

(19)



(11)

EP 2 470 306 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.10.2013 Patentblatt 2013/40

(51) Int Cl.:
B03C 1/015 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10720630.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/057542

(22) Anmeldetag: **31.05.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/023426 (03.03.2011 Gazette 2011/09)

(54) **VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN MAGNETISCHEN ERZTRENNUNG UND/ODER -AUFBEREITUNG SOWIE ZUGEHÖRIGE ANLAGE**

METHOD FOR THE CONTINUOUS MAGNETIC ORE SEPARATION AND/OR DRESSING AND RELATED SYSTEM

PROCÉDÉ CONTINU DE SÉPARATION ET/OU DE PRÉPARATION MAGNÉTIQUE DE MINÉRAI ET INSTALLATION ASSOCIÉE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **24.08.2009 DE 102009038666**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.07.2012 Patentblatt 2012/27

(73) Patentinhaber:
• **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)
• **BASF SE**
67056 Ludwigshafen (DE)

(72) Erfinder:
• **DANOV, Vladimir**
91056 Erlangen (DE)

- **DOMKE, Imme**
68165 Mannheim (DE)
- **GROMOLL, Bernd**
91083 Baiersdorf (DE)
- **HARTMANN, Werner**
91085 Weisendorf (DE)
- **KRIEGLSTEIN, Wolfgang**
90491 Nürnberg (DE)
- **MICHAILOVSKI, Alexej**
67061 Ludwigshafen (DE)
- **MRONGA, Norbert**
69221 Dossenheim (DE)
- **RIEGER, Reinhold**
67591 Offstein (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-96/41391 WO-A1-2009/010422
WO-A2-2009/030669 US-A- 3 926 789
US-A- 4 002 463 US-A- 4 643 822

EP 2 470 306 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kontinuierlichen magnetischen Erztrennung und/oder -aufbereitung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Dabei soll insbesondere auch eine Aufbereitung der eingesetzten Stoffe und ein Wiedereinbringen in den Verfahrensprozess möglich sein.

[0002] In der einschlägigen Bergbau-/Aufbereitungstechnologie wird unter Erz ein metallhaltiges Gestein verstanden, von dem die metallhaltigen Bestandteile als Wertstoffe getrennt werden sollen. Speziell bei Kupfererzen sind die Wertstoffe insbesondere sulfidische Kupfermaterialien, die angereichert werden sollen, beispielsweise - aber nicht ausschließlich - Cu_2S . Das die Werkstoffkörner umgebende Cu-freie Gestein wird als Matrixgestein oder Gangart, in der Fachwelt nach Vermahlung des Gesteins auch als Tailing oder im nachfolgenden kurz als Sand bezeichnet.

[0003] Vom Stand der Technik sind bereits Verfahren zur Erztrennung bekannt, welche ggf. kontinuierlich durchgeführt werden können. Diese Verfahren arbeiten aber überwiegend nach dem Prinzip der mechanischen Flotation, wobei das gemahlene Gestein mit Wasser vermischt wird, um es weiter verarbeiten zu können. Dieses Gemisch aus Wasser und Gesteinsmehl wird auch als Pulpe bezeichnet. Die in dem vorgemahlene Gestein erhaltenen Wert-Erzpartikel in der Pulpe werden zunächst mit Hilfe chemischer Zusätze selektiv mit einer hydrophoben Schicht versehen und dann über die Bindung an Luftblasen in einer Schaumkrone aufkonzentriert. Das so gebildete Gemisch aus Wert-erzpartikeln, Schaumblasen und Wasser kann dann in einfacher Weise im Überlauf sogenannter Flotationszellen ausgetragen werden.

[0004] Um beim Stand der Technik einen hohen Extraktionsgrad des Wert-erzanteils aus dem Gestein, d.h. eine hohe Ausbeute, zu erreichen, sind mehrere aufeinanderfolgende Trennstufen notwendig, die jeweils eigene Flotationszellen beinhalten. Damit ist aber insgesamt ein großer Aufwand und weiterhin insbesondere hoher Energieverbrauch verbunden.

[0005] Es sind auch bereits magnetisch unterstützte Erzabscheidungsverfahren vorgeschlagen worden, die aber beim diesbezüglichen Stand der Technik diskontinuierlich erfolgen. Durch die Ausführung als diskontinuierlich arbeitendes Batchverfahren ist die Ausbeute und der damit verbundene Wirkungsgrad begrenzt, was sich auf die Kosten auswirkt.

Weitere Verfahren arbeiten kontinuierlich, wie z. B. Trommelabscheider, haben jedoch wegen des hohen mechanischen Aufwandes und Wartungsbedarfs nur geringe Massendurchsätze und sind daher für viele der im Bergbau eingesetzten Erzgewinnungsverfahren nicht geeignet.

Die nachfolgend beschriebene neue Methode hingegen kann neben der magnetischen Erzabscheidung gegebenenfalls auch für die Wasseraufbereitung mittels der ma-

gnetischen Separation eingesetzt werden.

