftlichem Sinne, ist es nun ermöglicht, das Schüttgut auf effiziente und wirtschaftliche Weise so aufzubereiten, dass eine Wertstofffraktion erhalten wird, welche weiteren Trennverfahren auf wirtschaftliche Weise zugänglich ist.

25

Durch die verbesserte Effizienz der Wertstoffgewinnung können Ressourcen gespart werden und die zu entsorgende Schüttgutmenge verringert werden. Hierdurch verbessert sich einerseits die Wirtschaftlichkeit der Wertstoffgewinnung, andererseits wird die Umwelt aufgrund der verringerten Deponielast geschont.

30

Unter dem Begriff „Wertstoff“ kann in diesem Zusammenhang insbesondere ein Metall verstanden werden. Beispielsweise Eisen, Nickel, Kobalt, Wolfram, Mangan und andere, sowie deren Erze, welche den Ausgangsstoff für eine metallurgische

Metallgewinnung darstellen. Alternativ kann der Wertstoff auch ein Nichtmetall sein.

5 Unter dem Begriff „Schüttgut“ kann in diesem Zusammenhang insbesondere ein körniges Gemenge aus Gestein und Erzen verstanden werden, welches in Form eines Granulats, Körnern bzw. Partikeln vorliegt und schüttfähig ist.

Beispielsweise kann es sich dabei um ein Haldenmaterial bzw. um Material aus einer Abbau- oder Bergbaulagerstätte handeln. Ferner kann das Schüttgut pulvrig oder schlammig vorliegen. Unter dem Begriff „Schlamm“ kann ein
10 Gemisch aus fein verteilten, sehr feinkörnigen Feststoffpartikeln in Flüssigkeit verstanden werden. Das Schüttgut weist zumindest eine (wertstoffhaltige) „Wertstofffraktion“ (bzw. Schwerfraktion) und eine wertstoffarme „Leichtfraktion“ auf. Das Schüttgut kann zudem die Mittelgutfraktion eines weiteren Schüttgutes sein.

15

Unter den Begriffen „Wertstofffraktion“ und „Leichtfraktion“ ist jeweils ein Teil des Schüttguts zu verstehen, welcher einen Teil des Schüttguts mit einer unterschiedlichen Konzentration des Wertstoffs enthält. Die Leichtfraktion stellt den Teil des Schüttguts dar, welcher die geringste Konzentration des Wertstoffs
20 enthält. Typischerweise ist die Wertstoffkonzentration in der Leichtfraktion so gering, dass sich eine Gewinnung des darin enthaltenen Wertstoffs aus wirtschaftlicher Sicht nicht lohnt. Daher wird die Leichtfraktion deponiert bzw. entsorgt. Die Wertstofffraktion bzw. Schwerfraktion bezeichnet den Teil des Schüttguts, welcher einen relativ großen Anteil des Wertstoffs enthält. Dieser
25 kann aber in einer Form vorliegen, die einer hydrometallurgischen Gewinnung nicht zugänglich ist. Beispielsweise können schwere/dichte Wertstoffpartikel wie Wolframoxid (welche der Wertstofffraktion zuzuordnen sind) mit leichtem tauben Gestein wie Calciumcarbonat (Leichtfraktion) verwachsen sein bzw. Form von Calciumcarbonat-Wolframoxid ($\text{CaCO}_3\text{-WO}_3$) Verbindungen vorliegen. Hierbei sind
30 die Wertstoffpartikel durch eine saure wässrige Lösung im Prinzip nicht löslich, während Calciumcarbonat mit einer sauren wässrigen Lösung, z.B. eine saure Lösung welche Salzsäure enthält, einfach aufgelöst werden kann.

Die oben genannten relativen Begriffe wie „gering“ oder „relativ groß“ sind jeweils in ihrem Kontext zu verstehen: welche Konzentration eines Wertstoffs als zu gering oder als ausreichend zur metallurgischen Wertstoffgewinnung (auch als Verhüttung bezeichnet) anzusehen sind, ist dabei jeweils von der Art des Wertstoffs sowie von den eingesetzten metallurgischen Verfahren abhängig.

Unter dem Begriff „saure wässrige Lösung“ kann in diesem Zusammenhang insbesondere eine Lösung verstanden werden, welche Oxonium-Ionen (H_3O^+) und daher einen niedrigen pH-Wert aufweist. Insbesondere kann unter dem Begriff saure wässrige Lösung eine Lösung verstanden werden, welche eine Säure aufweist. Säuren sind im Prinzip alle chemischen Verbindungen, die in der Lage sind, Protonen (H^+) an einen Reaktionspartner zu übertragen – sie können als Protonendonator fungieren. In wässriger Lösung kann der Reaktionspartner im Wesentlichen Wasser sein. Eine saure wässrige Lösung kann industriell hergestellt und vertrieben werden. Eine saure wässrige Lösung kann jedoch auch ein Abfallprodukt wie eine Metallbeize oder eine Abfallsäure sein. Beispiele für saure wässrige Lösungen sind zum Beispiel Lösungen, welche Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Flusssäure (Fluorwasserstoff) aufweisen.

Beispielsweise können bei der (nass)chemischen Behandlung mit der sauren wässrigen Lösung die oben genannten Calciumcarbonat-Wolframoxid (CaCO_3 - WO_3) Verbindungen aufgebrochen bzw. gespalten werden, um das Wolframoxid von dem Calciumcarbonat abzutrennen. Die oben genannte Verbindung ist lediglich beispielhaft für viele mögliche Verbindungen, wie sie natürlicherweise in Sedimentgestein auftreten. Dem Fachmann ist eine Reihe weiterer Verbindungen bekannt, welche Wertstoff enthalten, der in seiner natürlich vorliegenden Form metallurgisch nicht gewonnen und weiterverarbeitet werden kann.

Unter dem Begriff „Strömen“ kann in diesem Zusammenhang insbesondere ein Steuern eines (Durch)flusses verstanden werden. Beispielsweise kann eine saure wässrige Lösung ein Leitungssystem oder eine Trennvorrichtung durchfließen. Hierfür können z.B. die Fließgeschwindigkeit und/oder die Flussmenge gesteuert werden, z.B. über ein oder mehr Ventile. Das aktive Steuern der Parameter eines

solchen Durchflusses kann insbesondere als Strömen (z.B. einer sauren wässrigen Lösung) bezeichnet werden. Entsprechend kann eine Strömungsvorrichtung derart ausgestaltet sein, dass damit ein Strömen, z.B. einer sauren wässrigen Lösung oder einer Spüllösung, ermöglicht ist. So kann

5 eine Strömungsvorrichtung in einer einfachen Ausführungsform ein Leitungssystem aufweisen, welches einen Zufluss für eine wässrige Lösung und einen Abfluss für die genannte Lösung hat. Zwischen Zufluss und Abfluss kann ein Ventil angebracht sein, um die Fließgeschwindigkeit und die Fließmenge zu steuern. In einer komplexeren Ausführungsform kann die Strömungsvorrichtung

10 einen weiteren Zufluss für eine Spüllösung aufweisen. Entsprechend kann das Ventil zwei Zuflüsse und einen Abfluss haben. Nun kann z.B. ein Strömen der Spüllösung und ein Strömen der sauren Lösung abwechselnd und mit verschiedenen Parametern gesteuert werden. Dem Fachmann sind eine Vielzahl von weiteren Ausgestaltungsmöglichkeiten einer Strömungsvorrichtung bekannt.

