

(19)



(11)

EP 2 366 759 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.09.2011 Patentblatt 2011/38

(51) Int Cl.:

C10G 1/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10156735.2**

(22) Anmeldetag: **17.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Peuker, Urs
09599, Freiberg (DE)**

(54) Verfahren und Vorrichtungen zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsand

(57) Die Erfindung betrifft unter anderem ein Verfahren zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsand, umfassend die Schritte:

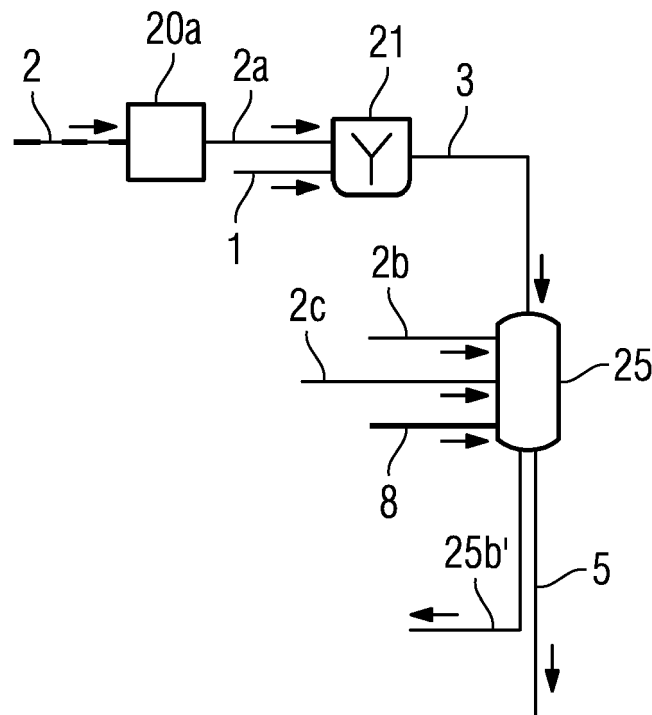
- a) Herstellen einer Suspension aus Ölsand und einem organischen ersten Extraktionsmittel;
- b) Überführen der Suspension in mindestens eine Filterapparatur, mittels welcher ein Filterkuchen umfassend

filtrierbare Partikel der Suspension von einer Hauptmenge an Extraktphase umfassend eine erste Menge an Kohlenwasserstoffen abgetrennt wird;

c) Austreiben einer Restmenge an Extraktphase aus dem Filterkuchen; und

d) Zusammenführen der Hauptmenge und der Restmenge der Extraktphase enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsand.

[0002] Bei einem Ölsand handelt es sich üblicherweise um eine Mischung aus Tonsubstanz, Silikaten, Wasser und Kohlenwasserstoffen. Die in Ölsanden bis zu etwa 18 % enthaltene Ölphase aus diversen Kohlenwasserstoffen weist eine sehr unterschiedliche, oft Abbaubereich-spezifische Zusammensetzung auf, wobei Bitumen, Rohöl und Asphalt enthalten sein können. Die Aufbereitung von Ölsand wird mit dem Ziel der Trennung der Gesteins- bzw. Sandfraktion umfassend Tonsubstanz und Silikate vom eigentlichen Wertstoff, also der Ölphase umfassend die Kohlenwasserstoffe, durchgeführt.

[0003] Der Abbau von Ölsanden erfolgt häufig im Tagebau. Bei einem Abbaus aus tieferen Erdschichten erfolgt oft eine Vorbearbeitung, bei der Dampf in die Lagerstätte eingeleitet, die Kohlenwasserstoffe verflüssigt und an Bohrstellen gesammelt und zutage gefördert werden.

[0004] Die US 4,240,897 beschreibt ein Verfahren zur Extraktion von Bitumen aus Ölsand mittels heißen Wassers.

[0005] Die DE 10 2007 039 453 A1 beschreibt ein Verfahren zur Gewinnung von Bitumen aus Ölsand-Wasser-Mischungen mittels Flotation.

[0006] Gemäß dem sogenannten CLARK-ROWE-Prozess wird Ölsand mit Natronlauge gemischt und dadurch die Ölphase mobilisiert. Es erfolgt eine Phasentrennung wässrig-ölig primär durch Flotation. Der verbleibende Gesteins- oder Sandanteil enthält nach der Extraktion noch bis zu 10% der Ölphase, das zum Teil an der Oberfläche der Feinstpartikel adsorptiv gebunden ist.

[0007] Dies führt zu einer sterischen Stabilisierung dieser Partikel im Abwasserstrom des Prozesses, wodurch eine Abtrennung dieser Partikel stark erschwert ist. Ferner wird eine merkliche Menge an Tonsubstanz durch eine adsorptive Anlagerung der Ölphase so stark hydrophobisiert, dass diese während einer Flotation in das Produkt, d.h. die abgetrennte Ölphase, gelangt. Dort stellt die Tonsubstanz eine qualitätsmindernde Verunreinigung dar, die nur schwer wieder abgeschieden werden kann. Je nach Ölsand-Zusammensetzung wird daher zur Gewinnung eines Barrels an Ölphase etwa die drei- bis vierfache Menge an nicht recycelbarem Frischwasser benötigt. Das Wasser wird mit der abgetrennten Gesteins- oder Sandfraktion in Auffangbecken zwischen- oder endgelagert.

[0008] Die US 4,968,412 beschreibt ein zweistufiges Verfahren zur Entfernung von Bitumen aus Ölsand, bei dem in einem ersten Schritt eine Zugabe von organischem Lösungsmittel und eine Abtrennung der Tonsubstanz erfolgen. In einem zweiten Schritt wird eine Wäsche des aufbereiteten Ölsands mit Wasser unter Tensid-Zugabe durchgeführt.

[0009] Die US 2008/0060978 A1 beschreibt ein Ver-

fahren zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsand, bei dem der Ölsand mit organischen Lösemitteln versetzt und einem Fliehkraftabscheider zugeführt wird.

[0010] Ein Problem bei der Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsanden mit Hilfe von organischen Lösungsmitteln liegt unter anderem in der Aufbereitung der abgetrennten, noch Lösemittel enthaltenden Gesteins- oder Sandfraktion.

[0011] Es ist Aufgabe der Erfindung, Verfahren und Vorrichtungen bereitzustellen, die eine Effizienz des Extraktionsvorgangs unter Verwendung organischer Lösemittel noch erhöhen und eine lösemittelfreie abgetrennte Gesteins- oder Sandfraktion bereitstellen.

[0012] Die Aufgabe wird für ein erstes Verfahren zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsand, umfassend folgende Schritte, gelöst:

- a) Herstellen einer Suspension aus Ölsand und einem organischen ersten Extraktionsmittel;
- b) Überführen der Suspension in mindestens eine Filterapparatur, mittels welcher ein Filterkuchen umfassend filtrierbare Partikel der Suspension von einer Hauptmenge an Extraktphase abgetrennt wird;
- c) Austreiben einer Restmenge an Extraktphase aus dem Filterkuchen; und
- d) Abführen und/oder Zusammenführen der Hauptmenge und der Restmenge der Extraktphase enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe.

[0013] Die Aufgabe wird für ein zweites Verfahren zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen aus Ölsand, umfassend folgende Schritte, gelöst:

- a1) Herstellen einer ersten Suspension aus Ölsand und einem organischen ersten Extraktionsmittel;
- a2) Überführen der ersten Suspension in mindestens ein Absetzbecken, in dessen unterem Bereich sich durch Sedimentation Partikel der ersten Suspension absetzen;
- a3) Abführen einer ersten Teilmenge der ersten Suspension aus einem oberen Bereich des mindestens einen Absetzbeckens in mindestens eine sedimentierende Zentrifuge, insbesondere einen Dekanter, mittels welcher eine erste Extraktphase von einer Restphase abgetrennt wird;
- a4) Ausbilden einer zweiten Suspension umfassend eine zweite Teilmenge der ersten Suspension aus einem unteren Bereich des mindestens einen Absetzbeckens und der Restphase;
- b1) Überführen der zweiten Suspension in mindestens eine Filterapparatur, mittels welcher ein Filterkuchen umfassend filtrierbare Partikel der zweiten Suspension von einer Hauptmenge an zweiter Extraktphase abgetrennt wird;
- c1) Austreiben einer Restmenge an zweiter Extraktphase aus dem Filterkuchen; und
- d1) Abführen und/oder Zusammenführen der ersten und der zweiten Extraktphasen enthaltend die extra-

hierten Kohlenwasserstoffe.