[0006] Mit älteren deutschen Patentanmeldungen der Anmelderin werden bereits Verfahren zur kontinuierlichen Abscheidung von nichtmagnetischen Erzen unter Zuhilfenahme von magnetischen bzw. magnetisierbaren Partikeln vorgeschlagen. Hierzu wird auf folgende nicht vorveröffentlichte deutsche Patentanmeldungen der Siemens AG DE102008047841 und DE102008047842 sowie auf die veröffentlichte W02009030669A2 der BASF AG verwiesen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es demgegenüber, einen Gesamtprozess zur kontinuierlichen magnetischen Erzabscheidung und insbesondere zur anschließenden Wiederaufbereitung der eingesetzten Stoffe anzugeben. Dazu soll eine geeignete Anlage geschaffen werden, die großtechnisch in der Praxis realisierbar ist.

[0008] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Maßnahmen des Patentanspruches 1 gelöst. Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Gegenstand der Erfindung ist also ein kontinuierlich arbeitendes Verfahren zur magnetischen Erztrennung bzw. -aufbereitung unter Einschluss einer Wiederaufbereitung der wichtigsten eingesetzten Stoffe. Damit ergibt sich ein besonders umweltfreundliches und wirtschaftliches Gesamtverfahren zur kontinuierlichen Erztrennung insbesondere nichtmagnetischer Erze mit Hilfe magnetischer Partikel, das die konventionellen, aufwendigen Flotationsverfahren insgesamt ersetzen kann.

[0010] Das neue Verfahren hat einen geringeren Energiebedarf und eine größere Extraktionsausbeute als die bekannten Verfahren und kann insbesondere Erzpartikel in einem weiteren Partikelgrößenbereich trennen als dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Vorteilhaft ist dabei, dass eine Gesamtanlage weitestgehend aus bereits verfügbaren technischen Vorrichtungen bzw. Einrichtungen zusammengestellt werden kann.

[0011] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Patentansprüchen.

[0012] Es zeigen

Figur 1 ein Schaubild mit Funktionskästen für die einzelnen Verfahrensschritte mit den einzelnen Stoffflüssen und

Figur 2 eine konkrete Realisierung des Verfahrens gemäß Figur 1 in einer Gesamtanlage mit den notwendigen Einzelvorrichtungen/Einrichtungen zur Realisierung der Teilprozesse.

[0013] Die beiden Figuren werden nachfolgend weitestgehend gemeinsam beschrieben.

[0014] In der Figur 1 sind die einzelnen Verfahrensschnitte jeweils in Kästen mit der zugehörigen chemischen Zusammensetzung eingetragen, wobei die fett ausgefüllten Pfeile die jeweilige Abfolge der Verfahrens-

abschnitte kennzeichnet und die gestrichelten Linien mit den jeweiligen Pfeilen die Materialströme aus dem rezyklierten Material kennzeichnen.

[0015] Wesentlich ist beim vorliegenden beschriebenen Verfahren und der zugehörigen Anlage die Verwendung von Magnetit (Fe_3O_4) als magnetisch aktivierbares Sorptionsmittel: Magnetit ist in feingemahlener Form bereits hydrophob, d.h. er bindet bevorzugt an hydrophobe Partikel in wässrigen Lösungen.

[0016] Der einzusetzende Magnetit wird in feingemahlener Form weiterhin mit einem oberflächenmodifizierenden Mittel behandelt, welches die Oberflächen der Partikel noch erheblich stärker hydrophob, d.h. wasserabweisend, macht. Hydrophobe Partikel lagern sich in wässriger Suspension zu Agglomeraten zusammen, um die Grenzfläche mit Wasser zu minimieren. Dies wird dahingehend ausgenutzt, dass die Werterzpartikel ebenfalls selektiv hydrophobisiert werden, die Gangart jedoch hydrophil bleibt; dadurch bilden sich größere Agglomerate aus Werterzpartikeln und Magnetit, welche als Ganzes wegen des Magnetitanteils magnetisierbar sind.

[0017] Beim nachfolgend beschriebenen Verfahren werden die magnetischen Eigenschaften des Magnetits dahingehend genutzt, indem durch definiert platzierte bzw. aktivierbare Magnetfelder der Magnetit mit den daran gebundenen Wert-Erzpartikeln von den nichtmagnetischen Materialien (Gangart) getrennt werden kann. Im Folgenden werden beispielhaft sulfidische Kupferminerale genannt, wobei das Verfahren auch für andere sulfidische Mineralien wie z.B. Molybdänsulfid, Zinksulfid eingesetzt werden kann. Durch Anpassung der funktionalen Gruppe des Hydrophobierungsmittels für andere Mineralien lässt sich die hier beschriebene Methode auch für Mineralien anderer chemischer Zusammensetzung einsetzen.