15

Unter dem Begriff „Trennvorrichtung“ kann in diesem Zusammenhang insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, welche zumindest eine Trennsäule aufweist. Dem Fachmann sind eine Vielzahl von Trennvorrichtungen bekannt, welche Trennsäulen aufweisen, beispielsweise ein Fließbettreaktor,

20 welcher Reaktorsäulen aufweist. Abhängig von den Prozessparametern (z.B. Fließgeschwindigkeit und Durchflussmenge) kann es zu spezifischen Trennungen eines Feststoffs bzw. zu einer sehr guten Durchmischung von Partikeln mit einem Fluid auf der Trennsäule kommen. Prinzipiell sind für das beschriebene Verfahren auch andere Trennvorrichtungen geeignet, welche eine ausreichende

25 Durchmischung eines Feststoff/Flüssigkeitsgemisches erzielen, z.B. auch ein Rührkessel.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel eines weiteren Aspekts der Erfindung ist eine Anlage beschrieben zum Gewinnen einer Wertstofffraktion aus einem Schüttgut,

30 wobei das Schüttgut die Wertstofffraktion und eine wertstoffarme Leichtfraktion aufweist. Die Anlage weist auf: i) eine Trennvorrichtung, welche konfiguriert ist, dass das Schüttgut zuführbar ist, und dass ein Durchmischen einer sauren wässrigen Lösung mit dem Schüttgut ermöglicht ist, ii) einen Speicher zum

- Speichern einer sauren wässrigen Lösung, welche konfiguriert ist die Leichtfraktion zumindest teilweise zu lösen, iii) eine Strömungsvorrichtung, welche konfiguriert ist zum Strömen der sauren wässrigen Lösung durch die Trennvorrichtung, so dass ein zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion durch die saure wässrige Lösung in der Trennvorrichtung stattfindet, um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten, und iv) einen Abscheider zum Abscheiden der Wertstofffraktion aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.
- 5
- 10 Die Anlage gemäß dem weiteren Aspekt der Erfindung ist eingerichtet, das eingangs beschriebene Verfahren durchzuführen. Begriffsdefinitionen und Vorteile, welche in Bezug auf das Verfahren beschrieben sind, gelten auch für die beschriebene Anlage.
- 15 Nachfolgend werden exemplarische Ausführungsbeispiele des Verfahrens und der Anlage beschrieben. Merkmale und Ausgestaltungen, welche in Bezug auf das Verfahren erläutert werden, gelten auch in Bezug auf die Anlage. Gleichmaßen gelten Merkmale und Ausgestaltungen, welche in Bezug auf die Anlage erläutert werden, auch für das Verfahren.
- 20
- Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die Trennvorrichtung zumindest eine Trennsäule auf. Ferner ist die Trennvorrichtung ein Fließbettreaktor. Insbesondere ist die Trennsäule eine Feststoff-Fließbett gefüllte Reaktorsäule. Dies hat den Vorteil, dass eine besonders gute bis optimale Durchmischung von saurer wässriger Lösung (und optional weiteren Flüssigkeiten) und dem relativ dichten Schüttgut sichergestellt werden kann. Dadurch kann die Leichtfraktion entsprechend effizient gelöst werden. Weiterhin hat ein Fließbettreaktor den Vorteil, dass bekannte und etablierte Systeme direkt in das beschriebene Verfahren integriert werden können.
- 25
- 30 Das Auflösen der löslichen Bestandteile bzw. der Verwachsungen (Leichtfraktion) erfolgt mit geeigneten Flüssigkeiten wie sauren wässrigen Lösungen,

insbesondere z.B. sauren Metallbeizen oder Abfallsäuren, in den Trennsäulen des Fließbettreaktors.

Die verwendete Flüssigkeit kann dabei nacheinander mehrere mit einem
5 Feststoff-Fließbett gefüllte Trennsäulen durchströmen. Die Verwendung von Fließbettreaktoren stellt hierbei eine gute Durchmischung des relativ dichten Schüttgutes mit der verwendeten Säure sicher. Weiterhin können die Trennsäulen als eine Kaskade von gas/flüssig/fest Dreiphasen-
Wirbelschichtreaktoren ausgebildet sein.

10

Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden außer dem zu behandelnden Feststoff (dem Schüttgut) keine weiteren Füllmaterialien in dem Fließbettreaktor verwendet.

15

Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden vier Reaktorsäulen verwendet, in welchen ca. 40 kg des Schüttguts mit einer vierfachen Menge an saurer wässriger Lösung pro Stunde behandelt werden (dies entspricht einem Durchflussrate von etwa 160 L/h). Gemäß einem weiteren exemplarischen
Ausführungsbeispiel werden ca. 500 kg des Schüttguts pro Stunde mit
20 dementsprechend etwa 2.000 L saurer wässriger Lösung behandelt.

20

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die saure wässrige Lösung ein Abfallprodukt, insbesondere eine Metallbeize oder eine Abfallsäure. Dies hat den Vorteil, dass das beschriebene Verfahren besonders
25 Ressourcen-schonend durchgeführt wird, da für die saure wässrige Lösung lediglich bereits verbrauchte Produkte eingesetzt werden.

25

Es können somit geeignete flüssige Abfälle wie Metallbeizen oder Abfallsäuren zur Auflösung von Bestandteilen mit geringer Dichte bzw. zum Aufbrechen von
30 Verwachsungen verwendet werden. Die genannten Flüssigkeiten können eine oder mehr der unten genannten Säuren in verschiedenen Konzentrationen enthalten. Es sind jedoch auch eine Vielzahl von weiteren Säuren zum Lösen der Leichtfraktion eines Schüttgutes geeignet.

30

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die saure wässrige Lösung zumindest eines aus der Gruppe auf, welche besteht aus Fluorwasserstoffsäure (HF), Salpetersäure (HNO₃), Salzsäure (HCl),

5 Schwefelsäure (H₂SO₄). Dies hat den Vorteil, dass industriell relevante Produkte direkt und auf effiziente Weise eingesetzt werden können.

Die oben genannten Zusammensetzungen der sauren wässrigen Lösung ermöglichen das Spalten von Bindungen zwischen dem Wertstoff und einer unerwünschten Matrixverbindung (z.B. Calciumcarbonat), welche das metallurgische Gewinnen des Wertstoffs erschwert bzw. für üblich eingesetzte metallurgische Verfahren technisch unmöglich macht. Dadurch kann dann eine Verbesserung der Zugänglichkeit des enthaltenen Wertstoffes für hydrometallurgische Gewinnungsverfahren erreicht werden.

15

Die Zugabe von Fluorwasserstoffsäure ermöglicht auch das Aufspalten von Silikaten und ist daher vorteilhaft, wenn es sich beim Schüttgut um Haldenmaterial aus dem Bergbau handelt. Dieses enthält große Anteile von Silikaten, beispielsweise Feldspat und Glimmer, welche mit Fluorwasserstoffsäure durch Ätzen von dem Wertstoff getrennt werden können.

20

Beispielsweise weist das chemische Behandeln des Schüttguts ein Behandeln mit einem Säuregemisch aus 10 Gewichtsprozent Fluorwasserstoffsäure und Salpetersäure und 90 Gewichtsprozent Wasser auf.

25

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird die Säure in einem Speicher der Anlage aufbewahrt. Der Speicher kann ein Behälter sein, welcher säurebeständig ist. Insbesondere kann der Behälter vollständig aus einem säurebeständigen Material sein oder eine säurebeständige Beschichtung im Inneren aufweisen.

30

Beispielsweise kann der Reaktionsbehälter aus Kunststoff sein.

Polytetrafluorethylen hat sich als Material als vorteilhaft erwiesen, da dieser Kunststoff beständig gegenüber Fluorwasserstoffsäure ist.

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das Schüttgut ein pulvriges Schüttgut und/oder ein schlammiges Schüttgut. Dies hat den Vorteil, dass Schüttgut mit verschiedener Konsistenz verwendet werden kann.

- 5 Gewöhnlich liegt Schüttgut in Form eines Granulats, Körnern bzw. Partikeln vor und ist somit schüttfähig. Ferner kann das Schüttgut neben pulvrig aber auch schlammig vorliegen. Unter dem Begriff Schlamm kann ein Gemisch aus fein verteilten, sehr feinkörnigen Feststoffpartikeln in Flüssigkeit verstanden werden. Dadurch, dass mittels der sauren wässrigen Lösung ein zumindest teilweise
10 gelöstes Schüttgut erzeugt wird, ist das beschriebene Verfahren sowohl einer pulvrigen als auch einer schlammigen Konsistenz des Schüttguts zugänglich.

- Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf:
Abtrennen von Gas, insbesondere CO_2 , welches während des Auflöses in der
15 Trennvorrichtung entsteht. Dies hat den Vorteil, dass Gas, welches bei der Reaktion entsteht, auf umweltschonende Weise abgeführt werden kann.

