



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 717 173 A2**

(51) Int. Cl.: **B65G 5/00** (2006.01)
E21F 17/16 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00234/20

(71) Anmelder:
MinResCon GmbH, Lindenstrasse 29
3176 Neuenegg (CH)

(22) Anmeldedatum: 27.02.2020

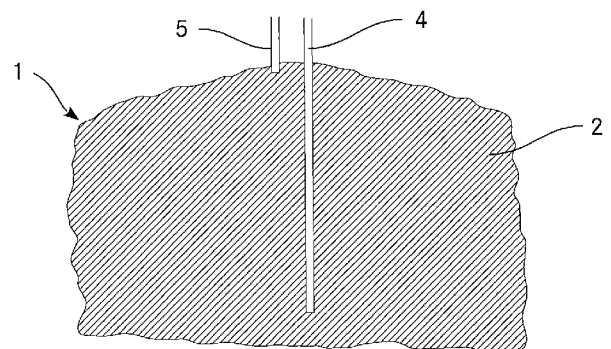
(72) Erfinder:
Andreas Kühni, 3176 Neuenegg (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.08.2021

(74) Vertreter:
Keller Schneider Patent- und Markenanwälte AG (Bern),
Eigerstrasse 2 Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(54) **Verfahren zum Sichern einer Kaverne.**

(57) Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren um Sichern einer Kaverne (1). Zur Sicherung der Kaverne (1) wird diese zumindest teilweise mit Kieswaschschlamm aufgefüllt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sichern einer Kaverne, insbesondere einer Kaverne einer Saline.

Stand der Technik

[0002] Durch die Gewinnung von Rohstoffen im Untertagebau entstehen Systeme aus Kavernen und Stollen, welche auch nach Abschluss der Rohstoffgewinnung im Boden verbleiben. Je nach Grösse der Kavernen sowie der Bodenbeschaffenheit besteht die Gefahr, dass Teile von Kavernen absacken oder sich setzen, was auf der Oberfläche beträchtliche Beschädigungen, insbesondere an Gebäuden oder Infrastruktur verursachen kann.

[0003] Bei der Salzgewinnung in Salinen wird beispielsweise in tiefen Erdschichten durch Einleiten von temperiertem Wasser in Salzsichten das Steinsalz gelöst und die so entstandene Sole wird anschliessend an die Oberfläche gepumpt. An der Oberfläche wird das Salz aus der Sole ausgefällt, wobei sich der Salzgehalt in der Sole reduziert. Die Sole wird anschliessend wieder in die Erde geleitet, um weiteres Salz zu lösen. Durch diesen kontinuierlichen Löseprozess bildet sich in der Erde eine Kaverne. Derartige Salzkavernen werden nur bis zu einer bestimmten Grösse ausgelaugt, so dass deren Standfestigkeit gewährleistet bleibt. Nach Abschluss der Salzgewinnung verbleiben die Salzkavernen mit Sole befüllt und werden verschlossen, wobei die darin verbleibende Sole einen Salzgehalt von ca. 5 bis 20 Gew.-% aufweist. Durch die in einer Salzkaverne verbleibende Sole besteht die Gefahr einer Verunreinigung von Grundwasser und Trinkwasserbrunnen mit Salz.

[0004] Durch Ängste in der Bevölkerung in der Nähe von Salinen vor Bodensetzungen oder vor Wasserverunreinigungen werden Bewilligungsverfahren für neue Abbaugelände stark verzögert oder gar verunmöglicht.

[0005] Bei der Produktion von Kies wird Rohkies in einer Kiesgrube abgebaut und anschliessend in einem Kieswerk gewaschen. Mittels Sieben wird der Kies in verschiedene Korngrössen (Gesteinskörnungen) getrennt. Partikel, die kleiner als 0.63 mm sind, werden mit dem Waschwasser ausgeschieden und bilden den sogenannten Kieswaschschlamm. In Abhängigkeit des Rohmaterials werden zwischen 5 - 30 % des Rohkieses als Kieswaschschlamm ausgeschieden.