[0018] Als wesentlicher Zusatzstoff am Anfang der Prozesskette des Verfahrens dient ein langkettiges Kalium- oder Natrium-Alkylxanthat (im Folgenden der Einfachheit halber mit "Xanthat" benannt), ein Mittel, das bekanntermaßen selektiv an die Oberflächen sulfidischer Kupferminerale adsorbiert und diese hydrophob macht. Das Xanthat besteht meist aus einer Kohlenstoffkette mit typisch 5 bis 12 Kohlenstoffatomen und einer funktionalen Kopfgruppe, welche selektiv an das Kupfermineral bindet.

Im vorliegenden Fall erfolgt dadurch eine Hydrophobierung der Wert-Erzpartikel. Dazu werden das Erz in fein gemahlener Form sowie Wasser und Dieselöl als Eingangsstoffe für den nachfolgend beschriebenen Prozess verwendet.

[0019] Gemäß Kasten 1 erfolgt in einem ersten Prozessschritt eine Mischung der Eingangsstoffe. Dabei wird der Erzstrom (Pulpe), der aus dem gemahlenen Gestein (Erz), Wasser und - je nach Anwendung - unterschiedlichen Chemikalien besteht, mit dem benötigten bereits hydrophobierten Magnetit und dem weiteren Hydrophobierungsmittel, insbesondere dem Xanthat, vermischt. Bevorzugt hat der Erzstrom einen Feststoffgehalt

von etwa 40-bis 70 Massenprozent, womit der Strom pumpfähig gemacht ist und entsprechend Figur 2 mittels einer Pumpe 25 in einen Mischbehälter oder Rührkessel 26 geleitet werden kann.

[0020] Ziel ist, dass in einer wässrigen Suspension (Pulpe), welche neben den Werterzpartikeln noch die Gangart enthält, die durch Xanthat hydrophobierten Kupferminerale, wie z.B. Chalcocit (Cu_2S), Bornit (Cu_5FeS_4) oder Chalcopyrit (CuFeS_2) mit dem hydrophoben Magnetit (Fe_3O_4^h) aufgrund ihrer wasserabweisenden Eigenschaften Agglomerate bilden. Dieser Prozessschritt wird nachfolgend als "Load"-Prozess 2 bezeichnet. Wie bereits gezeigt, wird das Hydrophobierungsmittel für die Hydrophobierung des im Erzstrom enthaltenen Wertstoffes benutzt. Der Erzstrom, das Hydrophobierungsmittel und der Magnetit werden zusammen gemischt ("Load"-Prozess). Dazu ist ein Mischgerät oder ein Rührkessel 26 notwendig, der so ausgeführt werden muss, dass genug Scherkräfte und Verweilzeit zur Verfügung stehen, damit die Hydrophobierungsreaktion und das Zusammenbringen von Magnetit- und Erzpartikeln stattfinden kann.

[0021] Eine mögliche Ausführung ist ein Rührkessel 26, bei dem ein solcher Rührer eingesetzt wird, der hohe Scherkräfte hat. Die Chemikalien und der Magnetit werden dabei in der Nähe des Rührers eindosiert. Ein solcher Rührer muss auch in der Lage sein, nicht nur eine lokale, sondern auch eine globale Durchmischung zu gewährleisten. Es kann ersatzweise auch ein zusätzlicher Mischer eingesetzt werden, der zusätzlich das Fluid umwälzt. Dabei entstehen große Partikel (Agglomerate), die aus hydrophobiertem Harz und hydrophobiertem Magnetit bestehen.

[0022] Gemäß Kasten 3 erfolgt anschließend eine Separierung des Erzes in zwei Stoffströme, insbesondere der sulfidischen Werterzanteile von der Gangart. In diesem Verfahrensschritt wird neben dem Stoffstrom "Tailing" (d.h. die von den Werterzanteilen weitgehend befreite Gangart) der Wertstoffstrom "Rohkonzentrat" erzeugt. Während das Tailing wie in den heute eingesetzten Flotationsverfahren direkt endgelagert werden kann, muss das Rohkonzentrat weiter aufbereitet werden, um insbesondere das eingesetzte Magnetit zurückzugewinnen und den Kupfermineralanteil für die nachfolgenden Weiterverarbeitungsschritte entsprechend aufzubereiten.

[0023] Dazu wird gemäß Kasten 4 zunächst das Wasser entzogen; bei Bedarf erfolgt ein zusätzlicher Trockenprozess. Gemäß Kasten 5 ist das Gemisch aus dem hydrophobem Kupfersulfid und Magnetit transportfähig, wobei als Verunreinigung noch ein Anteil an Gangart im Rohkonzentrat vorhanden ist.

In weiteren Verfahrensschritten werden der Magnetitanteil und der Werterzanteil voneinander getrennt (sog. "Unload"-Prozess). Dadurch werden wiederum zwei Stoffströme erzeugt:

- der Magnetitstrom, der der Pulpe im Eingangsreich der Anordnung (Kasten 1) zugeführt wird;

- das sog. Konzentrat, welches vorwiegend aus sulfidischen Kupfermineralien und einem gewissen Anteil an Gangart besteht.