- Bei der Reaktion der sauren wässrigen Lösung mit dem Schüttgut innerhalb der Trennvorrichtung kann es zum Entstehen von Gasen kommen. Beispielsweise bei
20 der Reaktion von Calciumcarbonat mit Salzsäure (bei einem Lösen der Leichtfraktion) entsteht Kohlenstoffdioxid ($\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$). Die bei der Reaktion entstehenden Gase können am oberen Ende der jeweiligen Trennsäule (Reaktorsäule) gesammelt und bei Bedarf einer Abgas/Abluftnachbehandlung zugeführt werden.

- 25 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf:
Überwachen des (Trennungs-)Prozesses basierend auf der Menge des abgetrennten Gases. Dies hat den Vorteil, dass das Fortschreiten des Prozesses auf effiziente und anschauliche Weise überwacht werden kann.

- 30 Die Menge des Gases, welche an den Trennsäulen abgetrennt wird, kann beobachtet, analysiert, oder quantitativ bestimmt werden. Bei Reaktionen, die eine Gasbildung hervorrufen kann der Fortschritt des Prozesses aufgrund der

Menge an gebildetem Gas in den einzelnen Trennsäulen überwacht werden. Wird beispielsweise besonders viel Gas abgeschieden, so kann davon ausgegangen werden, dass besonders viel Leichtfraktionen gelöst wird, und der Prozess in vollem Gang ist. Wird jedoch wenig bis gar kein Gas mehr abgeschieden, so kann davon ausgegangen werden, dass der Prozess dem Ende zugeht. Als Konsequenz kann dann beispielsweise die Zufuhr von saurer wässriger Lösung eingestellt werden. Ferner kann das Strömen der sauren wässrigen Lösung oder einer Spüllösung basierend auf der Menge an abgetrenntem Gas gesteuert werden. Ist beispielsweise die abgetrennte Gasmenge überraschend gering, so kann zum Beispiel die Durchflussrate der sauren wässrigen Lösung erhöht werden. Nach ausreichender bzw. vollständiger Reaktion (verringerte bzw. ausbleibende Gasentwicklung) kann die Flüssigkeitszufuhr gestoppt werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: Zuführen der Wertstofffraktion zu einer hydrometallurgischen Aufbereitung und/oder einer Schwerentrennung. Dies hat den Vorteil, dass mit dem beschriebenen Verfahren eine Wertstofffraktion erhalten wird, welche weiteren Aufbereitungen auf effiziente Weise zugänglich ist.

Dem Fachmann sind eine Vielzahl von Maßnahmen bekannt, mit welchen die erhaltene Wertstofffraktion weiter aufbereitet werden kann.

Unter dem Begriff „Hydrometallurgie“ können in diesem Zusammenhang Verfahren der Metallgewinnung und -raffination verstanden werden, welche unter geringen Temperaturen stattfinden und die stoffspezifische Löslichkeit und unterschiedliche Benetzbarkeit der Elemente und deren Verbindungen ausnutzen. Hydrometallurgische Verfahren können beispielsweise umfassen: Laugen, insbesondere Druckaufschluss, Flotationstrennung, Elektrolyse und Schwerkrafttrennung.

30

„Schwerentrennung“ kann im einfachen Fall ein Trennverfahren bezeichnen, bei welchem ein Gemisch zweier Stoffe in ein Flüssigkeitsbad gegeben wird, dessen Dichte zwischen den Dichten der zu trennenden Stoffe liegt. Als Flüssigkeit kann

z.B. Wasser verwendet werden. Ein Stoff sinkt dann aufgrund der höheren Dichte zu Boden, während der zweite Stoff aufgrund seiner geringeren Dichte auf der Oberfläche schwimmt.

- 5 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: Rückführen und Wiederverwenden eines Rests der sauren wässrigen Lösung. Dies hat den Vorteil, dass das beschriebene Verfahren auf besonders Umwelt- und Ressourcen-schonende Weise durchgeführt werden kann.
- 10 So kann die Anlage ein Flüssigkeitsleitsystem aufweisen, welches eingerichtet ist, die stromabwärts der Trennvorrichtung gefilterte Flüssigkeit (z.B. saure wässrige Lösung) in die Trennvorrichtung zurückzuführen bzw. strömen.

Das Flüssigkeitsleitsystem kann eine oder mehrere Flüssigkeitsleitungen
15 aufweisen, beispielsweise Rohrleitungen. Die Flüssigkeitsleitungen können als ein verzweigtes System angeordnet sein, so dass die stromabwärts der Trennvorrichtung gefilterte Flüssigkeit in mehrere Teilströme unterteilt wird, welche jeweils an einer unterschiedlichen Position wieder in die Anlage zurückgeführt werden. Ferner kann das Flüssigkeitsleitsystem eine oder mehrere
20 Pumpen zur Förderung der Flüssigkeit durch das Flüssigkeitsleitsystem aufweisen, insbesondere durch die Rohrleitungen des Flüssigkeitsleitsystems.

Das Bereitstellen eines Flüssigkeitskreislaufs ermöglicht es, die Anlage Ressourcen-sparend (beispielsweise mit niedrigem Wasserverbrauch) zu
25 betreiben, da nahezu die gesamte Flüssigkeitsmenge kreislaufartig wieder verwendet wird.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: i) Einbringen des Schüttguts direkt in die Trennvorrichtung, ii) Strömen der sauren
30 wässrigen Lösung durch die Trennvorrichtung, so dass die zumindest teilweise gelöste Leichtfraktion aus der Trennvorrichtung ausgetragen wird, und iii) Strömen einer Spüllösung, insbesondere Wasser, durch die Trennvorrichtung, so dass die Wertstofffraktion aus der Trennvorrichtung ausgetragen wird. Dieser

diskontinuierliche Betrieb hat den Vorteil, dass eine besonders effiziente Konzentrierung der Wertstofffraktion ermöglicht ist.

5 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Anlage ferner auf: eine Zuführeinrichtung zum Zuführen des Schüttguts direkt in die Trennvorrichtung. Die Zuführeinrichtung kann beispielsweise jede beliebige Förderanlage und jedes beliebige Fördermittel sein. Beispielsweise können Schneckenförderer, Rohrleitungen, Bandförderanlagen, Kettenförderer oder Fahrzeugsysteme eingesetzt werden. Die Zuführeinrichtung kann für eine kontinuierliche oder
10 satzweise Förderung des Schüttguts in die Trennvorrichtung eingerichtet sein.

Zunächst kann die saure wässrige Lösung durch die Trennvorrichtung geströmt werden, so dass es zu einer guten Durchmischung von Schüttgut und der Flüssigkeit in der Trennvorrichtung kommt. Hierbei kann die saure wässrige
15 Lösung die Leichtfraktion zumindest teilweise lösen und auswaschen. Anschließend kann eine geeignete Flüssigkeit als Spüllösung (z.B. Wasser) durch die Trennvorrichtung (z.B. eine Reaktorsäulen-kaskade) gepumpt werden. Die Flussrate kann dabei so gewählt werden, dass die wertstoffhaltigen Partikel mit relativ hoher Dichte (Wertstofffraktion) in der jeweiligen Trennvorrichtung (z.B.
20 im Fließbett der jeweiligen Reaktorsäule) verbleiben.

In diesem diskontinuierlichen Betrieb kann die Flussrate so gewählt werden, dass Partikel mit hoher Wertstoffkonzentration und somit hoher Dichte in den jeweiligen Trennsäulen einer Trennvorrichtung verbleiben und Partikel mit
25 geringer Wertstoffkonzentration und geringer Dichte mit der sauren wässrigen Lösung über die Trennsäulen ausgetragen werden. Dadurch kommt es zu einer Aufkonzentration von wertstoffhaltigem Feststoff (Wertstofffraktion) in den Trennsäulen.