[0006] Kieswaschschlamm kann nur bedingt einer weiteren Verwendung zugeführt werden. Mögliche Verwendungen finden sich in der Landwirtschaft, als Rohstoff für die Ziegel- oder Zementindustrie oder als Bestandteil von Flüssigboden oder Erdbeton. Diesen Verwendungen kann üblicherweise jedoch bloss 5 - 10 % des Kieswaschschlammes zugeführt werden. Die restlichen 90 - 95 % müssen in die Kiesgrube zurückgeführt und dort gelagert werden. Um ein Auslaufen des Kieswaschschlammes zu verhindern, müssen Kiesgrubenbesitzer Schlammweiher anlegen, was einen Mehraufwand und Mehrkosten verursacht. Zudem blockieren diese Schlammweiher Fläche in der Kiesgrube, welche ansonsten zum Deponieren von Aushubmaterial aus Baustellen genutzt werden könnte, was ein lohnendes Nebengeschäft für Kiesgrubeninhaber darstellt. Ferner unterliegt das Anlegen eines Schlammweihers einer Bewilligungspflicht, wobei das Anlegen von neuen Schlammweihern inzwischen teilweise verboten ist. Dadurch muss die Kiesindustrie auf eine Verringerung des Volumens des Kieswaschschlammes mittels Filterpressen ausweichen, was sehr hohe Investitions- und Betriebskosten mit sich bringt.

Darstellung der Erfindung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehöriges Verfahren zu schaffen, um bestehende Kavernen zu sichern. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, eine alternative Entsorgungsmöglichkeit für Kieswaschschlamm bereitzustellen.

[0008] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung wird eine Kaverne zumindest teilweise mit Kieswaschschlamm aufgefüllt.

[0009] Durch das Auffüllen der Kaverne mit dem Kieswaschschlamm kann diese stabilisiert werden, so dass keine Teile davon absacken oder sich setzen. Mit der Zeit härtet der Kieswaschschlamm aufgrund seines Tongehaltes aus, was zu einer zusätzlichen Stabilisierung der Kaverne führt. Zusätzlich kann durch das erfindungsgemässe Verfahren Kieswaschschlamm auf eine einfache und kostengünstige Weise deponiert werden.

[0010] Als „Kieswaschschlamm“ im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird eine fliessfähige Suspension aus Wasser und Feststoff verstanden, welche beim Waschen von Rohkies mittels Wasser entsteht und die nach dem Sieben nur noch Feststoffpartikel mit einem Durchmesser unter 0.63 mm enthält. Der Wassergehalt des Kieswaschschlammes ist je nach Herkunft sehr unterschiedlich und beträgt üblicherweise ca. 20 - 90 Gew.-%. Die Feststoffpartikel im Kieswaschschlamm enthalten durchschnittlich ca. 20 Gew.-% an Tonmineralien und ca. 80 Gew.-% an Hauptmineralien, insbesondere Siliziumoxid (SiO_2), Kalziumoxid (CaO) und Aluminiumoxid (Al_2O_3). Siehe hierzu auch Kapitel 3.2 in „Inventar der Schweizerischen Kieswaschschlämme“ (Dr. Martin Fisch, Dr. Urs Eggenberger; NEROS - Netzwerk Mineralische Rohstoffe Schweiz; Bern; 2017).

[0011] Da Kieswaschschlämme nur eine geringe Belastung mit Schadstoffen aufweisen (siehe M. Behl: „Abklärungen zum Inventar an umweltrelevanten Schlämmen in der Schweiz“; Institut für Umwelt und Verfahrenstechnik der Hochschule Rap-

perswil im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU; Bern; 2013) geht von einer Endlagerung von Kieswaschschlamm in Kavernen keine wesentliche Umweltgefahr, insbesondere im Hinblick auf Grundwasser aus.

[0012] Der Kieswaschschlamm wird vorzugsweise mittels der zum Einbringen der Sole in die Kaverne verwendeten Infrastruktur, wie z. B. Rohre, Pumpen und dergleichen in diese eingebracht. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, zum Einbringen des Kieswaschschlammes eine neue Infrastruktur aufzubauen.

[0013] Vorzugsweise wird der Kieswaschschlamm durch mindestens ein Rohr, welches sich von der Oberfläche zur Kaverne erstreckt, in diese eingebracht. Alternativ kann der Kieswaschschlamm jedoch auch durch einen Stollen, der die Kaverne mit der Oberfläche verbindet in diese eingebracht werden.

[0014] Weiter bevorzugt wird der Kieswaschschlamm mittels mindestens einer Pumpe in die Kaverne gefördert. Alternativ kann der Kieswaschschlamm jedoch auch gravimetrisch in die Kaverne einfließen.