[0024] Dem so erhaltenen Magnetitstrom aus wiederaufbereitetem Magnetit wird zusätzlich frischer, hydrophobisierter Magnetit zugefügt, um die im Gesamtprozess unvermeidlichen Stoffverluste zu ergänzen. Dadurch wird der Bedarf an vergleichsweise teurem Magnetit bei Durchführung des Verfahrens minimiert, wobei der frische Magnetit in Behältern (z.B. "big bags") geliefert wird und je nach Bedarf zudosiert werden kann. Erst zu diesem Strom werden die weiteren notwendigen Chemikalien in gelöster Form zugegeben. Die Chemikalien werden bevorzugt in gelöster Form zugegeben, weil die Dosierung und Transport von Flüssigkeiten innerhalb der Anlage homogener, schneller und präziser erfolgen kann als die Dosierung von Feststoffen.

[0025] Im unteren Teil der Figur 1 wird anhand der Kästen 6 bis 9 die Trennung des Kupfersulfid-Magnetit-Gemisches verdeutlicht. Dazu muss dem Gemisch aus sulfidischen Kupfermineralien, Magnetit und Gangart eine unpolare Flüssigkeit zugeführt werden, wie sie beispielsweise durch Dieselöl realisiert werden kann.

[0026] Der Kasten 6 beinhaltet die Zuführung von Dieselöl zu dem Endprodukt gemäß Kasten 5 und eine diesbezügliche Mischung beider Substanzen. Dadurch werden die Agglomerate aus sulfidischen Mineralien und Magnetit aufgebrochen und die Möglichkeit geschaffen, das Magnetit zurückzugewinnen und das eigentliche Produkt "Konzentrat" ohne Magnetitanteil zu erzeugen.

[0027] In weiteren Verfahrensschritten werden das Dieselöl einerseits und der Magnetit andererseits zur weiteren Verwendung regeneriert. Entsprechend der strichlinierten Linie mit zugehörigem Pfeil werden der Magnetit, ein Teil der im Rohkonzentrat verbliebenen Gangart, und Dieselöl dem Eingangsschritt zurückgeführt.

[0028] Die Funktionsweise der Anlage zur Durchführung des Verfahrens ist in Figur 2 anhand der Abfolge aller Vorrichtungen/Einrichtungen verdeutlicht. Es bedeuten hier Bezugszeichen 20 den Behälter ("big bag") für den Magnetit mit einer Dosiereinrichtung 21. In einer ersten Prozessschiene wird der Magnetit in einer Rühreinrichtung 22 mit Wasser und recyceltem Magnetit vermischt. Das Gemisch gelangt über eine Dosierpumpe 23 in eine Rühreinrichtung 26, wobei über eine zweite Dosierpumpe 24 dem Gemisch Xanthat zugeführt wird. In einer zweiten Prozessleitung werden die Wertstoffe in Form der Pulpe mit Erz über eine weitere Dosierpumpe 25 der Rühreinrichtung 26 zugeführt. Die Pulpe und das Gemisch mit Xanthat werden in der Rühreinrichtung 46 gemischt. Die Rühreinrichtung 26 ist als Reaktor ausgebildet und in diesem wird der "Load"-Prozess durchgeführt.

[0029] In der Gesamtanlage gemäß Figur 2 sind zwei magnetische Separatoren 30, 40 vorhanden, d.h. der Prozess verläuft parallel in zwei Prozessebenen. Die ma-

gnetischen Separatoren 30, 40 arbeiten nach denselben physikalischen Prinzipien. Ihnen ist jeweils eine Dosierpumpe 27 bzw. 39 zugeordnet, die für den Transport der Pulpe sorgt. Ziel der magnetischen Separatoren 30 und 40 ist es, jeweils ein Konzentrat mit höherem Kupferanteil zu gewinnen.

[0030] Entsprechend einem ersten Prozess wird die Mischung von Erz und Magnetit dem Separationsprozess zugeführt, wozu eine Dosierpumpe 27 notwendig ist. Beim eigentlichen Separationsprozess erfolgt die Abtrennung der magnetischen Agglomerate aus dem Erzstrom, wobei separate Stoffströme entstehen und zwar

- ein so genannter Tailing-Strom, der einen wasserreichen Strom darstellt, und der - je nach Anwendung - entweder keinen Wertstoff mehr enthält und somit entsorgt werden kann. Gegebenenfalls enthält dieser Strom aber noch Restwertstoff und wird daher zur erneuten Bearbeitung zurückgeführt.
- Der abgeschiedene Strom ("Rohkonzentrat") enthält den Wertstoff als Zwischenprodukt in vergleichsweise hoher Konzentration. Dieser Strom enthält wenigstens 10 Massenprozent an Wertstoff und stellt einen Zwischenproduktstrom dar.