30 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: iv) Abscheiden eines Rests der sauren wässrigen Lösung von der zumindest teilweise gelösten Leichtfraktion, und/oder v) Abscheiden eines Rests der Spüllösung von der Wertstofffraktion.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Anlage hierfür ferner auf: eine weitere Strömungsvorrichtung zum Strömen einer Spüllösung, insbesondere Wasser, durch die Trennvorrichtung, so dass die Wertstofffraktion aus der
5 Trennvorrichtung ausgetragen wird; und einen weiteren Abscheider zum Abscheiden der Leichtfraktion von einem Rest der sauren wässrigen Lösung.

Diese Ausgestaltungen haben den Vorteil, dass sowohl die saure wässrige Lösung als auch die Spüllösung auf besonders Umwelt- und Ressourcen-schonende
10 Weise nicht entsorgt werden müssen, sondern dem Verfahren wieder zugeführt werden können.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: i) Zuführen des Schüttguts zu der sauren wässrigen Lösung stromaufwärts der
15 Trennvorrichtung, um eine Suspension aus Schüttgut und saurer wässriger Lösung zu erhalten, und ii) Strömen der Suspension durch die Trennvorrichtung. Dieser kontinuierliche Betriebsmodus hat den Vorteil, dass auf eine zusätzliche Spüllösung verzichtet werden kann. Dies spart zusätzliche Aufwendungen.

20 Unter einer Suspension kann ein heterogenes Stoffgemisch aus einer Flüssigkeit (z.B. einer sauren wässrigen Lösung) und darin fein verteilten Festkörpern (Partikeln, z.B. Schüttgut bzw. teilweise gelöstes Schüttgut) verstanden werden. Das Schüttgut kann der sauren wässrigen Lösung kontinuierlich zugeführt werden. Die Fließgeschwindigkeit der sauren wässrigen Lösung ist entsprechend
25 einzustellen, so dass die Suspension die Trennsäulen der Trennvorrichtung durchströmen kann. So kann es auch bei kontinuierlichem Betrieb zu einer effizienten Lösung der Leichtfraktion kommen.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Anlage hierfür ferner auf:
30 eine Einschleusvorrichtung, insbesondere eine Zellenradschleuse, welche stromaufwärts der Trennvorrichtung angeordnet ist, und welche konfiguriert ist, um das Schüttgut in die saure wässrige Lösung einzubringen, so dass eine Mischung aus Schüttgut und saurer wässriger Lösung entsteht. Dies hat den

Vorteil, dass bekannte und erprobte Systeme direkt in die beschriebene Anlage integriert werden können.

Es wird darauf hingewiesen, dass Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug
5 auf unterschiedliche Erfindungsgegenstände beschrieben wurden. Insbesondere
sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und
andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen
beschrieben. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre dieser Anmeldung
10 sofort klar werden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu
einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ von Erfindungsgegenstand
gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu
unterschiedlichen Typen von Erfindungsgegenständen gehören.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der
15 folgenden beispielhaften Beschreibung derzeit bevorzugter Ausführungsformen.
Die einzelnen Figuren der Zeichnung dieser Anmeldung sind lediglich als
schematisch und als nicht maßstabsgetreu anzusehen.

20 Kurze Beschreibung der Figuren

Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Anlage zum Gewinnen einer
Wertstofffraktion aus einem Schüttgut in einem diskontinuierlichen
Betriebsmodus.

25 Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht der Anlage zum Gewinnen einer
Wertstofffraktion aus einem Schüttgut in einem kontinuierlichen Betriebsmodus.

30 Ausführliche Beschreibung der Figuren

Es wird darauf hingewiesen, dass Merkmale bzw. Komponenten von
unterschiedlichen Ausführungsformen, die mit den entsprechenden Merkmalen

bzw. Komponenten der Ausführungsform nach gleich oder zumindest funktionsgleich sind, mit den gleichen Bezugszeichen oder mit anderen Bezugszeichen versehen sind, welche sich lediglich in ihrer ersten Ziffer von dem Bezugszeichen eines (funktional) entsprechenden Merkmals oder einer

5 (funktional) entsprechenden Komponente unterscheiden. Zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen werden teilweise bereits anhand einer vorher beschriebenen Ausführungsform erläuterte Merkmale bzw. Komponenten an späterer Stelle nicht mehr im Detail erläutert.

10 Ferner wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen oder Ausführungsbeispiele lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. Insbesondere ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für den Fachmann mit

15 den hier explizit dargestellten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind.

Vor der detaillierten Beschreibung der Figuren werden im Folgenden einige exemplarische Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung betrachtet.

20

Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist es Ziel des Verfahrens, lösliche, wertstoffarme Bestandteile (z.B. CaCO_3 -Anteile und CaCO_3 -Wertstoff-Verwachsungen) eines wertstoffhaltigen, pulvrigen oder schlammigen Schüttgutes in wässrigen Lösungen (z.B. saure Metallbeizen oder Abfallsäuren

25 wie HF, HNO_3 , HCl, H_2SO_4) aufzulösen.

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel kommt es zur Verwendung von geeigneten flüssigen Abfällen (Metallbeizen, Abfallsäuren) zur Auflösung von Bestandteilen mit geringer Dichte bzw. zum Aufbrechen von

30 Verwachsungen und dadurch Verbesserung der Zugänglichkeit des enthaltenen Wertstoffes für hydrometallurgische Gewinnungsverfahren sowie die Erhöhung der Dichte von wertstoffhaltigen Partikeln, um diese einer nassmechanischen Dichtentrennung zugänglich zu machen.

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel kommt es bei einer diskontinuierlichen Betriebsweise zu einer gleichzeitigen Dichtentrennung des Feststoffes (Schüttgut) während der Reaktion, d.h. Gewinnung einer wertstoffarmen Leichtfraktion und Anreicherung der Wertstoffkonzentration in der in den Reaktorsäulen verbleibenden Schwerfraktion.

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel kann der durch das diskontinuierliche oder kontinuierliche Verfahren gewonnene wertstoffhaltige Feststoff bzw. die Wertstofffraktion anschließend einer hydrometallurgischen Gewinnung oder einer weiteren Schwerentrennung zur Gewinnung eines Wertstoffkonzentrates zugeführt werden. Die gebrauchten Flüssigkeiten sowie die Leichtfraktion und die Spüllösung (bei diskontinuierlichem Betrieb) werden einer fachgerechten Entsorgung zugeführt. Das entstehende Gas wird am oberen Ende der Reaktionssäulen gesammelt und kann bei Bedarf einer Abgas/Abluftnachbehandlung zugeführt werden.

Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel erfolgt die Befüllung mit Feststoff im Prinzip über zwei Arten: a) im diskontinuierlichem Betrieb zwischen den Chargen – durch Öffnungen am oberen Ende der einzelnen Säulen, z.B. über Schneckenförderanlagen oder b) im kontinuierlichen Betrieb durch Zugabe, z.B. über eine Zellradschleuse, aus einem Feststoffvorratsbehälter direkt vor der ersten Säule.

Die **Figuren 1** und **2** zeigen jeweils eine schematische Ansicht einer Anlage 100, 200 zur Gewinnung einer Wertstofffraktion 111 aus einem Schüttgut 110. Das Schüttgut 110 ist pulvrig und/oder schlammig und weist die wertstoffreiche schwere Wertstofffraktion 111 und eine wertstoffarme leichte Leichtfraktion 112 auf. Der Feststoff in der Wertstofffraktion 111 enthält relativ viel Wertstoff, allerdings liegt dieser Wertstoff in einer Form vor, die eine hydrometallurgische Gewinnung des Wertstoffs nicht, bzw. nur sehr eingeschränkt, möglich macht. Wenn es sich bei dem Wertstoff beispielsweise um Wolframoxid handelt, kann dieser in Form von Calciumcarbonat-Wolframoxid ($\text{CaCO}_3\text{-WO}_3$) Verbindungen

vorliegen, aus welchen das Wolframoxid nicht mit hydrometallurgischen Verfahren gewonnen werden kann.