[0014] Es hat sich überraschend gezeigt, dass eine Verwendung rein organischer Extraktionsmittel in den beiden erfindungsgemäßen Verfahren dazu führt, dass Feinstbestandteile im Ölsand, die überwiegend aus Tonsubstanz bestehen, agglomerieren und die Agglomerate zudem ein hydrophobes Verhalten zeigen. Dies ermöglicht eine Abtrennung der Tonsubstanz mit der Gesteins- und Sandfraktion mittels einer besonders kostengünstigen und einfach durchzuführenden mechanischen Fest-Flüssig-Filtration.

[0015] Die Aufgabe wird für eine erste Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen ersten Verfahrens gelöst, indem sie folgendes umfasst:

- mindestens eine erste Dosiereinrichtung zur Zugabe des ersten Extraktionsmittels zum Ölsand;
- mindestens einen Mischer zur Herstellung der Suspension;
- mindestens eine Filterapparatur;
- optional mindestens eine weitere Dosiereinrichtung zur Aufgabe mindestens eines zweiten Extraktionsmittels und/oder eines dritten Extraktionsmittels auf den Filterkuchen;
- mindestens eine erste Einheit zur Durchführung des Verfahrensschritts c); und
- mindestens eine zweite Einheit zum Abführen und/oder Zusammenführen der Hauptmenge und der Restmenge der Extraktphase enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe.

[0016] Die Aufgabe wird für eine zweite Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen zweiten Verfahrens gelöst, indem sie folgendes umfasst:

- mindestens eine erste Dosiereinrichtung zur Zugabe des ersten Extraktionsmittels zum Ölsand;
- mindestens einen Mischer zur Herstellung der ersten Suspension;
- mindestens ein Absetzbecken;
- optional mindestens eine zweite Dosiereinrichtung zur Zugabe des mindestens einen Additivs zur ersten Suspension;
- mindestens eine, dem mindestens einen Absetzbecken nachgeordnete sedimentierende Zentrifuge, insbesondere in Form eines Dekanters;
- mindestens ein, dem mindestens einen Absetzbecken und der mindestens einen sedimentierenden Zentrifuge nachgeordnetes Sammelbecken zur Bildung der zweiten Suspension;
- mindestens eine, dem mindestens einen Sammelbecken nachgeordnete Filterapparatur;
- optional mindestens eine dritte Dosiereinrichtung zur Aufgabe mindestens eines zweiten Extraktionsmittels und/oder eines dritten Extraktionsmittels auf den Filterkuchen;
- mindestens eine erste Einheit zur Durchführung des

Verfahrensschritts c1); und

- mindestens eine zweite Einheit zum Abführen und/oder Zusammenführen der ersten und der zweiten Extraktphasen enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe.

[0017] Die erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen ermöglichen einen hocheffektiven Extraktionsprozess, bei dem mindestens 85 bis 98 % der im Ölsand enthaltenen Kohlenwasserstoffe abgetrennt werden können. Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen sind ohne weiteres in einer Größenordnung auslegbar, so dass eine Gewinnung von mindestens 100000 Barrel Ölphase pro Tag möglich wird. Die abgetrennte Gesteins- und Sandfraktion, enthaltend Tonsubstanz, ist im Wesentlichen frei von Extraktionsmitteln und Ölphase und kann in der Regel unmittelbar am Abbauort des Ölsands ins Erdreich rückverfüllt werden. Dies ist besonders kostengünstig, umweltfreundlich und spart Speicherflächen.

[0018] Es hat sich bewährt, wenn in Schritt a2) des zweiten Verfahrens eine Zugabe mindestens eines Additivs zur Beeinflussung eines Absetzverhaltens von in der ersten Suspension enthaltenen Partikeln erfolgt. Als Additiv wird vorzugsweise ein Verdickungsmittel zugegeben. Dadurch wird das Absetzen von Partikeln in der Suspension bzw. der Gesteins- oder Sandfraktion inklusive der Tonsubstanz des Ölsands unterstützt.

[0019] Bevorzugt wird das Austreiben einer Restmenge an Extraktphase bzw. zweiter Extraktphase aus dem Filterkuchen in Schritt c) oder Schritt c1) der beiden Verfahren durchgeführt, indem Wasserdampf durch den Filterkuchen gedrückt wird. Eine derartige Vorgehensweise wird in der Literatur auch als Dampf-Druckfiltration (engl.: Steam Pressure Filtration) bezeichnet.

[0020] Die Grundlagen zur Dampf-Druckfiltration sind bekannt und beispielsweise in den folgenden Veröffentlichungen beschrieben:

"Steam Pressure Filtration: Mechanical-Thermal Dewatering Process", U.A. Peuker, W. Stahl, Drying Technology, 19(5), Seiten 807-848 (2001);

"Applying mechanical-thermal filtration processes for purification, e.g. solvent removal", U. A. Peuker, Proc. Filtech Europe, 12.-23. Oktober 2003, Düsseldorf, Deutschland; "Abtrennung von organischen Lösemitteln aus Filterkuchen mit Dampf", U.A. Peuker, F & S Filtrieren und Separieren, Jahrgang 17 (2003), Nr. 5, Seiten 230 bis 236;

"Steam Pressure Filtration for the treatment of limey soils contaminated with aliphatic hydrocarbons", von M. Bottlinger, H. B. Bradl, A. Krupp, U. Peuker, 2nd Int. Containment & Remediation Technology Conference, 10.-13. Juni 2001, Orlando, Florida, USA;

[0021] Der Filterkuchen, umfassend die Gesteins- oder Sandfraktion des Ölsands, wird beim Hindurchdrücken des Wasserdampfs von organischem Extraktions-

mittel befreit und eine darin gelöste Menge an Kohlenwasserstoffen bzw. Ölphase mit dem Extraktionsmittel ausgetrieben. Dies erhöht die Ausbeute an Kohlenwasserstoffen bzw. verbessert den Trennungsgrad auf etwa 95 bis 98 %, welcher den Trennerfolg charakterisiert.

[0022] Die Dicke des derart zu behandelnden Filterkuchens liegt dabei bevorzugt im Bereich von 2 bis 100 mm, vorzugsweise im Bereich von 5 bis 25 mm. Der behandelte Filterkuchen ist danach frei von organischen Lösungsmitteln und flüchtigen Kohlenwasserstoffen und kann unmittelbar, z.B. im Bereich der Abbaustelle des Ölsands, ins Erdreich rückverfüllt werden. Eine separate Lagerung der abgetrennten Gesteins- oder Sandfraktion entfällt. Lediglich ein geringer Anteil an schwerflüchtigen Kohlenwasserstoffen kann noch enthalten sein.

[0023] Die erste Einheit der erfindungsgemäßen Vorrichtungen ist zur Durchführung der Schritte c) bzw. c1) der Verfahren bevorzugt als eine Bedampfungseinheit ausgebildet. Die Bedampfungseinheit ist dabei in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung in der Filterapparatur integriert angeordnet. Dadurch wird eine Platz- und Ressourcen sparende Anordnung erreicht.

[0024] Alternativ kann der Filterkuchen in Schritt c) oder c1) der beiden Verfahren auch durch eine Vakuum-Trocknung oder ein Heißdampfstrippen handelt werden. Dies ist allerdings weniger effizient als die oben beschriebene Behandlung des Filterkuchens mittels einer Dampf-Druckfiltration.