[0031] Letzterer Zwischenproduktstrom wird nachfolgend mit Hilfe mindestens einer Dosierpumpe 31 zu einem Trocknungsschritt geleitet. Die Trocknung kann, falls nötig, in zwei Schritten vollzogen werden. Im ersten, unverzichtbaren Schritt wird mit Hilfe eines mechanischen Prozesses, insbesondere von Zentrifugalkräften, das meiste Wasser entzogen. Dieses Wasser kann je nach Prozessführung wieder dem Prozess zurückgeführt werden, so dass sich ein weitgehend geschlossener Wasserkreislauf mit geringem Einfluss auf die Umwelt ergibt. Das abgetrennte Wasser kann aber auch unmittelbar in die Pulpebereitung zurückgespeist werden.

[0032] Eine weitere Einsatzmöglichkeit ist die Zumischung zum Endprodukt, um dieses transportfähig zu machen und gegebenenfalls die Auswirkung einer geringen Dieselrestfeuchte zu beseitigen.

[0033] Eine mögliche Ausführung für den ersten Entwässerungsschritt ist die Verwendung der Dekantereinheit 32 gemäß Figur 2. Damit entsteht der bereits erwähnte Zwischenproduktstrom, der noch höchstens 10 bis 30 % Massenprozent Restfeuchte hat.

[0034] Dieser Strom kann, wenn notwendig, z. B. mit Hilfe einer biegsamen Förderschnecke 33 oder einem Förderband zu einem zweiten Trocknungsschritt gebracht werden. Dabei handelt es sich beispielsweise um einen thermischen Trockner 34, der die restliche Feuchte verdampft. Dieser Trockner kann z.B. durch Prozessdampf oder Gas oder Ölbrenner betrieben werden. Dabei entsteht Dampf, der an anderen Stellen zum Vorheizen verwendet werden kann.

[0035] Letzterer Schritt kann je nach Anwendung und Prozessführung überflüssig werden. Aus dem Trockner kommt ein Feststoffstrom mit einer Restfeuchte von unter

1 %. Dieser Strom wird in einem Feststoffwärmetauscher 36 abgekühlt und beispielsweise mit Hilfe einer Förderschnecke 37 einem weiteren Rührkessel 38 zugegeben.

[0036] In einer besonders vorteilhaften Anordnung werden die drei Prozessschritte: Grobentfeuchtung - Trocknung - Entwärmung in einer einzigen Prozesseinheit integriert, so dass sich die Zahl der einzusetzenden Apparaturen in diesem Schritt von drei auf eine reduziert. In dem Rührkessel 38 gemäß Figur 2, der bevorzugt eine ähnliche Bauweise wie der erste Rührkessel 26 haben kann, werden zum Feststoffstrom die weiteren Chemikalien, insbesondere die unpolare Flüssigkeit wie Diesel zugemischt. Es müssen Chemikalien gewählt werden, die die hydrophobe Bindung zwischen dem Wertstoff und dem Magnetit aufheben, was in idealer Weise durch Diesel erfüllt wird. Der Dieselstrom, der jeweils zugemischt wird, beinhaltet das recycelte Dieselöl sowie einen frischen Anteil an Dieselöl, der notwendig ist, um Stoffverluste im Gesamtprozess auszugleichen. Der Dieselgehalt muss mindestens 40 Massenprozent betragen, um die Mischung fließ- und pumpfähig zu machen. Die dieselhaltige Mischung wird mit Hilfe von mindestens einer Dosierpumpe 39 zum darauffolgenden Trennschritt geleitet, in welchem die Magnetitpartikel vom Wertstoff getrennt werden.

[0037] Der "Unload-Prozess" umfasst eine weitere magnetische Separation. Damit wird der Magnetit aus dem Stoffstrom abgetrennt, um anschließend wieder dem "Load-Prozess" zugeführt zu werden. Dabei entstehen wiederum zwei Stoffströme: Der eine Strom beinhaltet den Wertstoff (Erz) und wird mit Hilfe des Dekanters 44 entfeuchtet. Je nach Anforderungen kann noch ein weiterer thermischer Trockner verwendet werden. Danach wird dieser Massenstrom mit Hilfe von Fördereinrichtungen 44 in einen Rührkessel 46 gegeben, mit Wasser vermischt und als Endprodukt "Konzentrat" über eine Pumpe 47 ausgegeben.

[0038] Der Magnetitstrom wird ebenfalls mit Hilfe von einem Dekanter 42 entfeuchtet. Auch hier können - je nach Anwendung - zusätzliche thermische Trocknungsschritte hinzukommen. Rückgewonnenes Dieselöl wird wiederum dem eigentlichen Prozess zugeführt, z.B. über den Behälter für Dieselöl 50. Der trockene Magnetit kann über eine Transportschnecke 43 zur Rühreinrichtung 22 transportiert werden. Dort wird der recycelte Magnetit mit frischem Magnetit und Wasser vermischt und so dem Stoffstrom wieder zugeführt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur magnetischen Erzabtrennung und/oder -aufbereitung, bei dem aus gefördertem metallhaltigem Erzgestein metallhaltige Wertstoffe separiert werden, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Herstellen einer flüssigen Mischung (Pulpe)

umfassend Wasser und gemahlenes Gestein, welches den metallhaltigen Wertstoff enthält,