Die Anlage 100, 200 weist eine Trennvorrichtung 150 auf, welche mehrere
5 Trennsäulen 151, beispielsweise vier, hat. Die Trennvorrichtung 150 ist so konfiguriert, dass das Schüttgut 110 zuführbar ist. Weiterhin ist die Trennvorrichtung 150 so konfiguriert, dass es zu einem Durchmischen von saurer wässriger Lösung 120 und dem Schüttgut 110 kommt. Bei der Trennvorrichtung 150 handelt es sich um einen Fließbett-Reaktor, welcher vier Reaktorsäulen 151
10 aufweist, die jeweils mit einem Feststoff-Fließbett 152 gefüllt sind. Die Anlage 100, 200 hat einen säurebeständigen Behälter als Speicher 122 zum Speichern einer sauren wässrigen Lösung 120, welche konfiguriert ist die Leichtfraktion 112 des Schüttguts zumindest teilweise zu lösen. Bei der sauren wässrigen Lösung 120 handelt es sich um eine Abfallsäure, die z.B. Fluorwasserstoff, HF, oder
15 Salzsäure, HCl, enthält.

Weiterhin weist die Anlage 100, 200 eine Strömungsvorrichtung 101, 201 auf, welche konfiguriert ist zum Strömen der sauren wässrigen Lösung 120 durch die Reaktorsäulen 151 des Fließbettreaktors 150. Die saure wässrige Lösung 120
20 kann über eine Flüssigkeitsleitung der Trennvorrichtung 150 zugeführt werden. Zur Steuerung des Strömungsflusses ist ein Ventil 132, 232 vorgesehen. Auf diese Weise kann ein zumindest teilweises (Auf)lösen der Leichtfraktion 112 durch die saure wässrige Lösung 120 in den Reaktorsäulen 151 stattfinden, um so ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten. Hierbei wird vor allem die Leichtfraktion gelöst. Beispielsweise kann das Schüttgut mit Fluorwasserstoff und/oder Salpetersäure (HF/HNO₃) behandelt werden. Dies führt zu einem
25 Aufbrechen der Bindung zwischen dem Wertstoff und einer unerwünschten Matrixverbindung wie Calciumcarbonat, welche der Leichtfraktion 112 zugehörig ist.

30

Stromabwärts weist die Anlage 100, 200 einen Abscheider 170, 270 auf, mittels welchem die Wertstofffraktion 111 aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut abgeschieden werden kann. Ferner kann mittels dem Abscheider ein

Rest der sauren wässrigen Lösung 121 abgeschieden und wiederverwendet werden. So kann eine Pumpe verwendet werden, um den Rest der wässrigen Lösung 121 abzuleiten. Über ein Flüssigkeitsleitsystem wird ein kreislaufartiges Rückführen des Rests der sauren wässrigen Lösung 121 ermöglicht. Über ein Ventil 125 kann die Menge von dem Rest der sauren wässrigen Lösung 121 gesteuert werden, welcher wieder als saure wässrige Lösung 120 stromaufwärts in den Prozess eingespeist wird.

Während des Prozesses des zumindest teilweisen Auflöserns, insbesondere des Auflöserns der Leichtfraktion, kommt es zur Bildung von Gas 160, insbesondere Kohlenstoffdioxid. Dieses Gas 160 wird aus den Reaktorsäulen 151 abgetrennt und einer Abgasbehandlung bzw. Abluftnachbehandlung zugeführt. Weiterhin kann die Menge des entstehenden Gases 160 beobachtet bzw. gemessen werden. Die daraus erlangten Erkenntnisse können zu der Steuerung bzw. Regulierung des gesamten Prozesses verwendet werden.

In einem letzten Schritt wird die gewonnene Wertstofffraktion 111 einem weiteren Trennungsschritt zugeführt. Dadurch, dass die Leichtfraktion 112 (leichte Bestandteile und Verwachsungen) zumindest größtenteils entfernt ist, kann die verbleibende abgeschiedene Wertstofffraktion 111 einem hydrometallurgischen Aufbereitungsverfahren zugeführt werden. Zusätzlich oder alternativ kann die verbleibende abgeschiedene Wertstofffraktion 111 einer Schwereretrennung, z.B. einer nasschemischen Dichtentrennung, zugeführt werden. Durch die erhöhte Dichte (ohne die Leichtfraktion) ist die erhaltene Wertstofffraktion 111 den genannten Verfahren effizient zugänglich, so dass ein Wertstoffkonzentrat erhalten werden kann.

Figur 1 zeigt spezifisch eine schematische Ansicht einer Anlage 100 zur Gewinnung einer Wertstofffraktion 111 aus einem Schüttgut 110 in einem diskontinuierlichen Betriebsverfahren. Für dieses diskontinuierliche Betriebsverfahren weist die Strömungsvorrichtung 101 der Anlage 100 eine weitere Strömungsvorrichtung 102 auf. Die weitere Strömungsvorrichtung 102 ist eingerichtet zum Strömen einer Spüllösung 130, insbesondere Wasser, durch

die Trennsäulen 151 der Trennvorrichtung 150, so dass die Wertstofffraktion 111 aus der Trennvorrichtung 150 ausgetragen bzw. ausgewaschen werden kann. Die Strömungsvorrichtung 101 und die weitere Strömungsvorrichtung 102 sind hierbei über ein Ventil 133 mit drei Anschlüssen gekoppelt. Dadurch ist es

5 ermöglicht zwischen einem Strömen der sauren wässrigen Lösung 120 durch die Trennsäulen 151 und einem Strömen der Spüllösung 130 durch die Trennsäulen 151 umzuschalten. Alternativ könnten auch die saure wässrige Lösung 120 und die Spüllösung 130 gleichzeitig strömen.

10 Die Anlage 100 weist einen Schneckenförderer 115 auf, mittels welchem das Schüttgut 110 transportiert zu der Trennvorrichtung 150 werden kann. Danach wird das Schüttgut 110 über eine Zuführeinrichtung 116 direkt auf die Trennsäulen 151 der Trennvorrichtung 150 gleichmäßig verteilt bzw. eingebracht, so dass sich das Schüttgut 110 zu Beginn des Prozesses innerhalb

15 der Trennsäulen 151 befindet. Das Schüttgut 110 wird als Feststoff also über eine geeignete Fördereinrichtung direkt in die Reaktorsäulen 151 eingebracht.

In einem ersten Schritt wird nun ein Strömen der sauren wässrigen Lösung 120 mittels der Strömungsvorrichtung 101 gesteuert, so dass die saure wässrige

20 Lösung 120 durch die Trennsäulen 151 strömt, in welchen sich das Schüttgut 110 befindet. Auf diese Weise kommt es zu einer starken Durchmischung von saurer wässriger Lösung 120 und Schüttgut 110. Die Leichtfraktion 112 des Schüttguts 110 wird dabei zumindest teilweise gelöst und zusammen mit der strömenden sauren wässrigen Lösung 120 aus der Trennvorrichtung 150

25 ausgetragen bzw. ausgewaschen. Dadurch kommt es zu einem Aufkonzentrieren der wertstoffreichen Schwerfraktion 111 in den Reaktorsäulen 151. Über einen geeigneten fest-flüssig Abscheider 171 (z.B. Schrägklärer) kann die wertstoffarme Leichtfraktion 112 von der sauren wässrigen Lösung 120 abgetrennt werden. Ein Rest der sauren wässrigen Lösung 121 bzw. nicht

30 vollständig abreagierte saure wässrige Lösung 121 kann ganz oder teilweise dem Prozess in einem Kreislauf wieder zugeführt werden.

In einem zweiten Schritt wird ein Strömen der Spüllösung 130 mittels der Strömungsvorrichtung 101 gesteuert, so dass die aufkonzentrierte Wertstofffraktion 111 (welche nun im Prinzip keine Leichtfraktion 112 mehr aufweist) aus der Trennvorrichtung 150 ausgewaschen wird. Der in den

5 Reaktorsäulen 151 verbleibende Feststoff (Wertstofffraktion 111) kann also durch ein Spülen der Reaktorkaskade (z.B. mit Spülwasser) bei ausreichend hohen Fließgeschwindigkeiten der Spüllösung 130 ausgetragen und über einen geeigneten fest-flüssig Abscheider (z.B. Schrägklärer) 170 von der Spüllösung

10 130 abgetrennt werden. So kann in dem Abscheider 170 dann ein Abscheiden des Rests der Spüllösung 131 von der Wertstofffraktion 111 erfolgen. Ebenso wie der Rest der sauren wässrigen Lösung 121, kann auch der Rest der Spüllösung 131, insbesondere nach einer vorherigen Aufreinigung, dem Prozess erneut

zugeführt werden.