[0025] Die Filterapparatur umfasst bevorzugt einen kontinuierlichen Filter, insbesondere in Form eines Drehfilters. Der Drehfilter ist dabei insbesondere ein Scheiben- oder Trommelfilter. Bevorzugt ist der Drehfilter mit einer Bedampfungseinheit in Form einer Dampfhaube ausgestattet. Dadurch können die Schritte b) und c) oder die Schritte b1) und c1) nacheinander direkt innerhalb der Filterapparatur durchgeführt werden. Die spart Zeit und verringert den Platzbedarf für die jeweilige Vorrichtung.

[0026] Als erstes Extraktionsmittel, welches mit dem Ölsand suspendiert wird, wird vorzugsweise ein Gemisch von mindestens zwei unterschiedlichen organischen Lösungsmitteln eingesetzt. Besonders bevorzugt sind hierbei Gemische umfassend mindestens zwei organische Lösungsmittel aus der Gruppe Toluol, Benzol, Heptan und Hexan, aber auch andere organische Lösungsmittel sind hier einsetzbar. Auch ein reines organisches Lösungsmittel, vorzugsweise in Form von Toluol oder Heptan, kann alternativ zusammen mit dem Ölsand zur Bildung der Suspension bzw. ersten Suspension eingesetzt werden. Ebenso ist es möglich, technische Lösungsmittel, wie Paraffin, Naphta, Benzin oder Kerosin mit herstellungsbedingt schwankender chemischer Zusammensetzung einzusetzen.

[0027] Der Filterkuchen wird in einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zwischen den Schritten c) und d) oder den Schritten c1) und d1) einem ersten Waschschrift unterzogen, wobei der Filterkuchen mit mindestens einem organischen zweiten Extraktions-

mittel gewaschen wird. Die chemische Zusammensetzung des ersten Extraktionsmittels und des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels ist dabei bevorzugt unterschiedlich.

[0028] Die chemischen Zusammensetzungen des ersten Extraktionsmittels und gegebenenfalls des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels werden dabei bevorzugt in Abhängigkeit von einem Gehalt des Ölsands an Molekülen enthaltend ≥ 10 Kohlenstoffatome, insbesondere voluminösen Molekülen aus der Gruppe der Cycloalkane und/oder Naphthensäuren und/oder Asphalten, eingestellt.

[0029] Dazu weist die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise eine Analyseinrichtung zur Bestimmung des Gehalts des Ölsands an solchen Molekülen auf, welche mit einer Regelungseinrichtung zur Einstellung der chemischen Zusammensetzung des ersten Extraktionsmittels und gegebenenfalls des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels in Abhängigkeit von dem bestimmten Gehalt verbunden ist. Die Regelungseinrichtung gibt ein entsprechendes Regelsignal an die erste Dosiereinrichtung und gegebenenfalls die weitere oder dritte Dosiereinrichtung weiter.

[0030] Bei einer rein aliphatischen Extraktion hat sich nämlich eine Löslichkeit von derartigen voluminösen Molekülen in einigen organischen Lösungsmitteln als problematisch erwiesen. So fallen beispielsweise bei einem Einsatz von Paraffinen als Extraktionsmittel die Cycloalkane und Naphthensäuren als gelartige Feststoffstrukturen aus. Dies reduziert die Ausbeute und verschlechtert die Prozessierbarkeit der Ölphase.

[0031] Die Durchführung des ersten Waschschrifts verbessert die Effizienz der Extraktion. Dabei ist es unproblematisch, wenn das erste Extraktionsmittel und das mindestens eine zweite Extraktionsmittel unterschiedlich zusammengesetzt sind. Das mindestens eine zweite Extraktionsmittel ist dabei vollständig im ersten Extraktionsmittel löslich.

[0032] Als zweites Extraktionsmittel wird bevorzugt ein Gemisch aus mindestens zwei unterschiedlichen organischen Lösungsmitteln eingesetzt. Der Filterkuchen wird dabei bevorzugt während des ersten Waschschriftes in zeitlicher Abfolge nacheinander mit sich in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheidenden zweiten Extraktionsmitteln gewaschen.

[0033] Die zweiten Extraktionsmittel umfassen bevorzugt sich in ihren Siedetemperaturen unterscheidende organische Lösungsmittel, wobei eine Konzentration desjenigen Lösungsmittels, welches eine im Vergleich zu den übrigen Lösungsmitteln geringste Siedetemperatur aufweist, in den aufeinander folgend eingesetzten zweiten Extraktionsmitteln jeweils zunimmt. Im Verlauf der ersten Waschung nimmt damit der Anteil an leicht flüchtigen Lösungsmitteln im zweiten Extraktionsmittel zu. Dies ermöglicht eine besonders effektive Auswaschung schwerflüchtiger Lösungsmittel und Kohlenwasserstoffe aus dem Filterkuchen.

[0034] Insbesondere wird der Filterkuchen zwischen

dem ersten Waschschrift und dem Schritt d) oder d1) einem zweiten Waschschrift unterzogen, wobei der Filterkuchen mit mindestens einem organischen dritten Extraktionsmittel aus einem organischen Lösungsmittel gewaschen wird, das eine niedrigere Siedetemperatur aufweist als Wasser. Dabei weist es bevorzugt auch eine niedrigere Siedetemperatur auf als das erste Extraktionsmittel und gegebenenfalls das mindestens eine zweite Extraktionsmittel. Hierdurch kann die Effizienz der Extraktion weiter gesteigert werden.

[0035] Wenn in diesem Dokument von einer Siedetemperatur die Rede ist, ist darunter immer die Siedetemperatur eines Stoffs unter Normaldruck zu verstehen.

[0036] Nach dem zweiten Waschschrift liegt im Filterkuchen eine Flüssigkeit vor, die im Wesentlichen dem dritten Extraktionsmittel entspricht. In dem sich anschließenden Schritt c) oder c1) des jeweiligen Verfahrens kann das dritte Extraktionsmittel aufgrund seiner unterhalb der von Wasser liegenden Siedetemperatur, insbesondere mittels einer Dampf-Druckfiltration, besonders effektiv aus dem Filterkuchen entfernt werden.

[0037] Basierend auf einer Durchführung sowohl des ersten und des zweiten Waschschrifts können etwa 98 % der Ölphase aus dem Ölsand extrahiert werden.

[0038] Nach Schritt d) des ersten Verfahrens erfolgt insbesondere ein Abtrennen der Kohlenwasserstoffe von der Extraktphase oder nach Schritt d1) des zweiten Verfahrens ein Abtrennen der Kohlenwasserstoffe von der ersten und der zweiten Extraktphase. Ein verbleibendes Flüssigkeitsgemisch wird verarbeitet, indem die enthaltenen organischen Lösungsmittel sortenrein abgetrennt und zur Bildung des ersten Extraktionsmittels und/oder des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels und/oder des dritten Extraktionsmittels eingesetzt werden. Die zur Extraktion und Bildung der diversen Extraktionsmittel eingesetzten organischen Lösungsmittel werden demnach einzeln recycelt und im Extraktionsprozess wiederverwendet.

[0039] Die Vorrichtungen umfassen dazu bevorzugt mindestens eine Aufbereitungsanlage zur Verarbeitung des nach Abtrennen der Kohlenwasserstoffe von der Extraktphase oder der ersten und der zweiten Extraktphase verbleibenden Flüssigkeitsgemischs. Weiterhin ist bevorzugt, wenn mindestens eine Rückführeinrichtung zur Rückführung mindestens eines aus dem Flüssigkeitsgemisch abgetrennten organischen Lösungsmittels zu mindestens einer der Dosiereinrichtungen vorhanden ist.

[0040] Die Figuren 1 bis 4 sollen mögliche erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtungen beispielhaft erläutern. So zeigt

FIG 1 schematisch ein Verfahren und eine Vorrichtung unter Verwendung der Dampf-Druckfiltration;

FIG 2 schematisch ein weiteres Verfahren und eine weitere Vorrichtung unter Verwendung der Dampf-Druckfiltration;

FIG 3 einen Ausschnitt aus den FIG 1 und 2 im Be-

reich der die Dampf-Druckfiltration durchführenden Filterapparatur; und

FIG 4 schematisch ein Verfahren und eine Vorrichtung ohne Einsatz einer Dampf-Druckfiltration.

[0041] FIG 1 zeigt schematisch ein Verfahren und eine Vorrichtung unter Verwendung der Dampf-Druckfiltration. Aus Ölsand 1 und einem organischen ersten Extraktionsmittel 2a wird eine Suspension 3 hergestellt. Das erste Extraktionsmittel 2a wird über eine erste Dosiereinrichtung 20a bereitgestellt, welche ein Gemisch aus organischen Lösungsmitteln 2, hier beispielsweise unter anderem Toluol und Heptan, im gewünschten Mischverhältnis erzeugt. Der Ölsand 1 und das erste Extraktionsmittel 2a werden in einem Mischer 21 suspendiert. Die gebildete Suspension 3 wird in eine Filterapparatur 25 zur Durchführung einer Dampf-Druckfiltration überführt.

[0042] Der Aufbau einer möglichen Filterapparatur 25 zur Durchführung einer Dampf-Druckfiltration ist im Querschnitt der FIG 3 zu entnehmen. Alternativ dazu kann die Filterapparatur auch als hyperbarer Filter ausgeführt sein. Die Filterapparatur 25 umfasst ein Becken 25c zur Aufnahme der Suspension 3 sowie eine mit Filtergewebe 25e bespannte Trommel, also einen Trommelfilter 25a, mit mehreren, voneinander getrennten Filterkammern. Der Trommelfilter 25a wird in Pfeilrichtung um eine Trommelachse 25d rotiert, wobei zumindest in einem Teil der Filterkammern ein Druck herrscht, der geringer ist als jener oberhalb des Filtergewebes 25e. Dadurch wird Flüssigkeit aus der Suspension 3 durch das Filtergewebe 25e in die jeweilige Filterkammer abgesaugt und es bildet sich auf dem Filtergewebe 25e ein Filterkuchen 25b aus, dessen Dicke mit zunehmender Verweilzeit des Filtergewebes 25e in der Suspension 3 zunimmt. Der Filterkuchen 25b umfasst filterbare Partikel der Suspension 3, d.h. Tonsubstanz-Agglomerate 11a sowie sonstige Partikel der Gesteins- und Sandfraktion 11b. Es wird eine Hauptmenge an Extraktphase 5 umfassend eine erste Menge an Kohlenwasserstoffen und erstem Extraktionsmittel 2a abgetrennt und im Bereich der Trommelachse 25d aus den Filterkammern abgeführt.

[0043] Der Trommelfilter 25a dreht sich kontinuierlich weiter, so dass der Filterkuchen 25d aus der Suspension 3 auftaucht. Es erfolgt nun bevorzugt ein erster Waschschrift am Filterkuchen 25b, bei dem mindestens ein organisches zweites Extraktionsmittel 2b, hier beispielsweise aus Toluol und Heptan, auf einer dem Filtergewebe 25e abgewandten Seite auf den Filterkuchen 25b aufgegeben wird. Das zweite Extraktionsmittel 2b verdrängt eine Menge an Extraktphase 5 umfassend das erste Extraktionsmittel 2a aus dem offenen Porenraum des Filterkuchens 25b. Dabei ist in FIG 3 zur besseren Übersicht lediglich eine Zugabe eines zweiten Extraktionsmittels 2b dargestellt, das auf den Filterkuchen 25b aufgebracht wird. Es werden hier allerdings bevorzugt mehrere unterschiedliche zweite Extraktionsmittel 2b nacheinander auf den Filterkuchen 25b aufgebracht.

[0044] Anschließend erfolgt bevorzugt ein zweiter Waschschriff, bei dem der Filterkuchen 25b auf seiner dem Filtergewebe 25e abgewandten Seite mit einem dritten Extraktionsmittel 2c, hier beispielsweise reinem Hexan oder Heptan, beaufschlagt wird.

[0045] Das dritte Extraktionsmittel 2c verdrängt eine Menge an Extraktphase 5 umfassend das zweite Extraktionsmittel 2b aus dem offenen Porenraum des Filterkuchens 25b.

[0046] In die Filterapparatur 25 ist eine erste Einheit 26 in Form einer Bedampfungseinheit integriert. Die Bedampfungseinheit umfasst eine Dampfhaube, welche einen Teil des Trommelfilters 25a umgibt. Wasserdampf 8 wird in die Dampfhaube über dem Filterkuchen 25b eingeleitet und durch diesen abgesaugt. Dabei wird eine sich noch im Filterkuchen befindende Menge an Extraktphase 5 umfassend das dritte Extraktionsmittel 2c entfernt. Der Wasserdampf 8 wird durch den Filterkuchen 25b gedrückt und der Filterkuchen 25b von Extraktphase 5 umfassend das dritte Extraktionsmittel befreit.

[0047] Die jeweils in die Filterkammern eindringenden Mengen an Extraktphase 5 werden im Bereich der Trommelachse 25d gesammelt und aus der Filterapparatur 25 mittels einer hier nicht im Detail dargestellten zweiten Einheit, beispielsweise in Form eines Rohres, abgeführt. Als Filtrerrückstand 25b' verbleibt ein weitgehend entfeuchteter, lösemittelfreier Filterkuchen, der vom Filtergewebe 25e beispielsweise durch Druckluft und/oder einen mechanischen Abstreifer entfernt und z.B. am Abbaort des Ölsands 1 ins Erdreich rückverfüllt werden kann.

[0048] FIG 2 zeigt schematisch ein weiteres Verfahren und eine weitere Vorrichtung unter Verwendung einer Dampf-Druckfiltration. Aus Ölsand 1 und einem organischen ersten Extraktionsmittel 2a wird eine erste Suspension 3' hergestellt. Das erste Extraktionsmittel 2a wird über eine erste Dosiereinrichtung 20a bereitgestellt, welche ein Gemisch aus organischen Lösungsmitteln 2, hier unter anderem beispielsweise Toluol und Heptan, im gewünschten Mischungsverhältnis erzeugt. Das Mischungsverhältnis wird durch eine Regelungseinrichtung 29 vorgegeben. Die Regelungseinrichtung 29 erhält den Sollwert für das Mischungsverhältnis von einer Analyseeinrichtung 28, welche in regelmäßigen zeitlichen Abständen eine Probennahme 28a am Ölsand 1 und eine chemische Analyse des Ölsands 1 durchführt.

[0049] Mittels der chemischen Analyse wird ein Anteil der Kohlenwasserstoffe im Ölsand 1 mit voluminösen Molekülen und einer Anzahl an Kohlenstoffatomen von ≥ 10 , insbesondere an Cycloalkanen, Naphthensäuren und Asphaltenen, bestimmt. Je nachdem, welche Kohlenwasserstoffverbindungen mit voluminösen Molekülen vorhanden sind und in welchen Mengen, ermittelt die Analyseneinrichtung 28 eine optimale Zusammensetzung für das erste Extraktionsmittel 2a und gibt ein entsprechendes Signal an die Regelungseinrichtung 29 weiter, die die erste Dosiereinrichtung 20a veranlasst, das erste Extraktionsmittel 2a in der ermittelten Zusammen-

setzung bereitzustellen und dem Ölsand 1 zuzumischen. Dadurch wird verhindert, dass die voluminösen Moleküle gelartige Verbindungen mit einem Lösungsmittel 2 aus dem ersten Extraktionsmittel 2a bilden, die nur schwer extrahiert werden können.

[0050] Der Ölsand 1 und das erste Extraktionsmittel 2a werden in einem Mischer 21 suspendiert. Die gebildete erste Suspension 3' wird unter Zugabe eines Additivs 4 in ein Absetzbecken 22 überführt. Das Additiv 4 wird durch ein Verdickungsmittel gebildet, das der Suspension 3' mittels einer zweiten Dosiereinrichtung 20b zudosiert wird. Im unteren Bereich des Absetzbeckens 22 setzen sich durch Sedimentation Partikel der ersten Suspension 3' ab. Nun wird eine erste Teilmenge 3'a der ersten Suspension 3' aus einem oberen Bereich des Absetzbeckens 22 in mindestens eine sedimentierende Zentrifuge, hier in Form eines Dekanters 23 überführt, mittels welchem eine erste Extraktphase 5a umfassend eine erste Menge an extrahierten Kohlenwasserstoffen 10 und erstem Extraktionsmittel 2a von einer Restphase 6 abgetrennt wird.

[0051] Nun wird eine zweite Suspension 7 umfassend eine zweite Teilmenge 3'b der ersten Suspension 3' aus dem unteren Bereich des mindestens einen Absetzbeckens 22 und der Restphase 6 gebildet. Die zweite Suspension 7 wird in eine Filterapparatur 25 überführt, mittels welcher ein Filterkuchen 25b umfassend filtrierbare Partikel der zweiten Suspension 7 von einer Hauptmenge an zweiter Extraktphase 5b umfassend eine zweite Menge an extrahierten Kohlenwasserstoffen 10 und erstem Extraktionsmittel 2a abgetrennt wird. Weiterhin wird eine Restmenge an zweiter Extraktphase 5b aus dem Filterkuchen 25b ausgetrieben. Zum genauen Ablauf der in der Filterapparatur 25 durchgeführten Dampf-Druckfiltration vergleiche auch FIG 3 und die zugehörige Beschreibung.

[0052] Das mindestens eine, zur Durchführung des ersten Waschschriffs eingesetzte zweite Extraktionsmittel 2b und das zur Durchführung des zweiten Waschschriffs eingesetzte dritte Extraktionsmittel 2c werden über mindestens eine dritte Dosiereinrichtung 20c dosiert auf den zu waschenden Filterkuchen 25b aufgegeben (vergleiche FIG 3).

[0053] Die Zusammensetzung des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels wird in Abhängigkeit von der chemischen Analyse des Ölsands 1 von der Regelungseinrichtung 29 vorgegeben. So wird bei einer Änderung der Zusammensetzung des ersten Extraktionsmittels 2a bevorzugt auch die Zusammensetzung des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels verändert und angepasst. Nacheinander während des ersten Waschschriffs eingesetzte zweite Extraktionsmittel 2b umfassen bevorzugt sich in ihren Siedetemperaturen unterscheidende organische Lösungsmittel 2, wobei eine Konzentration desjenigen Lösungsmittels 2, welches eine im Vergleich zu den übrigen Lösungsmitteln 2 geringste Siedetemperatur aufweist, in den aufeinander folgend eingesetzten zweiten Extraktionsmitteln 2b jeweils zunimmt. Im Ver-

lauf des ersten Waschschriffs nimmt damit der Anteil an leicht flüchtigen Lösungsmitteln 2 im zweiten Extraktionsmittel 2b zu. Dies ermöglicht eine besonders effektive Auswaschung schwerflüchtiger Kohlenwasserstoffe und Lösungsmittel aus dem Filterkuchen 25b sowie eine effektive vollständige Entfernung der Lösungsmittel aus dem Filterkuchen 25b durch Dampf-Druckfiltration.

[0054] Die zweite Extraktphase 5b, welche aus der Filterapparatur 25 abgeführt werden kann, wird in einer zweiten Einheit 27 mit der ersten Extraktphase 5a, welche aus dem Dekanter 23 stammt, zur Extraktphase 5 zusammengeführt. Diese wird zu einer Aufbereitungsanlage 30 gefördert, welche die aus dem Ölsand 1 extrahierten Kohlenwasserstoffe 10 abtrennt und die organischen Lösungsmittel 2 sortenrein trennt. Die sortenrein zurückgewonnenen Lösungsmittel 2' können der ersten Dosiereinrichtung 20a oder der dritten Dosiereinrichtung 20c zugeführt und zur Bildung der gewünschten Extraktionsmittel 2a, 2b, 2c eingesetzt werden. Auch der zweiten Dosiereinrichtung 20b können bei Bedarf Lösungsmittel 2, 2' zugeführt werden, um beispielsweise das Additiv 4 vor Zugabe zur ersten Suspension 3' damit zu mischen oder darin zu lösen. Verbleibende geringe Mengen an Reststoffen aus der Aufbereitungsanlage 30, wie z.B. in Form von Wasser 9 usw., werden gesondert abgeführt.

[0055] FIG 4 zeigt schematisch ein Verfahren und eine Vorrichtung ohne Einsatz einer Dampf-Druckfiltration. Dabei entspricht der Verfahrensablauf bis zur Bildung der zweiten Suspension 7 prinzipiell dem in FIG 2 dargestellten. Gleiche Bezugszeichen wie in FIG 2 bezeichnen gleiche Elemente. Allerdings wurde hier auf eine Analyseeinrichtung und eine Regelungseinrichtung verzichtet. Diese sind insbesondere dann nicht erforderlich, wenn die Zusammensetzung des verarbeiteten Ölsands 1 über einen längeren Zeitraum gesehen nicht oder nur geringfügig schwankt. Auch auf die Darstellung einer Aufbereitungsanlage 30 und eine Rückführung der sortenrein gewonnenen Lösungsmittel 2' wurde hier verzichtet. Dies wäre hier aber ebenso vorteilhaft möglich.

[0056] Die zweite Suspension 7 wird gemäß FIG 4 einer Filterapparatur 25' in Form einer Vakuumfilterpresse zugeführt. Dabei wird eine Hauptmenge 5'b an zweiter Extraktphase 5b umfassend extrahierte Kohlenwasserstoffe und erstes Extraktionsmittel 2a von einem Filterkuchen 25b abgetrennt. Der Filterkuchen 25b wird, gegebenenfalls nach Durchführung eines ersten Waschschriffs und eventuell eines zweiten Waschschriffs, in eine erste Einheit 26 in Form eines Vakuumtrockners überführt. Hier wird der Filterkuchen 25b erwärmt und noch enthaltene zweite Extraktphase verdampft und abgeführt. Der resultierende Rückstand 25b' umfassend die Gesteins- oder Sandfraktion enthaltend Tonsubstanz ist lösemittelfrei und kann, z.B. unmittelbar am Abbauort des Ölsands 1, ins Erdreich rückverfüllt werden. Die verdampften Extraktionsmittel und flüchtigen extrahierten Kohlenwasserstoffe werden über eine Kondensiereinrichtung 31 geführt und als Restmenge 5''b an zweiter

Extraktphase 5b der ersten Extraktphase 5a zur Bildung der Extraktphase 5 zugeführt.

[0057] Die FIG 1 bis 4 zeigen lediglich Beispiele möglicher erfindungsgemäßer Verfahren und Vorrichtungen. Ein Fachmann ist beispielsweise ohne weiteres in der Lage, mehrere Mischer und/oder Absetzbecken parallel zu betreiben und diesen lediglich eine sedimentierende Zentrifuge, insbesondere einen Dekanter, und/oder eine Filterapparatur nachzuordnen. Ebenso können einem Absetzbecken und einer sedimentierenden Zentrifuge, insbesondere einem Dekanter, mehrere parallel geschaltete Filterapparaturen nachgeordnet sein, usw.

15 Patentansprüche

1. Verfahren zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen (10) aus Ölsand (1), umfassend die Schritte:

- a) Herstellen einer Suspension (3) aus Ölsand (1) und einem organischen ersten Extraktionsmittel (2a);
- b) Überführen der Suspension (3) in mindestens eine Filterapparatur (25, 25'), mittels welcher ein Filterkuchen (25b) umfassend filtrierbare Partikel der Suspension (3) von einer Hauptmenge an Extraktphase (5) abgetrennt wird;
- c) Austreiben einer Restmenge an Extraktphase (5) aus dem Filterkuchen (25b); und
- d) Abführen und/oder Zusammenführen der Hauptmenge und der Restmenge der Extraktphase (5) enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe (10).

2. Verfahren zur Extraktion von Kohlenwasserstoffen (10) aus Ölsand (1), umfassend die Schritte:

- a1) Herstellen einer ersten Suspension (3') aus Ölsand (1) und einem organischen ersten Extraktionsmittel (2a);
- a2) Überführen der ersten Suspension (3') in mindestens ein Absetzbecken (22), in dessen unterem Bereich sich durch Sedimentation Partikel der ersten Suspension (3') absetzen;
- a3) Abführen einer ersten Teilmenge (3'a) der ersten Suspension (3') aus einem oberen Bereich des mindestens einen Absetzbeckens (22) in mindestens eine sedimentierende Zentrifuge, insbesondere in Form eines Dekanters (23), mittels welcher eine erste Extraktphase (5a) von einer Restphase (6) abgetrennt wird;
- a4) Ausbilden einer zweiten Suspension (7) umfassend eine zweite Teilmenge (3'b) der ersten Suspension (3') aus einem unteren Bereich des mindestens einen Absetzbeckens (22) und der Restphase (6);
- b1) Überführen der zweiten Suspension (7) in mindestens eine Filterapparatur (25, 25'), mit-

- tels welcher ein Filterkuchen (25b) umfassend filterbare Partikel der zweiten Suspension (7) von einer Hauptmenge (5'b) an zweiter Extraktphase (5b) abgetrennt wird;
- c1) Austreiben einer Restmenge (5"b) an zweiter Extraktphase (5b) aus dem Filterkuchen (25b); und
- d1) Abführen und/oder Zusammenführen der ersten und der zweiten Extraktphasen (5a, 5b) enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe (10).
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei in Schritt a) eine Zugabe mindestens eines Additivs (4) zur Beeinflussung eines Absetzverhaltens von in der ersten Suspension (3') enthaltenen Partikeln erfolgt. 15
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei Schritt c) oder Schritt c1) durchgeführt wird, indem Wasserdampf (8) durch den Filterkuchen (25b) gedrückt wird. 20
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei als Filterapparatur (25) ein kontinuierlicher Filter eingesetzt wird. 25
 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der kontinuierliche Filter in Kombination mit einer ersten Einheit (26) in Form einer Bedampfungseinheit eingesetzt wird und die Schritte b) und c) oder die Schritte b1) und c1) nacheinander in der Filterapparatur (25) durchgeführt werden. 30
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei als erstes Extraktionsmittel (2a) ein Gemisch von mindestens zwei unterschiedlichen organischen Lösungsmitteln (2) eingesetzt wird. 35
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Filterkuchen (25b) zwischen den Schritten c) und d) oder den Schritten c1) und d1) einem ersten Waschschriff unterzogen wird, wobei der Filterkuchen (25b) mit mindestens einem organischen zweiten Extraktionsmittel (2b) gewaschen wird. 40
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine chemische Zusammensetzung des ersten Extraktionsmittels (2a) und gegebenenfalls des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels (2b) in Abhängigkeit von einem Gehalt des Ölsands (1) an Molekülen enthaltend ≥ 10 Kohlenstoffatome, insbesondere an Cycloalkanen und/oder Naphthensäuren und/oder Asphaltene, eingestellt wird. 45
 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, wobei als zweites Extraktionsmittel (2b) ein Gemisch aus mindestens zwei unterschiedlichen organischen Lösungsmitteln (2) eingesetzt wird. 50
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Filterkuchen (25b) während des ersten Waschschriffes in zeitlicher Abfolge nacheinander mit sich in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheidenden zweiten Extraktionsmitteln (2b) gewaschen wird. 5
 12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die zweiten Extraktionsmittel (2b) sich in ihren Siedetemperaturen unterscheidende organische Lösungsmittel (2) umfassen, wobei eine Konzentration desjenigen Lösungsmittels, welches eine im Vergleich zu den übrigen Lösungsmitteln (2) geringste Siedetemperatur aufweist, in den aufeinander folgend eingesetzten zweiten Extraktionsmitteln (2b) jeweils zunimmt.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der Filterkuchen (25b) zwischen dem ersten Waschschriff und dem Schritt d) oder d1) einem zweiten Waschschriff unterzogen wird, wobei der Filterkuchen (25b) mit einem organischen dritten Extraktionsmittel (2c) aus einem reinen organischen Lösungsmittel (2) gewaschen wird, das eine niedrigere Siedetemperatur aufweist als Wasser.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei nach Schritt d) ein Abtrennen der Kohlenwasserstoffe (10) von der Extraktphase (5) oder nach Schritt d1) ein Abtrennen der Kohlenwasserstoffe (10) von der ersten und der zweiten Extraktphase (5a, 5b) erfolgt, und ein verbleibendes Flüssigkeitsgemisch verarbeitet wird, indem die enthaltenen organischen Lösungsmittel (2) sortenrein abgetrennt und zur Bildung des ersten Extraktionsmittels (2a) und/oder des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels (2b) und/oder des dritten Extraktionsmittels (2c) eingesetzt werden.
 15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder nach mindestens einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, umfassend
 - mindestens eine erste Dosiereinrichtung (20a) zur Zugabe des ersten Extraktionsmittels (2a) zum Ölsand (1);
 - mindestens einen Mischer (21) zur Herstellung der Suspension (3);
 - mindestens eine Filterapparatur (25, 25'); und
 - optional mindestens eine weitere Dosiereinrichtung zur Aufgabe des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels (2b) und gegebenenfalls des dritten Extraktionsmittels (2c) auf den Filterkuchen (25b);
 - mindestens eine erste Einheit (26) zur Durchführung des Verfahrensschriffes c); und
 - mindestens eine zweite Einheit (27) zum Abführen und/oder Zusammenführen der Hauptmenge und der Restmenge der Extraktphase (5)

enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe (10).

- 16.** Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2 oder mindestens einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, umfassend

- mindestens eine erste Dosiereinrichtung (20a) zur Zugabe des ersten Extraktionsmittels (2a) zum Ölsand (1);
- mindestens einen Mischer (21) zur Herstellung der ersten Suspension (3');
- mindestens ein Absetzbecken (22);
- optional mindestens eine zweite Dosiereinrichtung (20b) zur Zugabe mindestens einen Additivs (4) zur ersten Suspension (3');
- mindestens eine, dem mindestens einen Absetzbecken (22) nachgeordnete sedimentierende Zentrifuge, insbesondere in Form eines Dekanters (23);
- mindestens ein, dem mindestens einen Absetzbecken (22) und der mindestens einen sedimentierenden Zentrifuge nachgeordnetes Sammelbecken (24) zur Bildung der zweiten Suspension (7);
- mindestens eine, dem mindestens einen Sammelbecken (24) nachgeordnete Filterapparatur (25, 25');
- optional mindestens eine dritte Dosiereinrichtung (20c) zur Aufgabe des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels (2b) und gegebenenfalls des dritten Extraktionsmittels (2c) auf den Filterkuchen (25b);
- mindestens eine erste Einheit (26) zur Durchführung des Verfahrensschritts c1); und
- mindestens eine zweite Einheit (27) zum Abführen und/oder Zusammenführen der ersten und der zweiten Extraktphasen (5a, 5b) enthaltend die extrahierten Kohlenwasserstoffe (10).

- 17.** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, wobei die erste Einheit (26) als eine Bedampfungseinheit ausgebildet ist.

- 18.** Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Bedampfungseinheit in die Filterapparatur (25) integriert ist.

- 19.** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei die mindestens eine Filterapparatur (25) einen kontinuierlichen Filter, insbesondere einen Drehfilter, umfasst.