- Durchführen einer Hydrophobierungsreaktion mindestens eines Wertstoffes in der Pulpe,

- Darstellen eines hydrophobisierten, magnetisierbaren, partikelförmigen Materials in flüssiger Suspension und Zufügen dieser Suspension zur Pulpe

- Herbeiführen einer Agglomerationsreaktion zwischen hydrophobisiertem, magnetisierbarem, partikelförmigen Material und hydrophobisiertem Wertstoff zu magnetisierbaren Agglomeraten in der Pulpe,

- eine erste magnetische Separationsstufe zur Trennung der magnetisierbaren Agglomerate aus der Pulpe

- Vermischen eines die Agglomerate enthaltenden Separationsproduktes der ersten Separationsstufe mit einer wasserunlöslichen unpolaren Flüssigkeit und Auflösung der Agglomerate in der unpolaren Flüssigkeit in die Ausgangsbestandteile magnetisierbares, partikelförmiges Material und Wertstoff,

- eine zweite magnetische Separationsstufe zur Trennung des magnetisierbaren, partikelförmigen Materials von dem Wertstoff

- Entfeuchten des den Wertstoff enthaltenden Separationsanteils der zweiten Separationsstufe zur Darstellung des Wertstoffes,

dadurch gekennzeichnet, dass die eingesetzten Stoffe magnetisierbares partikelförmiges Material, unpolare Flüssigkeit und Prozesswasser wieder aufbereitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als magnetisierbares partikelförmiges Material Magnetit (Fe_3O_4) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hydrophobierungsmittel zur selektiven Hydrophobisierung der metallhaltigen Wertstoffe der Pulpe eingesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als unpolare Flüssigkeit Dieselöl verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stoffstrom der zweiten magnetischen Separationsstufe, der das magnetisierbare partikelförmige Material umfasst, entfeuchtet wird und das entfeuchtete magnetisierbare partikelförmige Material zur Erzeugung der Suspension herangezogen wird.

6. Verfahren nach der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Hydrophobie-

rungsmittel Xanthate eingesetzt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulpe einen Wassergehalt von 30 bis 60 Massenprozent hat.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulpe gepumpt wird.
9. Verfahren nach einer der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Pulpe weitere Chemikalien verwendet werden.

Claims

1. Method for magnetic ore separation and/or dressing, in which metalliferous recoverable materials are separated from conveyed metalliferous ore rock, comprising the following method steps:

- production of a liquid mixture (pulp) comprising water and ground rock, which contains the metalliferous recoverable material,
- execution of a hydrophobising reaction of at least one recoverable material in the pulp,
- synthesis of a hydrophobised, magnetisable, particulate material in liquid suspension and addition of this suspension to the pulp,
- bringing about an agglomeration reaction between hydrophobised, magnetisable, particulate material and hydrophobised recoverable material to form magnetisable agglomerates in the pulp,
- a first magnetic separation stage to separate the magnetisable agglomerates from the pulp
- mixing of one of the separation products of the first separation stage, containing the agglomerates, with a non-polar liquid insoluble in water and decomposition of the agglomerates in the non-polar liquid into the basic components of magnetisable, particulate material and recoverable material,
- a second magnetic separation stage to separate the magnetisable, particulate material from the recoverable material,
- removal of moisture from the separation portion containing the recoverable material of the second separation stage to synthesise the recoverable material,

characterised in that the materials used - magnetisable, particulate material, non-polar liquid and/or process water - are recycled.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** magnetite (Fe_3O_4) is used as a magnetisable, par-

ticulate material.

3. Method according to claim 1 and 2, **characterised in that** a hydrophobising agent is used for selective hydrophobisation of the metalliferous recoverable materials of the pulp.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** diesel oil is used as a non-polar liquid.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the moisture is removed from a material flow of the second magnetic separation stage, which comprises the magnetisable, particulate material, and the magnetisable, particulate material from which the moisture is removed is used to create the suspension.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** xanthates are used as hydrophobising agents.
7. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the pulp has a water content of 30 to 60 percent by mass.
8. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the pulp is pumped.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** additional chemicals are used in the pulp.

Revendications

1. Procédé de séparation et/ou de préparation de minerais par voie magnétique, dans lequel on sépare des substances de valeur métallifères dans de la roche de minerai métallifère transportée, comprenant les stades de procédé suivants :

- on prépare un mélange liquide (pulpe) comprenant de l'eau et de la roche broyée qui contient de la matière de valeur métallifère,
- on effectue une réaction rendant hydrophobe au moins une matière de valeur de la pulpe,
- on met un matériau magnétisable, en forme de particules et rendu hydrophobe en suspension liquide et on ajoute cette suspension à la pulpe,
- on provoque une réaction d'agglomération entre le matériau magnétisable sous forme de particules et rendu hydrophobe et la matière de valeur rendue hydrophobe, pour obtenir des produits agglomérés magnétisables dans la pulpe,
- on effectue un premier stade de séparation magnétique pour la séparation des produits agglomérés

- mérés magnétisables de la pulpe,
 - on mélange un produit de séparation contenant les produits agglomérés du premier stade de séparation à un liquide non polaire et insoluble dans l'eau et on dissout les produits agglomérés dans le liquide non polaire, on sépare les produits agglomérés dans le liquide non polaire en les constituants de départ matériau magnétisable sous forme de particules et matière de valeur,
 - on effectue un deuxième stade de séparation magnétique pour la séparation du matériau magnétisable sous forme de particules de la matière de valeur,
 - on déshydrate la partie de séparation contenant la matière de valeur du deuxième stade de séparation pour obtenir la matière de valeur,
- caractérisé en ce que** l'on traite les matières utilisées, le matériau magnétisable sous forme de particules, le liquide non polaire et l'eau du processus.
2. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce qu'on utilise de la magnétite (Fe_3O_4) comme matériau magnétisable sous forme de particules.
3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2,
caractérisé en ce qu'on utilise un agent rendant hydrophobe pour rendre hydrophobe sélectivement les matières de valeur métallifères de la pulpe.
4. Procédé suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'on utilise de l'huile diesel comme liquide non polaire.
5. Procédé suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'on déshydrate un courant de matière du deuxième stade de séparation magnétique qui comprend le matériau magnétisable sous forme de particules et **en ce que** l'on tire parti du matériau magnétisable sous forme de particules, qui a été déshydraté, pour la production de la suspension.
6. Procédé suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'on utilise du xanthate comme agent rendant hydrophobe.
7. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pulpe a une teneur en eau de 30 à 66 % en masse.
8. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on pompe la pulpe.
9. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** utilise d'autres produits chimiques dans la pulpe.

FIG 1

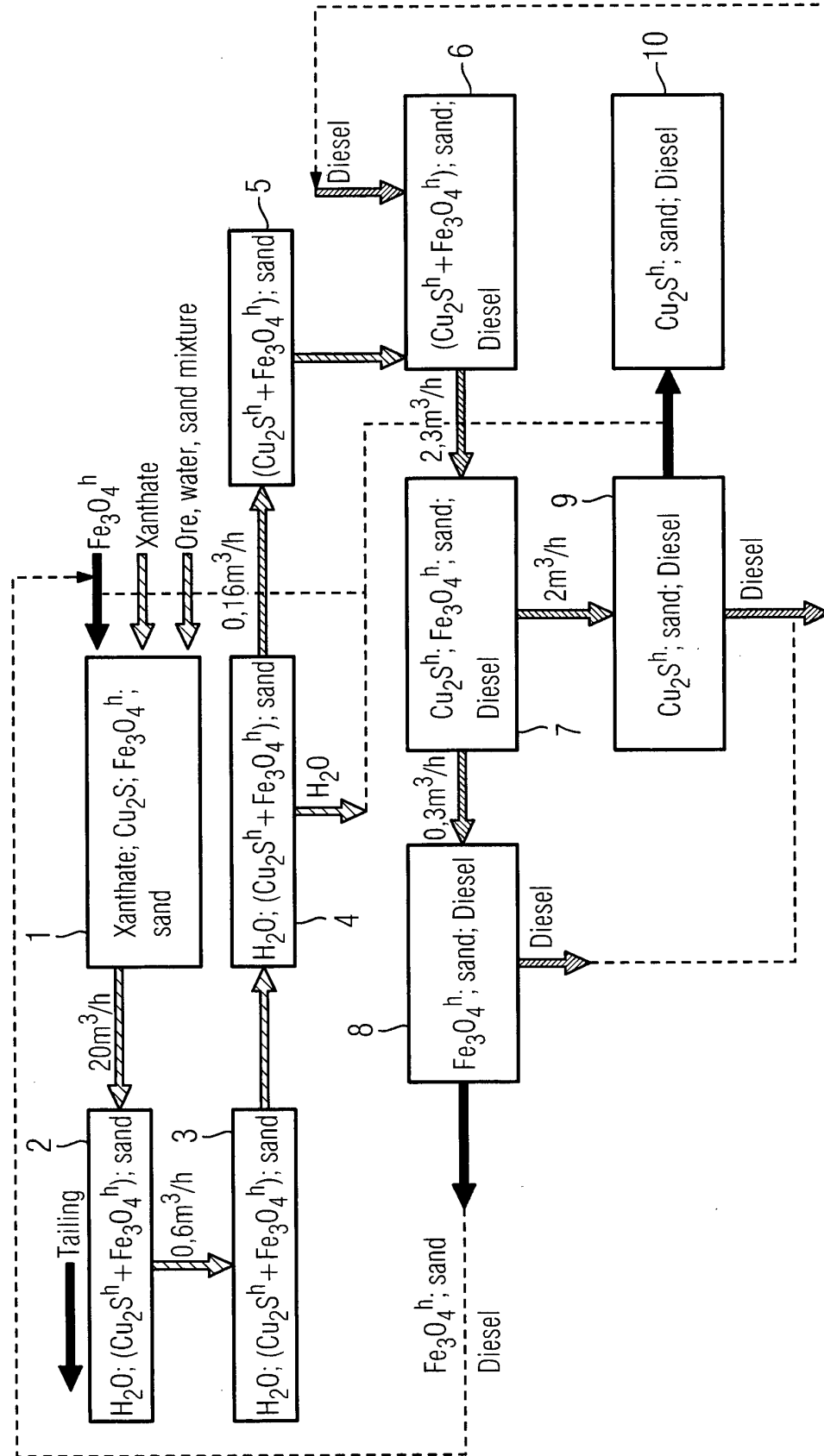
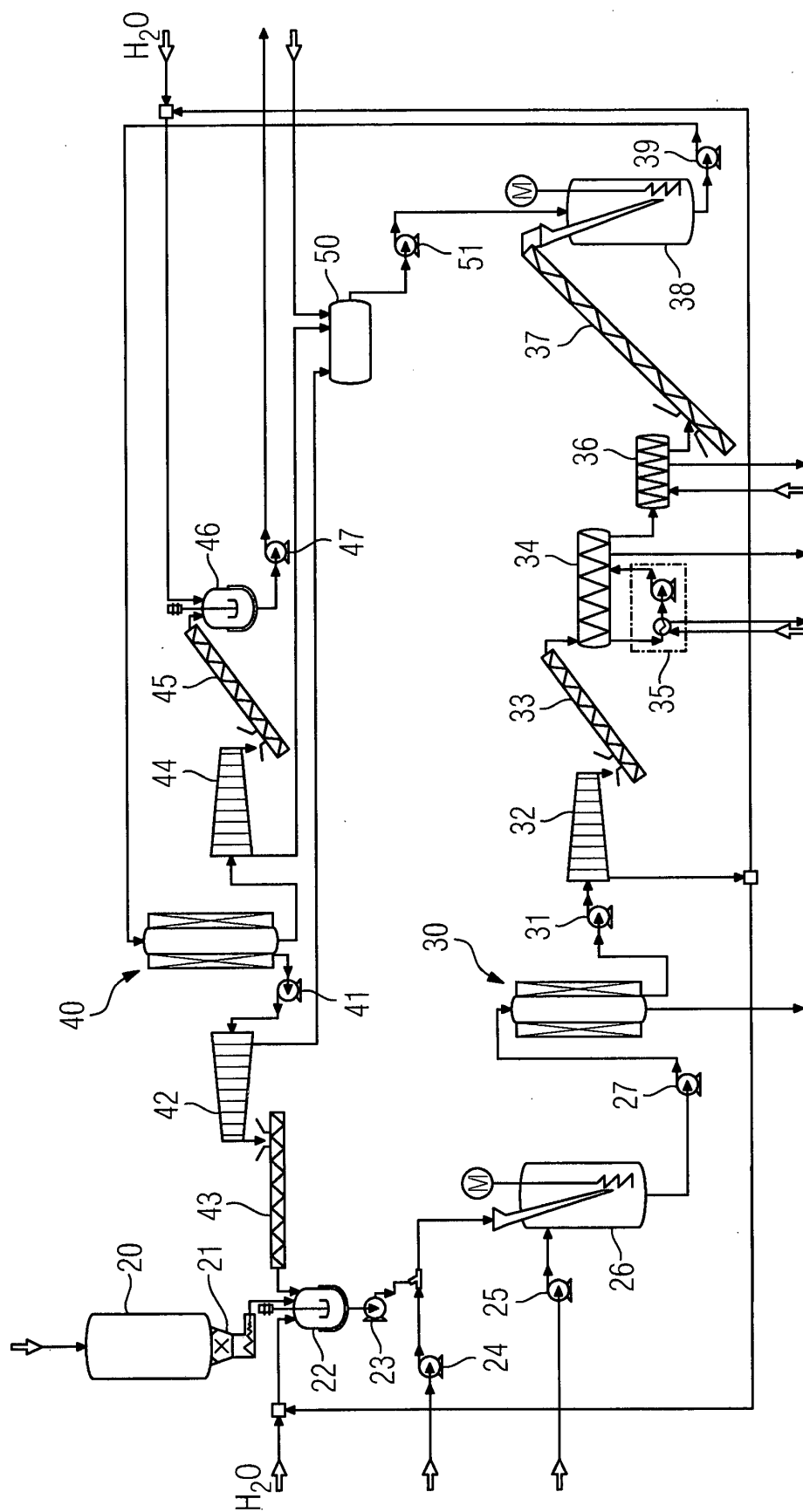


FIG 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008047841 [0006]
- DE 102008047842 [0006]
- WO 2009030669 A2 [0006]