15 **Figur 2** zeigt spezifisch eine Anlage 200 zum Gewinnen einer wertstoffreichen Wertstofffraktion 111 aus einem Schüttgut 110 in einem kontinuierlichen Betriebsverfahren. Für dieses kontinuierliche Betriebsverfahren benötigt die Anlage 200 weder die weitere Strömungseinrichtung, welche Spülwasser bereitstellt, noch eine Zuführeinheit, welche das Schüttgut 110 direkt der

20 Trennvorrichtung 150 bereitstellt. Stattdessen wird das Schüttgut 110 kontinuierlich einem Strom der sauren wässrigen Lösung 120 zugegeben. Hierfür weist die Anlage 200 eine Einschleusvorrichtung 218, insbesondere eine Zellenradschleuse, auf, welche stromaufwärts der Trennvorrichtung 150

25 angeordnet ist. Die Einschleusvorrichtung ist eingerichtet, um das Schüttgut 110 direkt in den Strom der sauren wässrigen Lösung 120 einzubringen, so dass eine Mischung aus beiden entsteht. Die Mischung kann in Form einer Suspension vorliegen. Das Strömen, insbesondere die Fließgeschwindigkeit, dieser Suspension durch die Trennvorrichtung 150 kann nun so eingestellt werden, dass die ganze Suspension die Trennsäulen 151 der Trennvorrichtung 150 durchläuft.

30 In anderen Worten, muss die Fließgeschwindigkeit des flüssigen Mediums so gewählt werden, dass der Feststoff bzw. das Schüttgut 110 mit der verwendeten sauren wässrigen Lösung 120 kontinuierlich aus der Reaktorkaskade der Trennvorrichtung 150 ausgetragen wird. Durch die Anzahl der Trennsäulen 151

und die Fließgeschwindigkeit der sauren wässrigen Lösung 120 kann eine ausreichend lange Verweilzeit des Schüttguts 110 in der Trennvorrichtung 150 eingestellt werden.

- 5 Bei dem Kontakt zwischen saurer wässriger Lösung 120 und Schüttgut 110 kommt es zu einem zumindest teilweisen Auflösen der Leichtfraktion 112. Während die Suspension die Trennvorrichtung 150 durchläuft, kommt es zu einer starken Durchmischung und die Leichtfraktion 112 wird dadurch besonders effizient gelöst. Nach dem Durchströmen der Trennvorrichtung 150 wird die
- 10 Mischung aus saurer wässriger Lösung 120, wertstoffreicher Wertstofffraktion 111 und zumindest teilweise gelöster Leichtfraktion 112 dem Abscheider 270 (z.B. Schrägklärer) zugeführt. Dieser wird verwendet, um die ausgetragene Wertstofffraktion 211 von dem Rest der sauren wässrigen Lösung bzw. nicht vollständig abreagierte saurer wässriger Lösung 221, abzuscheiden. Wie oben
- 15 bereits beschrieben, kann die abgeschiedene saure wässrige Lösung 121 dem Prozess erneut zugeführt werden.

Im Vergleich zum diskontinuierlichen Betrieb ist zwar eine Aufkonzentrierung der wertstoffhaltigen Fraktion im kontinuierlichen Betrieb nicht möglich, allerdings

20 entfällt auch die Notwendigkeit der Verwendung einer Spüllösung und deren anschließende Entsorgung.

Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf diese Anwendungsfälle und die weiter oben erwähnten Systemkonfigurationen beschränkt, sondern ebenso in einer

25 Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachgemäßen Handelns liegen. Ferner sollte darauf hingewiesen werden, dass Bezugszeichen in den Ansprüchen nicht als beschränkend aufzufassen sind und dass die Begriffe "aufweisen" bzw. "aufweisend" und ähnliche Begriffe nicht das Vorhandensein von weiteren Elementen oder Schritten ausschließen. Auch schließt ein Aufzählen

30 als mehrere Mittel oder Elemente nicht aus, dass diese Mittel oder Elemente als ein einziges Mittel oder Element ausgebildet werden können.

Bezugszeichenliste

	100, 200	Anlage
	101, 201	Strömungsvorrichtung
5	102	weitere Strömungsvorrichtung
	110	Schüttgut
	111, 211	Wertstofffraktion
	112	Leichtfraktion
	115	Schneckenförderanlage
10	116	Zuführeinrichtung
	120	saure wässrige Lösung
	121, 221	Rest der sauren wässrigen Lösung
	122	Speicher
	125	Ventil für rückgeführte saure wässrige Lösung
15	130	Spüllösung
	131	Rest der Spüllösung
	132, 232	Ventil für wässrige Lösung
	133, 172	Ventil
	150	Trennvorrichtung
20	151	Trennsäule
	152	Füllmaterial
	160	Abgas
	170, 270	Abscheider
	171	weiterer Abscheider
25	218	Einschleusvorrichtung

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Gewinnen einer Wertstofffraktion (111) aus einem Schüttgut (110), wobei das Schüttgut (110) die Wertstofffraktion (111) und eine wertstoffarme Leichtfraktion (112) aufweist,
5 das Verfahren aufweisend:
 Zuführen des Schüttguts (110) zu einer Trennvorrichtung (150);
 Strömen einer sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung (150),
10 wobei die saure wässrige Lösung (120) konfiguriert ist die Leichtfraktion (112) zumindest teilweise zu lösen;
 Durchmischen der sauren wässrigen Lösung (120) und des Schüttguts (110) in der Trennvorrichtung (150);
 zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion (112) durch die saure wässrige Lösung (120) in der Trennvorrichtung (150), um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten; und
15 Abscheiden der Wertstofffraktion (111) von dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.
- 20 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Trennvorrichtung (150) zumindest eine Trennsäule (151) aufweist, insbesondere wobei die Trennvorrichtung (150) ein Fließbettreaktor ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die saure wässrige Lösung (120)
25 ein Abfallprodukt, insbesondere eine Metallbeize oder eine Abfallsäure, ist.
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die saure wässrige Lösung (120) zumindest eines aus der Gruppe aufweist, welche besteht aus Flusssäure, HF, Salpetersäure, HNO₃, Salzsäure, HCL, Schwefelsäure, H₂SO₄.
30
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schüttgut (110) ein pulveriges Schüttgut (110) und/oder ein schlammiges Schüttgut (110) ist.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
Abtrennen von Gas (160), insbesondere von CO₂, welches während des zumindest teilweisen Lösens der Leichtfraktion (112) in der Trennvorrichtung (150) entsteht.
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, ferner aufweisend
Überwachen und/oder Steuern des Prozesses basierend auf der Menge des abgetrennten Gases (160).
8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
Zuführen der Wertstofffraktion (111) zu einer hydrometallurgischen Aufbereitung und/oder einer Schwereretrennung.
9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
Rückführen und Wiederverwenden eines Rests der sauren wässrigen Lösung (121).
10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren ferner aufweist:
Einbringen des Schüttguts (110) direkt in die Trennvorrichtung (150);
Strömen der sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung (150), so dass die zumindest teilweise gelöste Leichtfraktion (112) aus der Trennvorrichtung (150) ausgetragen wird; und
Strömen einer Spüllösung (130), insbesondere Wasser, durch die Trennvorrichtung (150), so dass die Wertstofffraktion (111) aus der Trennvorrichtung (150) ausgetragen wird.
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, ferner aufweisend:
Abscheiden eines Rests der sauren wässrigen Lösung (120) von der zumindest teilweise gelösten Leichtfraktion (112); und/oder
Abscheiden eines Rests der Spüllösung (131) von der Wertstofffraktion (111).

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Verfahren ferner aufweist:

5 Zuführen des Schüttguts (110) zu der sauren wässrigen Lösung (120) stromaufwärts der Trennvorrichtung (150), um eine Suspension aus Schüttgut (110) und saurer wässriger Lösung (120) zu erhalten; und
Strömen der Suspension durch die Trennvorrichtung (150).