[0015] Vorzugsweise wird die Kaverne ganz mit Kieswaschschlamm gefüllt, wodurch sich eine besonders gute Stabilisierung derselben ergibt. Alternativ kann die Kaverne jedoch nur zum Teil, jedoch insbesondere mindestens zur Hälfte mit Kieswaschschlamm aufgefüllt werden.

[0016] Der Kieswaschschlamm wird vorzugsweise ohne weitere Behandlung, wie z. B. Eindicken oder Verdünnen in die Kaverne gefüllt. Alternativ kann der Kieswaschschlamm jedoch mit Wasser verdünnt oder auch weiter durch Wasserentzug eingedickt werden, um eine optimale Viskosität des Kieswaschschlammes einzustellen.

[0017] Vorzugsweise ist die Kaverne eine Kaverne einer Saline, welche vor dem Auffüllen mit Kieswaschschlamm zumindest teilweise mit Sole gefüllt ist.

[0018] Die während des Auffüllens vom Kieswaschschlamm verdrängte Sole wird vorzugsweise abgepumpt und anschließend zur Salzgewinnung verwendet. Dadurch kann das Salz der in der Kaverne verbliebenen Sole gewonnen werden. Ausserdem wird durch das Abpumpen der Sole aus der Kaverne das Risiko einer Kontamination des Grundwassers oder von Trinkwasserbrunnen durch das Salz der Sole verhindert.

[0019] Vorzugsweise wird der Kieswaschschlamm am Grund der Kaverne eingebracht, wobei mit zunehmender Füllung der Kaverne mit Kieswaschschlamm der Einbringpunkt des Kieswaschschlammes angehoben wird.

[0020] Dadurch wird in Kombination mit einem gleichzeitigen Abpumpen von Sole eine Kontamination der Sole mit dem Kieswaschschlamm verhindert. Das Anheben des Einbringpunktes des Kieswaschschlammes erfolgt insbesondere kontinuierlich. Alternativ kann das Anheben auch stufenweise erfolgen. Vorzugsweise wird hierzu ein Rohr, durch welches der Kieswaschschlamm in die Kaverne geleitet wird mittels einer mechanischen Vorrichtung angehoben.

[0021] Die Sole wird im Wesentlichen auf der Höhe eines Scheitelpunktes der Kaverne abgepumpt. Bei einem gleichzeitigen Einbringen von Kieswaschschlamm am Grund der Kaverne kann durch diese Massnahme zusätzlich eine Kontamination der abgepumpten Sole durch den eingebrachten Kieswaschschlamm verhindert werden.

[0022] Vorzugsweise weist der Kieswaschschlamm einen Wassergehalt von 60 - 90 Gew.-%, insbesondere von 70 - 80 Gew.-% auf. Dadurch ist der Kieswaschschlamm flüssig genug, um in die Kaverne eingebracht zu werden, beispielsweise durch Pumpen. Andererseits ist der Kieswaschschlamm noch gerade dickflüssig genug, dass sich dieser bei einem gleichzeitigen Abpumpen von Sole nicht schnell mit dieser vermischt.

[0023] Bevorzugt wird der Wassergehalt des Kieswaschschlammes bei Bedarf durch Verdünnen bzw. durch Entziehen von Wasser auf einen Wassergehalt von 70 - 80 Gew.-% eingestellt, bevor der Kieswaschschlamm in die Kaverne gefüllt wird.

[0024] Vorzugsweise wird ein Kieswaschschlamm-Filterkuchen mit einem Wassergehalt von unter 20 Gew.-% vor dem Auffüllen der Kaverne mit Wasser versetzt, um einen Kieswaschschlamm mit einem Wassergehalt von 60 - 90 Gew.-%, insbesondere von 70 - 80 Gew.-% zu erhalten.

[0025] Unter dem Begriff Filterkuchen wird in der vorliegenden Anmeldung ein stichfestes bis pastöses Gemisch aus Feststoff und Wasser verstanden, welches durch Eindicken oder Pressfiltern aus Kieswaschschlamm entsteht.

[0026] Die Verwendung eines Kieswaschschlamm-Filterkuchens weist den Vorteil auf, dass dieser aufgrund des kleineren Volumens und der geringeren Fließfähigkeit einfacher vom Kieswerk zum Ort der Kaverne zu transportieren ist, beispielsweise per Bahn oder Lastwagen. Erst kurz vor dem Einbringen in die Kaverne wird der Kieswaschschlamm-Filterkuchen mit Wasser aufgeschlämmt.