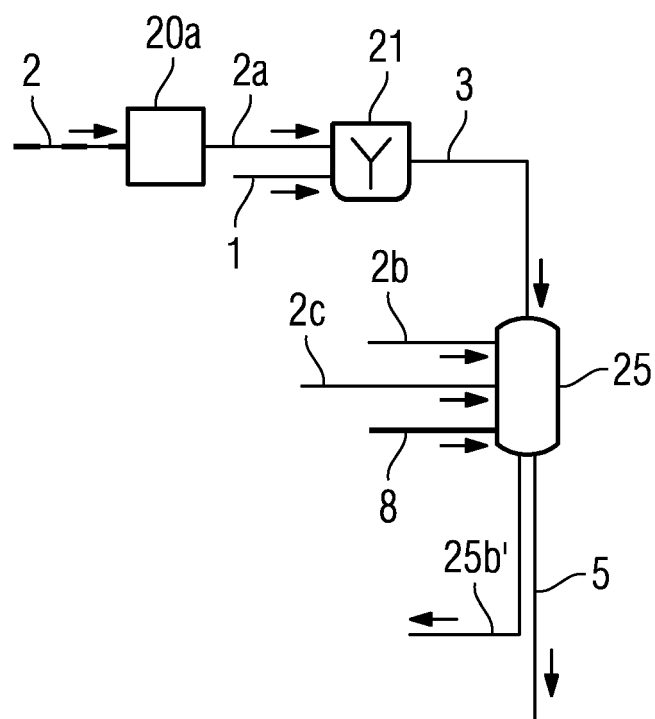
- 20.** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, wobei weiterhin eine Analyseinrichtung (28) zur Bestimmung des Gehalts des Ölsands (1) an Molekülen mit ≥ 10 Kohlenstoffatomen, insbesondere vom Typ der Cycloalkane und/oder Naphthensäuren und/oder Asphaltene, vorhanden ist, welche mit einer Re-

gelungseinrichtung (29) zur Einstellung der chemischen Zusammensetzungen des ersten Extraktionsmittels (2a) und gegebenenfalls des mindestens einen zweiten Extraktionsmittels (2b) in Abhängigkeit von dem ermittelten Gehalt verbunden ist.

- 21.** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, umfassend weiterhin mindestens eine Aufbereitungsanlage (30) zur Verarbeitung des nach Abtrennen der Kohlenwasserstoffe (10) von der Extraktphase (5) oder der ersten und der zweiten Extraktphase (5a, 5b) verbleibenden Flüssigkeitsgemischs.

- 22.** Vorrichtung nach Anspruch 21, umfassend weiterhin mindestens eine Rückführeinrichtung zur Rückführung mindestens eines aus dem Flüssigkeitsgemisch sortenrein abgetrennten organischen Lösungsmittels (2') zu mindestens einer der Dosiereinrichtungen (20a, 20b, 20b).

FIG 1



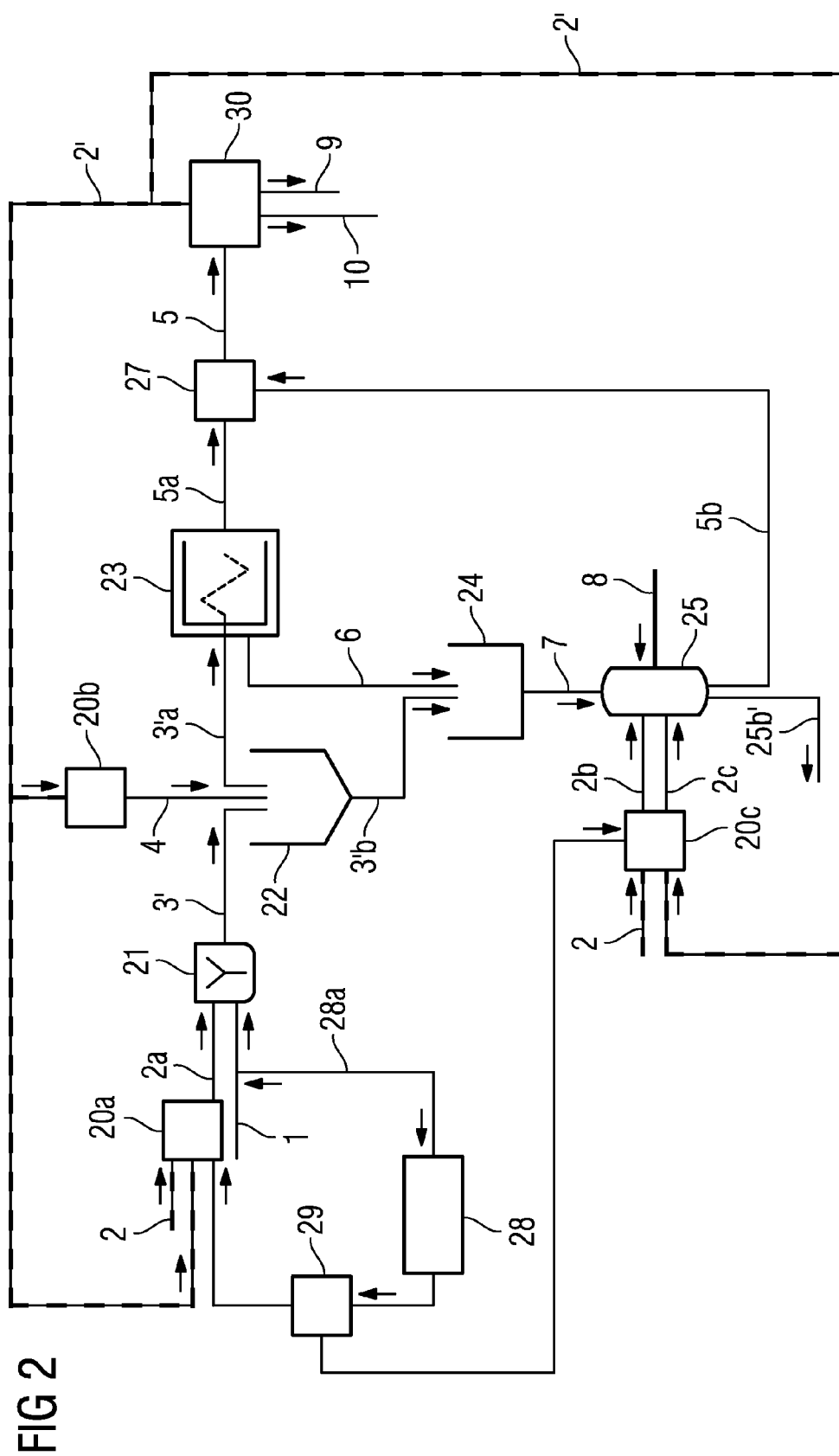


FIG 3

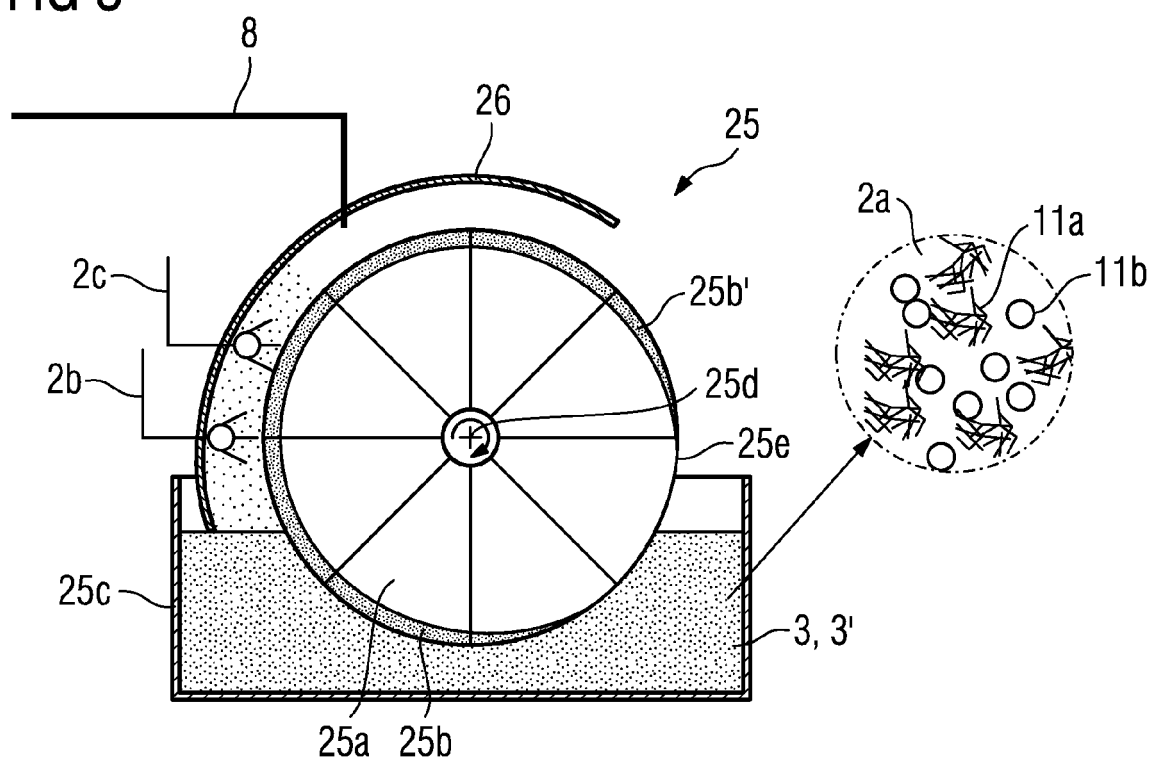
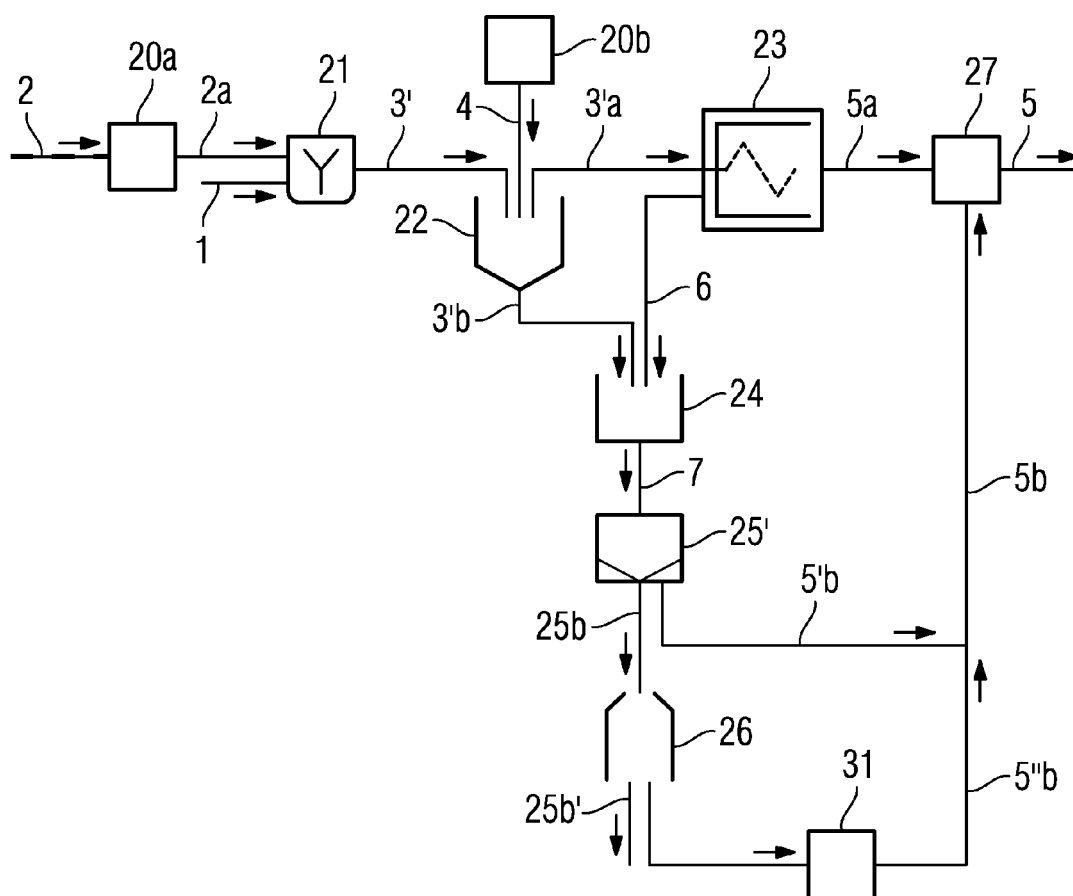


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 15 6735

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 542 666 A (SIMPSON WARREN C) 24. November 1970 (1970-11-24) * Spalte 4, Zeile 43 - Zeile 54; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-22	INV. C10G1/04
X	US 4 071 433 A (HANSON DONALD O) 31. Januar 1978 (1978-01-31) * Anspruch 1; Abbildung 1; Beispiel 1 *	1-22	
X	WO 2009/038728 A1 (GREEN SOURCE ENERGY LLC [US]; FAN LIANG-TSENG [US]; SHAFIE MOHAMMAD RE) 26. März 2009 (2009-03-26) * Absätze [0013], [0017], [0019], [0023], [0037], [0056]; Anspruch 1; Abbildung 1; Beispiel 11 *	1-22	
X	US 4 539 097 A (KELTERBORN JEFFREY C [US] ET AL) 3. September 1985 (1985-09-03) * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 9; Anspruch 1; Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 5, Zeile 35 *	1-22	
X	US 2008/210602 A1 (DUYVESTEYN WILLEM PC [US]) 4. September 2008 (2008-09-04) * Absätze [0012], [0042], [0044], [0049], [0054], [0062], [0066], [0070], [0072], [0080] - [0082], [0085], [0086], [0093] - [0096], [0108]; Ansprüche 1-10; Abbildung 4; Beispiel 1 *	1-22	
X	US 3 338 814 A (GIVEN RICHARD A ET AL) 29. August 1967 (1967-08-29) * Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 35; Anspruch 1 *	1-22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C10G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		25. August 2010	
		Prüfer	
		Deurinck, Patricia	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 15 6735

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 603 115 A (SCHWEIGHARDT FRANK K [US]) 29. Juli 1986 (1986-07-29) * Spalte 1, Zeile 59 - Spalte 8, Zeile 25; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-22	
X	US 4 240 897 A (CLARKE THOMAS P [CA]) 23. Dezember 1980 (1980-12-23) * Spalte 3, Zeile 13 - Spalte 4, Zeile 60; Ansprüche 1,2; Abbildung 1 *	15-22	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. August 2010	Prüfer Deurinck, Patricia
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 15 6735

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-08-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3542666 A	24-11-1970	KEINE	
US 4071433 A	31-01-1978	KEINE	
WO 2009038728 A1	26-03-2009	CL 28192008 A1 US 2009078415 A1	24-10-2008 26-03-2009
US 4539097 A	03-09-1985	KEINE	
US 2008210602 A1	04-09-2008	WO 2009111333 A2	11-09-2009
US 3338814 A	29-08-1967	KEINE	
US 4603115 A	29-07-1986	KEINE	
US 4240897 A	23-12-1980	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 4240897 A [0004]
- DE 102007039453 A1 [0005]
- US 4968412 A [0008]
- US 20080060978 A1 [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **U.A. PEUKER ; W. STAHL.** Steam Pressure Filtration: Mechanical-Thermal Dewatering Process. *Drying Technology*, 2001, vol. 19 (5), 807-848 [0020]
- **U. A. PEUKER.** Applying mechanical-thermal filtration processes for purification, e.g. solvent removal. *Proc. Filtech Europe*, 12. Oktober 2003 [0020]
- **U.A. PEUKER, F ; S FILTRIEREN ; SEPARIEREN.** *Abtrennung von organischen Lösemitteln aus Filterkuchen mit Dampf*, 17. Januar 2003, 230-236 [0020]
- **M. BOTTLINGER ; H. B. BRADL ; A. KRUPP ; U. PEUKER.** Steam Pressure Filtration for the treatment of limey soils contaminated with aliphatic hydrocarbons. *2nd Int. Containment & Remediation Technology Conference*, 10. Juni 2001 [0020]