13. Anlage (100, 200) zum Gewinnen einer Wertstofffraktion (111) aus einem
10 Schüttgut (110), wobei das Schüttgut (110) die Wertstofffraktion (111) und eine wertstoffarme Leichtfraktion (112) aufweist, die Anlage (100, 200) aufweisend:

eine Trennvorrichtung (150), welche konfiguriert ist,
dass das Schüttgut (110) zuführbar ist, und
dass ein Durchmischen von einer sauren wässriger Lösung (120) und dem
15 Schüttgut (110) ermöglicht ist;

einen Speicher (122) zum Speichern der sauren wässrigen Lösung (120),
welche konfiguriert ist die Leichtfraktion (112) zumindest teilweise zu lösen;

eine Strömungsvorrichtung (101, 201), welche konfiguriert ist
zum Strömen der sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung
20 (150), so dass ein zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion (112) durch die saure wässrige Lösung (120) in der Trennvorrichtung (150) stattfindet, um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten; und

einen Abscheider (170, 270) zum Abscheiden der Wertstofffraktion (111)
aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.

25

14. Die Anlage (100, 200) gemäß Anspruch 13, ferner aufweisend
eine weitere Strömungsvorrichtung (102) zum Strömen einer Spüllösung
(130), insbesondere Wasser, durch die Trennvorrichtung (150), so dass die
Wertstofffraktion (111) aus der Trennvorrichtung (150) ausgetragen wird; und

30 einen weiteren Abscheider (171) zum Abscheiden der Leichtfraktion (112) von einem Rest der sauren wässrigen Lösung (121).

15. Die Anlage gemäß Anspruch 13, ferner aufweisend

eine Einschleusvorrichtung (218), insbesondere eine Zellenradschleuse, welche stromaufwärts der Trennvorrichtung (150) angeordnet ist, und welche konfiguriert ist, um das Schüttgut (110) in die saure wässrige Lösung (120) einzubringen, so dass eine Suspension aus Schüttgut (110) und saurer wässriger Lösung (120) entsteht.

5

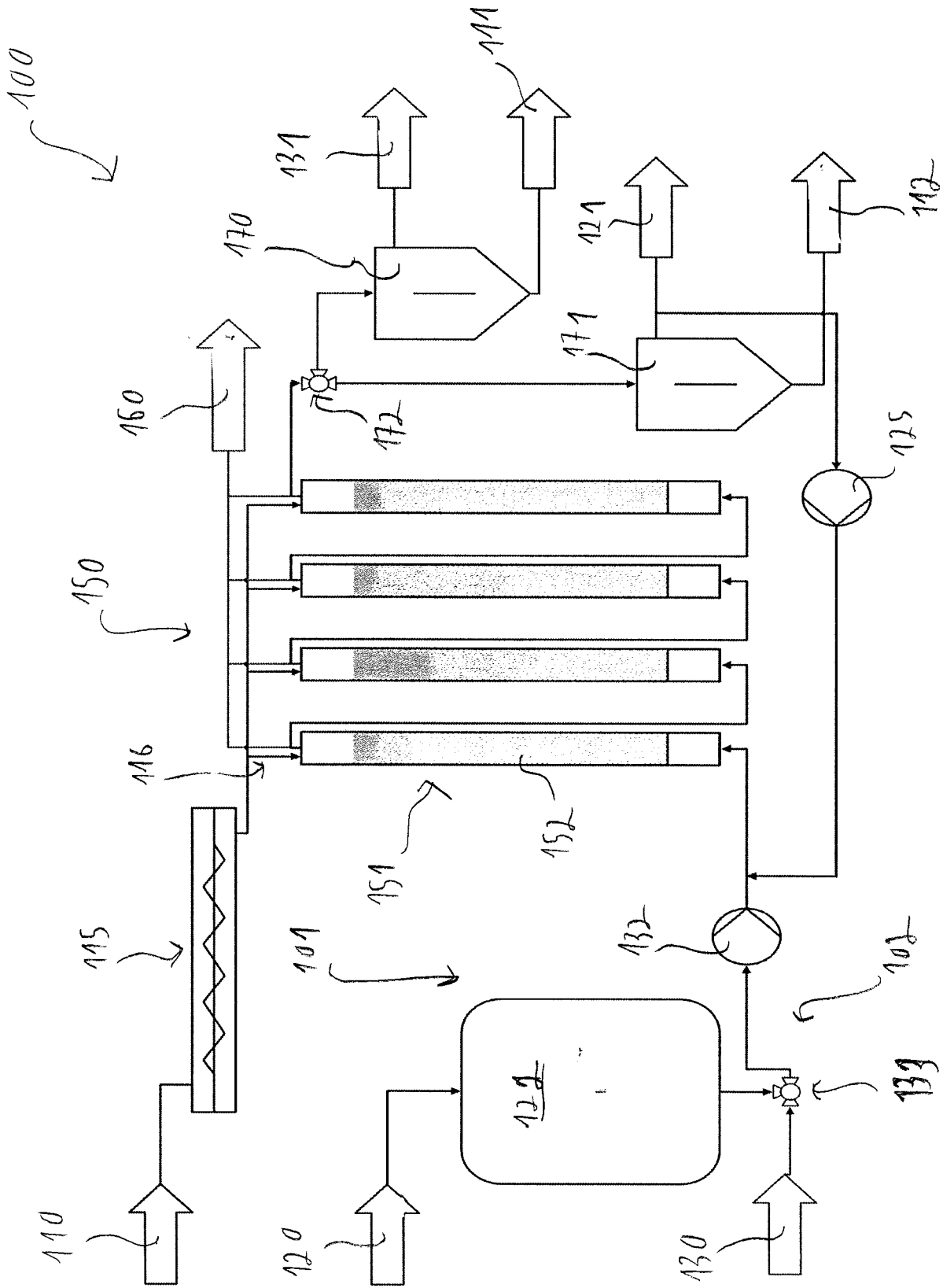


Figure 1

200 ↗

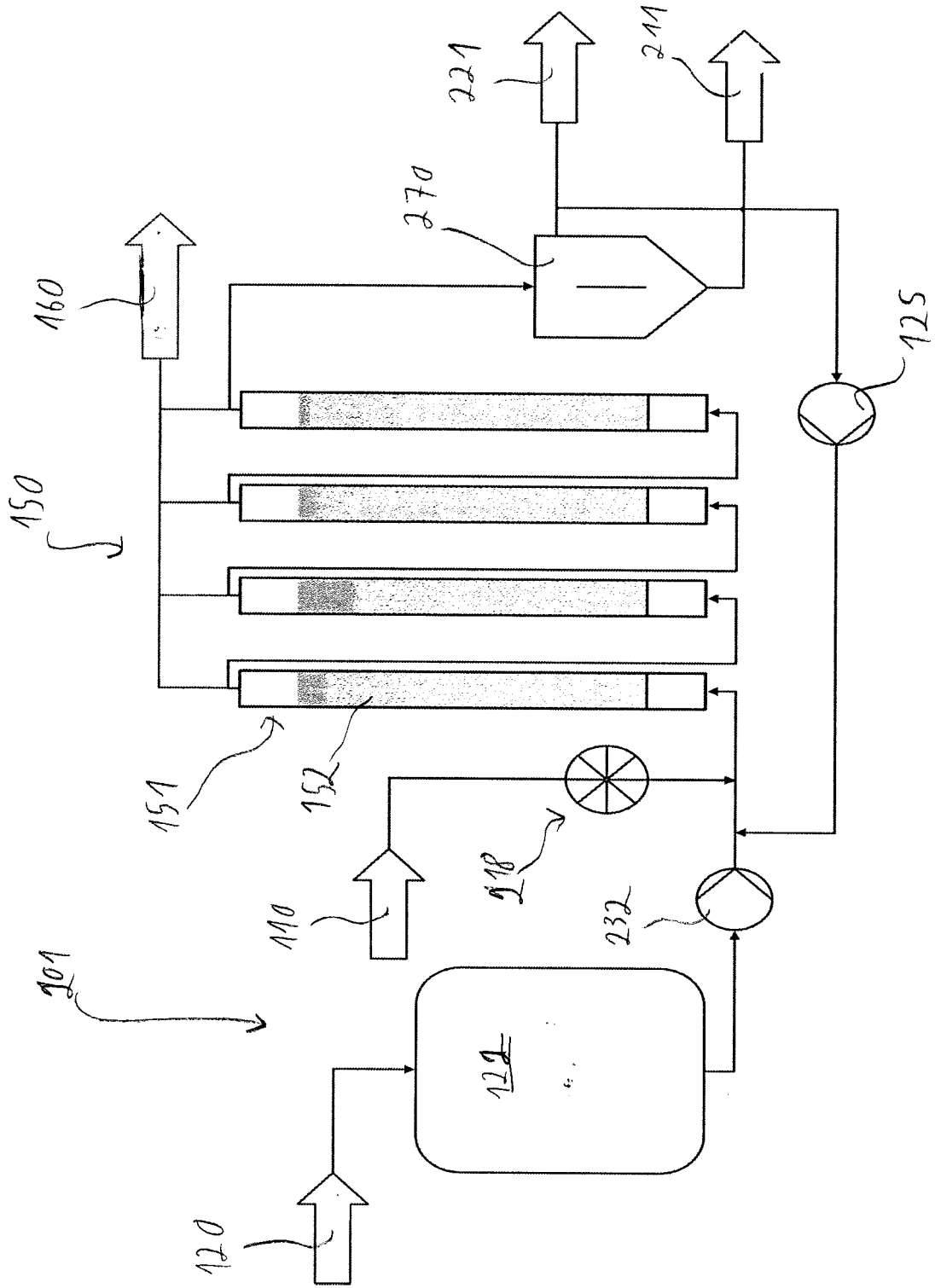
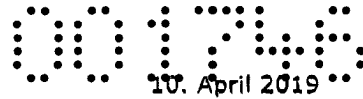