[0027] Die vorliegende Anmeldung bezieht sich ferner auf die Verwendung von Kieswaschschlamm zum Sichern einer Kaverne gemäss einer Ausführungsform des in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Verfahrens.

[0028] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Kaverne einer Saline, welche mit Sole gefüllt ist;
- Fig. 2 die Kaverne der Fig. 1 während des Befüllens mit Kieswaschschlamm;
- Fig. 3 die Kaverne der Fig. 1 nach dem Befüllen mit Kieswaschschlamm.

[0030] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0031] Im Folgenden wird das erfindungsgemässe Verfahren anhand einer Kaverne 1 einer Saline, welche mit Sole 2 gefüllt ist, illustriert. In der Fig. 1 ist eine derartige Kaverne 1 dargestellt. Die Kaverne 1 weist ein Zuleitungsrohr 4 sowie ein Absaugrohr 5 auf, welche zum Einbringen bzw. zum Absaugen von Wasser oder Sole in die Kaverne 1 verwendet werden. Während des Salzabbaus wird kontinuierlich Wasser oder Sole in die Kaverne 1 eingebracht, wo diese anschliessend Salz aus salzhaltigen Schichten im die Kaverne 1 umgebenden Boden löst. Die mit dem gelösten Salz angereicherte Sole 2 wird anschliessend über das Absaugrohr 5 an die Oberfläche befördert, wo aus der Sole 2 Salz ausgefällt wird.

[0032] Die Fig. 2 zeigt die Kaverne 1 während des Füllens mit Kieswaschschlamm 3 gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren. Der Kieswaschschlamm 3 wird zunächst im Wesentlichen am Grund der Kaverne 1 mittels des Zuleitungsrohres 4 eingebracht, wobei mit zunehmender Befüllungshöhe der Kaverne 1 der Einbringpunkt des Kieswaschschlammes durch Bewegen des Zuleitungsrohres 4 noch oben angehoben wird. Durch das Einbringen des Kieswaschschlammes 3 in die Kaverne 1 wird die Sole 2 verdrängt und kann anschliessend über das Absaugrohr 5 an die Oberfläche gefördert werden, so dass aus der Sole 2 Salz ausgefällt werden kann.

[0033] Die Fig. 3 zeigt die Kaverne 1 nach dem vollständigen Ausfüllen mit Kieswaschschlamm 3. Mit der Zeit härtet der Kieswaschschlamm 3 aufgrund seines Tongehaltes aus und führt so zu einer erheblichen Stabilisierung der Seitenwände der Kaverne 1, wodurch diese vor Absacken oder Setzbewegungen gesichert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Sichern einer Kaverne, dadurch gekennzeichnet, dass die Kaverne zumindest teilweise mit Kieswaschschlamm aufgefüllt wird.
2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kaverne eine Kaverne einer Saline ist, welche vor dem Auffüllen mit Kieswaschschlamm zumindest teilweise mit Sole gefüllt ist.
3. Verfahren gemäss Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass während des Auffüllens der Kaverne die vom Kieswaschschlamm verdrängte Sole abgepumpt und diese anschliessend zur Salzgewinnung verwendet wird.
4. Verfahren gemäss Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kieswaschschlamm am Grund der Kaverne eingebracht wird, wobei mit zunehmender Füllung der Kaverne mit Kieswaschschlamm der Einbringpunkt des Kieswaschschlammes angehoben wird, insbesondere kontinuierlich.
5. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sole im Wesentlichen auf der Höhe eines Scheitelpunktes der Kaverne abgepumpt wird.
6. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kieswaschschlamm einen Wassergehalt von 60 - 90 Gew.-%, insbesondere von 70 - 80 Gew.-% aufweist.
7. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kieswaschschlamm-Filterkuchen mit einem Wassergehalt von unter 20 Gew.-% vor dem Auffüllen der Kaverne mit Wasser versetzt wird, um einen Kieswaschschlamm mit einem Wassergehalt von 60 - 90 Gew.-%, insbesondere von 70 - 80 Gew.-% zu erhalten.
8. Verwendung von Kieswaschschlamm zum Sichern einer Kaverne gemäss einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

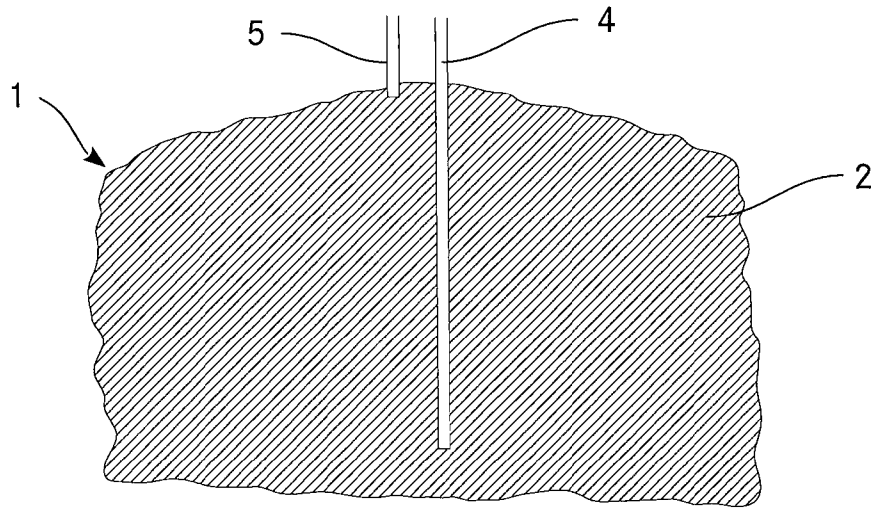


Fig. 1

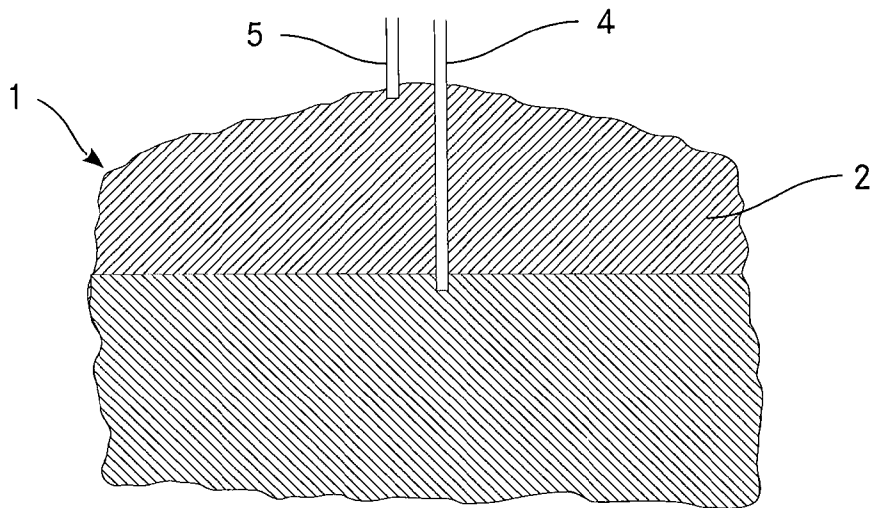


Fig. 2

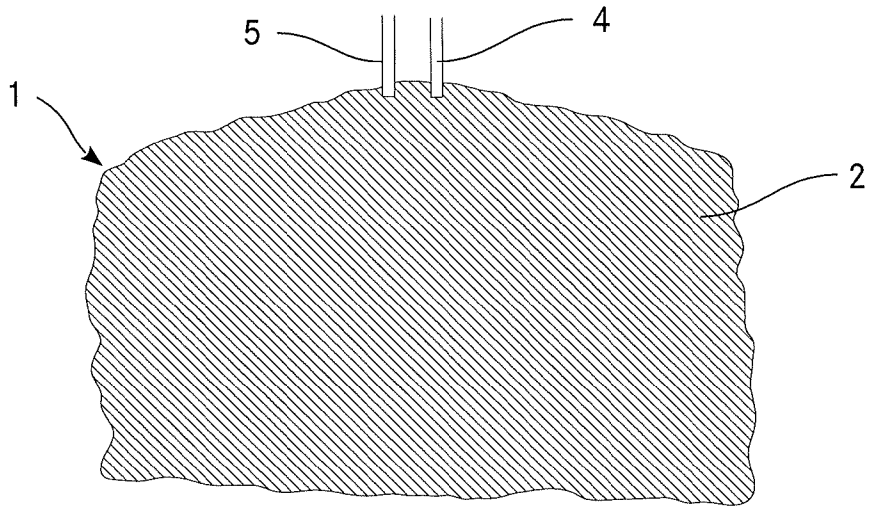


Fig. 3