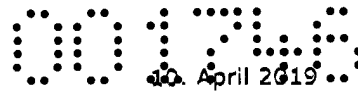
Figure 2



G e ä n d e r t e P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Gewinnen einer Wertstofffraktion (111) aus einem Schüttgut (110), wobei das Schüttgut (110) die Wertstofffraktion (111) und eine wertstoffarme Leichtfraktion (112) aufweist,
5 das Verfahren aufweisend:
 Zuführen des Schüttguts (110) zu einer Trennvorrichtung (150);
 Strömen einer sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung (150),
10 wobei die saure wässrige Lösung (120) konfiguriert ist die Leichtfraktion (112) zumindest teilweise zu lösen;
 Durchmischen der sauren wässrigen Lösung (120) und des Schüttguts (110) in der Trennvorrichtung (150);
 zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion (112) durch die saure wässrige Lösung (120) in der Trennvorrichtung (150), um ein zumindest teilweise
15 gelöstes Schüttgut zu erhalten; und
 Abscheiden der Wertstofffraktion (111) von dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.
- 20 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die saure wässrige Lösung (120) ein Abfallprodukt, insbesondere eine Metallbeize oder eine Abfallsäure, ist.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die saure wässrige Lösung (120) zumindest eines aus der Gruppe aufweist, welche besteht
25 aus Flusssäure, HF, Salpetersäure, HNO₃, Salzsäure, HCL, Schwefelsäure, H₂SO₄.
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schüttgut (110) ein pulvriges Schüttgut (110) und/oder ein schlammiges Schüttgut (110) ist.
30
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:

Amtl. AZ A50660/2018
Seite 2 / 4

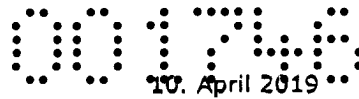


Abtrennen von Gas (160), insbesondere von CO₂, welches während des zumindest teilweisen Lösens der Leichtfraktion (112) in der Trennvorrichtung (150) entsteht.

- 5 6. Verfahren gemäß Anspruch 5, ferner aufweisend
Überwachen und/oder Steuern des Prozesses basierend auf der Menge des abgetrennten Gases (160).
7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner
10 aufweisend:
Zuführen der Wertstofffraktion (111) zu einer hydrometallurgischen Aufbereitung und/oder einer Schwereretrennung.
8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner
15 aufweisend:
Rückführen und Wiederverwenden eines Rests der sauren wässrigen Lösung (121).
9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das
20 Verfahren ferner aufweist:
Einbringen des Schüttguts (110) direkt in die Trennvorrichtung (150);
Strömen der sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung (150), so dass die zumindest teilweise gelöste Leichtfraktion (112) aus der Trennvorrichtung (150) ausgetragen wird; und
25 Strömen einer Spüllösung (130), insbesondere Wasser, durch die Trennvorrichtung (150), so dass die Wertstofffraktion (111) aus der Trennvorrichtung (150) ausgetragen wird.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, ferner aufweisend:
30 Abscheiden eines Rests der sauren wässrigen Lösung (120) von der zumindest teilweise gelösten Leichtfraktion (112); und/oder
Abscheiden eines Rests der Spüllösung (131) von der Wertstofffraktion (111).

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

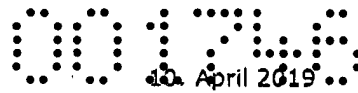
Amtl. AZ A50660/2018
Seite 3 / 4



11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verfahren ferner aufweist:
Zuführen des Schüttguts (110) zu der sauren wässrigen Lösung (120)
5 stromaufwärts der Trennvorrichtung (150), um eine Suspension aus Schüttgut (110) und saurer wässriger Lösung (120) zu erhalten; und
Strömen der Suspension durch die Trennvorrichtung (150).
12. Anlage (100, 200) zum Gewinnen einer Wertstofffraktion (111) aus einem
10 Schüttgut (110), wobei das Schüttgut (110) die Wertstofffraktion (111) und eine wertstoffarme Leichtfraktion (112) aufweist, die Anlage (100, 200) aufweisend:
eine Trennvorrichtung (150), welche konfiguriert ist,
dass das Schüttgut (110) zuführbar ist, und
dass ein Durchmischen von einer sauren wässriger Lösung (120) und dem
15 Schüttgut (110) ermöglicht ist;
einen Speicher (122) zum Speichern der sauren wässrigen Lösung (120),
welche konfiguriert ist die Leichtfraktion (112) zumindest teilweise zu lösen;
eine Strömungsvorrichtung (101, 201), welche konfiguriert ist
zum Strömen der sauren wässrigen Lösung (120) durch die Trennvorrichtung
20 (150), so dass ein zumindest teilweises Lösen der Leichtfraktion (112) durch die saure wässrige Lösung (120) in der Trennvorrichtung (150) stattfindet, um ein zumindest teilweise gelöstes Schüttgut zu erhalten; und
einen Abscheider (170, 270) zum Abscheiden der Wertstofffraktion (111) aus dem zumindest teilweise gelösten Schüttgut.
25
13. Die Anlage (100, 200) gemäß Anspruch 12, wobei die Trennvorrichtung (150) zumindest eine Trennsäule (151) aufweist, insbesondere wobei die Trennvorrichtung (150) ein Fließbettreaktor ist.
- 30 14. Die Anlage (100, 200) gemäß Anspruch 12 oder 13, ferner aufweisend eine weitere Strömungsvorrichtung (102) zum Strömen einer Spüllösung (130), insbesondere Wasser, durch die Trennvorrichtung (150), so dass die Wertstofffraktion (111) aus der Trennvorrichtung (150) ausgetragen wird; und

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

Amtl. AZ A50660/2018
Seite 4 / 4



einen weiteren Abscheider (171) zum Abscheiden der Leichtfraktion (112) von einem Rest der sauren wässrigen Lösung (121).

15. Die Anlage gemäß Anspruch 12 oder 13, ferner aufweisend
5 eine Einschleusvorrichtung (218), insbesondere eine Zellenradschleuse, welche stromaufwärts der Trennvorrichtung (150) angeordnet ist, und welche konfiguriert ist, um das Schüttgut (110) in die saure wässrige Lösung (120) einzubringen, so dass eine Suspension aus Schüttgut (110) und saurer wässriger Lösung (120) entsteht.

10

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE