(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 974 731 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.12.2003 Patentblatt 2003/51

(51) Int Cl.[7]: **E21B 43/28**

(21) Anmeldenummer: **99111295.4**

(22) Anmeldetag: **10.06.1999**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Aussolung geneigter Lagerstätten**

Method and apparatus for solution mining in an inclined reservoir

Procédé et dispositif pour l'exploitation par dissolution d'un reservoir incliné

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR NL

(30) Priorität: **11.07.1998 DE 19831234**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.01.2000 Patentblatt 2000/04

(73) Patentinhaber: **Kavernen Bau- und Betriebs-Gesellschaft mbH**
30625 Hannover (DE)

(72) Erfinder:
- **Grüschow, Norbert Dipl.-Ing.**
99706 Sondershausen (DE)
- **Walkhoff, Frank Dipl.-Chem.**
12683 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Köckeritz, Günter et al**
TUI AG
Patente & Lizenzen
Karl-Wiechert-Allee 4
30625 Hannover (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 111 353
US-A- 4 290 650
US-A- 5 246 273
US-A- 5 431 482

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 974 731 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur kontrollierten Aussolung von insbesondere geneigt einfallenden Lagerstätten, vorzugsweise von geringmächtigen Kalisalzlagerstätten im Untergrund.

[0002] Die soltechnische Gewinnung von geringmächtigen Lagerstätten erfolgt nach dem Stand der Technik über eine einzelne Bohrung oder über Doppel- oder Mehrfachbohrungen. Allerdings ist der Einsatz dieses Einzel- oder Doppelsonden-Solungsverfahrens hinsichtlich der solbaren Mächtigkeit der Lagerstätte begrenzt. Darüber hinaus werden mit zunehmendem Einfallen der Lagerstätte die gewinnbaren Mengen des gewünschten Rohstoffes, die pro Bohrung erschlossen werden, immer geringer. Dies hat seine Ursache mit der zwangsläufig horizontalen Ausbildung des Hohlraumes während der Aussolung und der dazu geneigt verlaufenden Salzschicht bzw. Lagerstätte.

[0003] Die zunehmende Genauigkeit bei der Durchführung von Horizontalbohrungen sowie die Tatsache, daß eine Horizontalbohrung durch ständige geophysikalische Messungen während des Bohrvorganges Lagerstättenschichten gezielt folgen kann, haben zur Adaption dieser Technologie in die Soltechnik geführt. Vorschläge zur Adaption sind beispielhaft beschrieben durch THOMS und GEHLE (THOMS, R. L.; GEHLE, R. M. (1993): "Feasibility of Controlled Solution Mining from Horizontal Wells". SMRI, Lafaxette, Louisiana, Oct. 24-27).

[0004] Hierbei ergibt sich die Forderung, möglichst kontrolliert den Aussolprozeß zu gestalten und damit eine, verglichen mit Einzelkavernen, höhere Lagerstättenausnutzung bei gleichzeitig stabilen Kavernen zu erreichen. Allerdings können mit diesem Verfahren ökonomisch nur Lagerstätten mit einer Mächtigkeit von mehr als 20 Metern abgebaut werden, da der Solungsvorgang nicht ausreichend genau gesteuert werden kann.

[0005] Darüber hinaus wird eine ökonomische Aussolung nur erreicht, wenn in allen Anwendungsvarianten eine flache Lagerung der Salzschichten ohne größeres Einfallen vorausgesetzt wird. Bereits bei der Annahme einer Salzschicht von ca. 3 - 5 m Mächtigkeit und einem Einfallen von > 5 % ist mit den oben genannten Vorschlägen entweder nur eine unkontrollierte Aussolung möglich oder die gewinnbaren Salzmengen pro Bohrung reduzieren sich ähnlich nachteilig wie bei der Einzelsondentechnologie.

[0006] Ein kontrolliertes Aussolungsverfahren mittels einer abgelenkten Bohrung ist in der US-PS 5,246,273 beschrieben. Durch den praktisch drucklosen Betrieb der Kavernen durch den Einsatz von Tauchpumpen oder Airlift und dem gleichzeitigen Einsatz eines Air jet tools ist es möglich, auch sehr geringmächtige und einfallende Lagerstätten abzubauen. Allerdings ist dieses Verfahren aufwendig und kann in tieferen Lagerstättenbereichen und/oder über große horizontale Entfernungen nicht angewendet werden, da eine Verschüttung, d. h. eine Sedimentation der Löserückstände, des Air jet tools auftritt. Auch ist die genaue Steuerung des Air jet tools nicht möglich. Hierdurch besteht die große Gefahr, daß die Rohrtour mit dem Air jet tool infolge hoher Reibungskräfte abreißt.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, hochreiche Zonen der Lagerstätte kontrolliert zu lösen bzw. zu solen, um das Ausbringen des gewünschten Rohstoffes bei gleichzeitiger Minimierung der Abfall- bzw. Reststoffe zu maximieren.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Aussolung geneigter Lagerstätten gemäß Anspruch 17 gelöst.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Aussolung von Lagerstätten, insbesondere geneigter Lagerstätten, sieht vor, daß ein Hohlraum mittels einer komplettierten Bohrung (1) gesolt wird und mindestens eine weitere Bohrung (2), die zumindest partiell dem Einfallen der Lagerstätte folgt, abgeteuft und komplettiert wird, wobei zwischen dem über der Bohrung (1) geschaffenen Hohlraum und mindestens einer weiteren Bohrung (2) eine Verbindung geschaffen wird und daß zur Abdeckung der in diesem Hohlraum (9) befindlichen Sole ein von der Sole getrennt geführtes Blanket-Medium (7) in den Hohlraum eingeleitet wird, wobei dieses Blanket-Medium (7) über die Bohrungen (1) und (2), welche mittels einer Blanket-Rohrleitung (22) verbunden sind, in einem pneumatisch-hydraulischen Verbund geführt wird, wobei das Niveau des Solespiegels in dem gesolten Hohlraum gemessen wird und daß nach Erreichen einer definierten Abbaumenge des Rohstoffes die Komplettierung oder ein Teil der Komplettierung der weiteren Bohrung (2) um einen definierten Betrag zurückgezogen und der Solvorgang erneut begonnen wird, wobei die Sole über die Rohrtour der Bohrung (1) abgeführt und das obere Niveau dieses weiteren Abbauhohlraumes im wesentlichen durch die Lage des Blanket-Mediums (7) oberhalb des Solespiegels bestimmt wird. Der Betrag, um den die Komplettierung oder ein Teil der Komplettierung der weiteren Bohrung (2) zurückgezogen wird, ist insbesondere abhängig von den Parametern Einfallen der Lagerstätte, Mächtigkeit der Lagerstätte sowie des maximalen Durchmessers des zu solenden weiteren Hohlraumes.

[0010] Als Komplettierung werden dabei insbesondere die letzte zementierte Rohrtour in einer Bohrung und die für die Solung notwendigen Rohrtouren, die in die Bohrung eingebaut werden müssen, verstanden.

[0011] Mit einem derartigen Verfahren kann vorteilhaft durch die Messung des Solespiegels eine geneigt einfallende Lagerstätte mittels einer in etwa vertikalen Bohrung und einer weiteren überwiegend in der Lagerstätte verlaufenden Bohrung kontrolliert gesolt werden. Gleichzeitig wird der Anfall von nicht gewünschten Begleitsalzen in der Sole reduziert. Dies auch insbesonde-

re und in vorteilhafter Weise deshalb, weil sich nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren der Solespiegel bzw. das Blanket in der Bohrung (1) und dem gerade gesolten Hohlraum immer auf dem gleichen Niveau befinden.

[0012] Die kontinuierliche Messung des Solespiegels hat den Vorteil, daß in jedem Stadium des Solungsvorganges der Solespiegel kontrolliert und ggf. der Solungsvorgang korrigiert werden kann. Die getrennte Führung der Sole (16) und des Blanket-Mediums (7) dient in vorteilhafter Weise der besseren Steuerung und Messung des Solespiegels in der Bohrung (1).

[0013] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß in der Bohrung (1) in einer weiteren Rohrtour (5) ein Medium zur Verdünnung und/oder Erwärmung der Sole geführt wird, um Kristallisationserscheinungen an den Rohrwänden durch z. B. übersättigte Lösungen zu vermeiden, die ansonsten zu Störungen des Gewinnungsbetriebes führen können.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird dem zu solenden Lagerstättenbereich in der Bohrung (2) mittels einer Injektionsrohrtour (11) das Lösungsmittel (12) getrennt von dem Blanket-Medium (7) zugeführt. Dies hat den Vorteil, daß dann die Injektionsrohrtour unabhängig vom Durchmesser der Bohrung ausgelegt werden kann und durch Veränderung der in die Lagerstätte hereinreichenden Injektionsrohrtour der Solungsvorgang besser kontrolliert werden kann, ohne hierfür die Führung des Blankets verändern zu müssen. Vorteilhaft kann der Abbau durch den Volumenstrom des Lösungsmittels (12) in der Injektionsrohrtour (11) gesteuert werden.

[0015] Durch die Wahl des Abstandes zwischen einer Bohrung (1) und einer weiteren Bohrung (2) von mehr als 100 m, insbesondere bei Wahl des Abstandes zwischen 500 und 2000 m, kann das Verfahren unter optimalen Bedingungen unter Berücksichtigung der z. B. für den Ausbau bzw. das Zurückziehen der Komplettierungen oder eines Teils derselben, insbesondere der Injektionsrohrtour (11), notwendigen obertägigen Einrichtungen durchgeführt werden.

[0016] Besonders vorteilhaft ist die Ausführung einer oder mehrerer der Bohrungen (2) als abgelenkte Bohrung, da hierbei der Bohransatzpunkt variabler gestaltet werden kann. Darüber hinaus erlaubt eine abgelenkte Bohrung die Verfolgung der Lagerstätte bzw. des Lagerstättenkörpers auch bei Änderungen des Einfallens der Lagerstätte oder des Versatzes der Lagerstätte, beispielsweise durch Störungen.

[0017] Als Blanket-Medium wird vorteilhaft ein gasförmiges Medium eingesetzt. Neben beispielsweise CO_2 oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen kann als besonders geeignet Druckluft eingesetzt werden, welche ein sehr kostengünstiges und ökologisches sowie überall verfügbares Medium darstellt.

[0018] Die Messung des Niveaus des Solespiegels untertage wird besonders vorteilhaft mittels einer physikalischen Meßeinrichtung in der Bohrung durchgeführt, da diese Meßverfahren störungsfrei und einfach handhabbar sind sowie kontinuierliche Messungen erlauben und in einer Bohrung auch bei laufendem Solungsbetrieb permanent installiert bleiben können und somit eine kontinuierliche Kontrolle des Solespiegels bzw. des zu solenden Lagerstättenbereiches ermöglichen.

[0019] Besonders vorteilhaft ist die zwei- oder mehrfache Wiederholung des Verfahrensschrittes d) des Anspruches 1, wobei der Betrag des Rückzuges der Komplettierung der weiteren Bohrung (2) in Abhängigkeit der Lagerstättenmächtigkeit und des Einfallens der Lagerstätte bzw. der Bohrung (2) gewählt wird. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, daß eine Vielzahl von Hohlräumen bzw. Abbauscheiben geschaffen werden, so daß die Lagerstätte über eine minimale Anzahl, im günstigsten Fall lediglich zwei Bohrungen nahezu vollständig bei gleichzeitiger Minimierung der nicht gewünschten Abbauprodukte abgebaut werden kann.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß ein vorkonzentriertes Lösungsmittel (12), vorzugsweise eine NaCl-Lösung, welche vorzugsweise zwischen 40 und 80 g NaCl pro Liter enthält, eingesetzt wird. Hierdurch wird es in vorteilhafter Weise ermöglicht, selektiv bestimmte Partien, so z. B. im Falle von Kalilagerstätten, die kaliumchloridreichen Partien der Lagerstätte verstärkt zu solen.

[0021] Der Einsatz von gesättigten bzw. nahezu gesättigten Lösungen führt dazu, daß ausschließlich die kaliumchloridreichen Partien der Lagerstätte gelöst werden. Dies geschieht insbesondere an den Randbereichen der Hohlräume sowie den Übergangsbereichen zwischen dem zuletzt gesolten Hohlraum und dem Hohlraum, über den die Sole nach Übertage abgeführt wird. Mit einer derartigen Verfahrensweise wird ein Schutzmedium (Blanketmedium), zumindest in den tiefergelegenen Bereichen der Lagerstätte, zwischen dem zuletzt gesolten Hohlraum und dem Hohlraum, aus dem die Sole gefördert wird, nicht mehr benötigt.

[0022] Das Lösungsmittel (12) kann auch mit einer Temperatur zwischen 10 und 90 °C, vorzugsweise einer Temperatur zwischen 40 und 60 °C, in die Lagerstätte eingebracht werden. Mit einem derart erwärmten Lösungsmittel kann der Solevorgang gesteuert werden bzw. zur selektiven Lösung bestimmter, beispielsweise kalireicher Partien der Lagerstätte eingestellt und somit der Abbau, insbesondere der selektive Abbau, optimiert werden.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird das Lösungsmittel (12) während des Solens im Bereich des oberen Teils des Hohlraumes aufkonzentriert. Dies hat den Vorteil, daß die unterhalb des Solespiegels befindlichen Bereiche überwiegend nur noch selektiv gelöst werden, so daß die Ausbeute an dem gewünschten Rohstoff maximiert wird, wobei in diesen Bereichen der Lagerstätte auf ein Blanket verzichtet werden kann. Dieser Vorteil tritt auch dann ein, wenn von vornherein gesättigte oder nahezu

gesättigte NaCl-Lösungen eingesetzt werden.

[0024] Nach Abschluß des Solevorganges oder während des Solens können feste Bestandteile, vorzugsweise Aufbereitungsrückstände, Sekundärkristallisate, Abraum und Bohrcuttings oder Mischungen hiervon, in den Hohlraum eingebracht werden, was den Vorteil hat, daß oberirdische Deponien mit eben diesen Stoffen vermieden werden und der Hohlraum somit einer Sekundärnutzung zugeführt werden kann, die gleichzeitig den Vorteil hat, die Gefahr von möglichen Bergschäden zu vermindern oder zu verhindern.

[0025] Nach dem Solen von zwei oder mehreren Hohlräumen in einer Lagerstätte können die Zwischenräume zwischen diesen Hohlräumen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 gesolt werden. Somit ist es auch möglich, großflächige Lagerstätten mit gegenüber dem Stand der Technik vermindertem Aufwand und Kosten vollständig oder auch besonders vorteilhaft selektiv abzubauen und somit das Ausbringen bzw. den Nutzungsgrad der Lagerstätte zu maximieren.

[0026] Die erfindungsgemäße Kombination eines im Bereich der Lagerstätte mittels einer komplettierten Bohrung gesolten Hohlraumes und einer oder mehreren Bohrungen, die partiell dem Einfallen der Lagerstätte folgen, und der durch die definierte Rücknahme des Sole/Blanketniveaus gesteuerte Abbau der Lagerstätte ermöglicht die kontrollierte Aussolung von geringmächtigen einfallenden Lagerstätten.

[0027] Die Vorrichtung, die zur Durchführung des Verfahrens zur Aussolung geneigter Lagerstätten vorgeschlagen wird, besteht aus einer Injektionsrohrtour (11) in einer Bohrung (2) zur Zufuhr von Lösungsmitteln (12), einer Rohrtour (3), die in einer Bohrung (1) angeordnet ist und zur Förderung der in der Lagerstätte gelösten Rohstoffe dient, sowie einem System zur Führung des Blanket-Mediums (7), wobei die Führung des Blanket-Mediums (7) in der Bohrung (1) mit der Führung des Blanket-Mediums (7) in der Bohrung (2) durch eine Rohrleitung (22) verbunden ist. Zur Messung des Solespiegels in dem untertägigen Hohlraum ist eine Meßeinrichtung (14) in der Führung des Blanket-Mediums (7) in der Bohrung (1) angeordnet, wobei vorzugsweise die Führung des Blanket-Mediums (7) in der Bohrung (1) als Ringraum zwischen einer äußeren Rohrtour (4) und einer zementierten Rohrtour (3) ausgebildet ist. Die Führung des Blanket-Mediums (7) in der Bohrung (2) ist derart ausgestaltet, daß hierfür der Ringraum der zementierten Rohrtour (10) und der Injektionsrohrtour (11) ausgenutzt wird. Diese Vorrichtung ermöglicht einen Abbau der Lagerstätte mit relativ einfachen und störunanfälligen Mitteln, so daß der Abbau störungsfrei und optimal sowie kostengünstig durchgeführt werden kann.

[0028] In der Rohrtour der Bohrung (1), in der die Sole abgeführt wird, kann als besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung eine weitere Rohrtour angeordnet werden, in der ein Verdünnungs- und/oder Heizmedium (13) der Sole zugeführt wird. Hierdurch wird verhindert, daß sich aufgrund der hohen Sättigung das Förderrohr (4) der Sole zusetzt, was zwangsläufig zu Störungen bei der Soleförderung führen würde.

[0029] Der Einsatz einer konduktiv oder kapazitiv arbeitenden Meßeinrichtung (14) zur Messung des Solespielgels in dem untertägigen Hohlraum hat den Vorteil, daß derartige Meßeinrichtungen störungsfrei und zuverlässig arbeiten. Daneben können sie in der Bohrung während der Förderung verbleiben und den Solespiegel kontinuierlich messen. Die Meßsignale werden mit üblichen Mitteln nach Übertage zu einer Auswerte- bzw. Steuerungseinrichtung geleitet.

[0030] Das erfindungsgemäße Verfahren wie auch die erfindungsgemäße Vorrichtung können nicht nur zur Gewinnung von Kalisalzen eingesetzt werden, sondern grundsätzlich für die Gewinnung von Mineralsalzen, insbesondere auch von Steinsalz und Magnesiumsalzen zur Erzeugung von marktfähigen Produkten, wie NaCl und $MgCl_2$, sowie für die Gewinnung von Sulfaten, Carbonaten und/oder Magnesiumsalzen. Darüber hinaus können verkaufsfähige Nebenprodukte, wie z. B. Brom, gewonnen werden. Die Gewinnung dieser Mineralsalze führt zu marktfähigen Produkten, wie z. B. KCl, NaCl, $MgCl_2$, K_2SO_4, Na_2SO_4, $MgSO_4$, Mg(OH), MgO, Na_2CO_3 und $NaHCO_3$.

[0031] Die Erfindung soll durch nachfolgendes Ausführungsbeispiel anhand der Figuren 1 bis 5 näher erläutert werden:

[0032] Eine Sylvinitlagerstätte, die von ca. 200 m bis 900 m relativ gleichmäßig mit durchschnittlich 10 bis 15 % einfällt, soll soltechnisch abgebaut werden.

[0033] Abbildung 1 gibt die Lagerstättensituation in der Vorbereitungsphase grafisch wieder, in Abbildung 2 ist die Produktionsphase dargestellt.

[0034] Die Kalischicht besteht aus hochprozentigem Sylvinit 21 mit 35 bis 40% KCl Gehalt und 4 bis 5 m Mächtigkeit und KCl ärmeren Sylvinit 20 mit 5 bis 15% KCl Gehalt und 6 bis 8 m Mächtigkeit im Liegend- und Hangendbereich. Als Begleitminerale des KCl's sind im wesentlichen NaCl und in geringem Umfang Anhydrit anzutreffen. $MgCl_2$ ist bis auf Spuren vollständig ausgewaschen. Unter- bzw. überlagert wird die Kalischicht von Steinsalz 18; 19 wie in Abbildung 1 dargestellt.

[0035] Zum soltechnischen Abbau des Sylvinits wird eine Doppelsonde entsprechend Abbildung 1 bestehend aus einer vertikale Bohrung 1 und einer abgelenkten geneigten Bohrung 2 angelegt. Der Abstand zwischen den Bohransatzpunkten der beiden Bohrungen ist nach den geologischen Gegebenheiten festzulegen sollte aber mindestens 100 m betragen und wird in der maximal Ausdehnung von dem technisch und ökonomisch vertretbaren Aufwand begrenzt. Optimal ist ein Abstand von 500 m - 2000 m.

[0036] Die soltechnische Gewinnung der Lagerstätte umfaßt eine Vorbereitungsphase und eine Produktionsphase.

Vorbereitungsphase (Fig. 1)

[0037] Die vertikale Bohrung 1 wird nach dem Stand der Technik für die Aussolung von Einzelkavernen mit einer zementierten Rohrtour 3 bis an die Oberkante des Kalilagers und mit dem konzentrischen Einbau von zwei Förderrohrtouren, der äußeren Rohrtour 4 und der inneren Rohrtour 5 ausgerüstet. Der Ringraum 6 zwischen letzter zementierter Rourtour und der äußeren Förderrohrtour dient der Zugabe von Blanket 7. Die Aussolung mit Wasser als Lösungsmittel in dieser Bohrung beginnt im Liegendbereich der Sylvinitschicht 21 mit der Anlage eines Kavernensumpfes 8 in direkter Fahrweise und der Schaffung eines Hohlraumes 9 durch radialen Vergrößerung des Bohrloches auf mindestens 60 m in einer Höhe von 4 - 8 m in indirekter Fahrweise. Durch den Einsatz des Blankets wird eine Aussolung nach oben verhindert. Diese soltechnische Unterschneidung der Sylvinitlagerstätte (auch under cut oder Breitsolung genannt) ist generell zur Schaffung einer ausreichend großen Lösefläche notwendig und garantiert bei einer Mindestausdehnung von 60 m, das Schwankungen in der Mächtigkeit und im Einfallen der hochprozentigen Kalischicht 21 bei der nachfolgend beschriebenen Aussolung während der Produktionsphase in der abgelenkten Bohrung 2 mit erfaßt werden.

[0038] Die abgelenkte geneigte Bohrung 2 wird mittels neuester LWD (logging while drilling) Bohrtechnologie innerhalb der hochprozentigen Sylvinitschicht 21 gebohrt. Durch die gute Nachweisbarkeit des K40 Isotops kann ausreichend präzise dem Einfallen der Sylvinitlagerstätte gefolgt werden. Nach dem Herstellen einer Verbindung zur bereits in Aussolung befindlichen Breitsolkaverne 9 der Vertikalbohrung 1 wird die abgelenkte Bohrung 2 mit einer zementierten Rohrtour 10 im vertikalen und abgelenkten Bereich komplettiert. Danach wird in die Bohrung 2 eine Injektionsrohrtour 11 bis in die Breitsolkaverne 9 der Vertikalbohrung 1 installiert. Abbildung 1 gibt die Bohrlochkonstruktion und die Bohrlochkomplettierung am Ende der Vorbereitungsphase wieder. Der äußere Ringraum 15 der geneigten Bohrung 2 wird mit dem äußeren Ringraum der Vertikalbohrung 1 über eine übertägige Blanketrohrleitung 22 verbunden und somit der hydraulischen Verbund der Bohrungen Untertage in ein System überführt, welches sich physikalisch wie kommunizierende Röhren verhält.

[0039] Nach den oben beschriebenen Arbeiten schließt sich die eigentliche Produktionsphase an.

Produktionsphase (Fig. 2)

[0040] In der Produktionphase erfolgt die Aussolung des durch die abgelenkte Bohrung erschlossenen Bereiches der Sylvinitlagerstätte durch Einzirkulieren von leicht mineralisierten Salzwässern mit ca. 45 g NaCl/l als Lösungsmittel 12 in die Injektionsrohrtour 11. Bedingt durch die geringere Dichte gegenüber der im Hohlraum befindlichen Sole steigt das Lösungsmittel 12 an die Firste des Breitsolhohlraumes. Durch eine vorhergegangene Zurücknahme des Blankets 7 wurde das Blanketniveau 14 in den beiden Bohrungen gegenüber der Breitsolphase um ca. 3 m nach oben verändert und damit eine 3 m mächtige Abbauscheibe in der geneigten Bohrung 2 zur Aussolung freigegeben. Die Aufsättigung des Lösemittels an KCl und NaCl und damit die Produktion von Sole 16 erfolgt an den freigegebenen Löseflächen.

[0041] Durch das Abteufen der gelenkten Bohrung entlang der geneigten hochprozentigen Sylvinitschicht 21 kann durch die Festlegung der Länge des Hineinragens der Injektionsrohrtour 11 in die Kaverne das frische Lösungsmittel 12 gezielt an die hochprozentige Sylvinitschicht 21 herangeführt werden. Dies ist eine Grundvoraussetzung für eine effektive Gesteinsauflösung im Sinne der KCl-Aufsättigung. Bei 10 - 15% Lagerstättenneigung sollte die Injektionsrohrtour 11 2 - 3 m in die Kaverne hineinragen.

[0042] Die Vermischung des Lösemittels 12 am Injektionspunkt sollte gering gehalten werden, um eine nichtselektive Auflösung der Lagerstätte in diesem Kavernenbereich zu erreichen. Dies wird durch die Wahl des Durchmessers der Injektionsrohrtour 11 in Relation zum Volumenstrom erreicht. Vorteilhaft ist die Installation einer 4 1/2" Injektionsrohrtour 11, da diese genügend Variationsmöglichkeiten für die Wahl des Volumenstromes ermöglicht. Der Volumenstrom wird in Abhängigkeit von der vorhandenen Lösefläche in der Kaverne optimiert und sollte zu Beginn 10 m^3/h betragen und dann schrittweise auf 50 m^3/h gesteigert werden.

[0043] Auf Grund der auflösungsbedingten Dichteerhöhung wird die Sole 16 zum tiefsten Punkt des hydraulischen Systems in den Breitsolraum 9 der Vertikalbohrung 1 fließen. Während dieses Fließvorganges erfolgt eine überwiegend selektive Auflösung des Sylvinites, da die Sole 16 sich bereits im oberen Kavernenbereich weitestgehend an NaCl aufgesättigt hat, aber auf Grund des NaCl/KCl-Verhältnisses in dem anstehenden Salzgestein noch aufnahmefähig für KCl ist. Vom Kavernentiefsten wird die Sole 16 mittels der äußeren Rohrtour 4 durch den aufgebauten Kaverneninnendruck nach Übertage gefördert und der Weiterverarbeitung zugeführt.

[0044] Sollten während der Förderung der Sole 16 Kristallisationserscheinungen an den Rohrwänden auf Grund zu hoher Sättigungen auftreten, kann zur Vermeidung von Kristallisation mittels der inneren Rohrtour 5 die produzierte Sole mit Wasser verdünnt oder in Verbindung mit einer Heizvorrichtung erwärmt werden. Ist dies nicht notwendig, bleibt die Notwendigkeit der innere Rohrtour 5 in der Vertikalbohrung 2 auf die Vorbereitungsphase beschränkt und kann mit Beginn der Produktionsphase ausgebaut werden.

[0045] Durch die Installation einer kontinuierlichen Blanketmessung 14 in der Vertikalbohrung 1 ist die Kontrolle der freizugebenden Abbauscheibe bzw. Gesteinsmenge gegeben. Das Prinzip der kommunizierenden

Röhren garantiert immer den gleichen Stand des Blankets 7 in beiden Bohrungen. Vorteilhaft ist der Einsatz von gasförmigem Blanket 7, da ein pneumatischhydraulisches System eine größere Sensibilität aufweist und damit eine genauere Kontrolle ermöglicht. Dabei hat sich die Verwendung von Druckluft als am wirtschaftlichsten erwiesen. Zusätzlich wird durch Massenbilanzen und durch Flächenmessungen wird der Fortschritt der Aussolung in der geneigte Bohrung überwacht.

[0046] Nach dem Erreichen der geplanten Abbaumenge an Sylvinit wird das Blanket 7 erneut zurückgenommen und eine weitere Abbauscheibe zur Aussolung freigegeben. Die Höhe der Abbauscheibe muß den lösekinetischen Mindestanforderungen an die Größe der Lösefläche entsprechen, darf aber auch nicht zu groß gewählt werden, da sonst Lagerstätte in den Randbereichen der Kaverne durch das Entstehen eines neuen Under Cuts verloren geht. Bei einem Kavernendurchmesser von ca. 60 m sind mindestens 2 bis 3 m aber maximal 5 - 6 m hohe Abbauscheiben vorzusehen.

[0047] Gleichzeitig wird auch die Injektionsrohrtour 11 in der geneigten Bohrung 2 um eine definierte Länge zurückgenommen, um auf kürzestem Wege frisches Lösemittel an die Kavernenfirste zu führen. Bedingt durch die Neigung der Lagerstätte von 10 bis 15% bedeutet dies eine Kürzung der Injektionsrohrtour 11 nach jeder Abbauscheibe von mindestens 20 m. Zur Reduzierung der Kosten dieser Rohrzieharbeiten sollten möglichst immer komplette Rohrlängen der verschraubt eingebauten Injektionsrohrtour 11 ausgebaut werden. In diesem Sinne ist auch eine Erhöhung der Abbauscheibe auf bis zu 4 - 6 m und der Ausbau von ca. 40 m Injektionsrohrtour 11 ohne wesentliche negative Auswirkungen auf die vollständige Ausnutzung der Lagerstätte möglich.

[0048] Die für den Ausbau der Injektionsrohrtour 11 notwendige Zugkraft hängt neben Länge des geneigten Bohrloches von der Verschüttung der Injektionsrohrtour 11 durch Rückstand und Sekundärkristallisat im Kavernenbereich ab. Da gewährleistet wird, daß der Ringraum 15 der geneigten Bohrung 2 immer mit Blanket 7 gefüllt ist, ragt nur der untere Teil der Injektionsrohrtour 11 in die Kaverne. Die Verschüttung der Injektionsrohrtour 11 durch Rückstand und Sekundärkristallisat ist daher längenmäßig auf ca. 3 m begrenzt. Dies erlaubt in ganz entscheidendem Maße die am Anfang genannten Abstände von 500 - 2000 m zwischen den beiden Bohrungen 1 und 2.

[0049] Für den Fall, daß aus der Aufbereitung der Sole prozeßeigene Rückstände wie z. B. NaCl, anfallen, kann vor der Rücknahme der Injektionsrohrtour 11 dieser Rückstand sehr vorteilhaft in den neu geschaffenen Kavernenhohlraum eingespült werden. Dies ist in dem Umfang möglich, in dem genügend Querschnitt für das Abfließen der Sole 16 zum Kavernentiefsten der Vertikalbohrung 1 verbleibt, d.h., daß die Fließwege in der Kaverne nicht zugesetzt werden. Durch das Verspülen von Rückstand mittels der Injektionsrohrtour 11 wird in der Mitte der Kaverne ein Rückstandswall geschaffen und die an der Kavernenfirste teilweise aufgesättigte Sole 16 zur Nachsättigung an die seitlichen Kavernenwände geführt. Eine höhere Konzentration an KCl sowie eine günstige Kavernenhohlraumentwicklung in der Kaverne, die bis zum Totalabbau der hochprozentigen Sylvinitschicht führen kann, sind weitere vorteilhafte Wirkungen.

[0050] Die Figuren 3 bis 5 zeigen in der Aufsicht Varianten der Kavernendimensionierung.

[0051] In Figur 3 sind zwei parallel in der Lagerstätte gesolte Hohlräume dargestellt, die aus einzelnen Abbauscheiben bzw. Breitsolungsräumen 23, die versetzt übereinanderliegen, bestehen. Die geneigte bzw. abgelenkte Bohrung 2 wird in diesem Beispiel von dem Bohransatzpunkt 24 aus abgeteuft und mit der Bohrung 1 verbunden. Die zeitliche Abfolge des Abteufens der Bohrung 1 und 2 kann variiert werden. Nach Herstellung der Verbindung zwischen den beiden Bohrungen folgt ein stufenweiser Abbau einzelner Abbauscheiben, wobei auch das selektive Solen einzelner Lagerstättenpartien in den Randbereichen älterer Abbauscheiben weiterhin erfolgen kann. Der Abbau ist steuerbar durch die Lage der Injektionsrohrtour 11 in der jüngsten Abbauscheibe, den Volumenstrom des Lösungsmittels 12, die Konzentration und Zusammensetzung des Lösungsmittels sowie die Höhe der Abbauscheiben.

[0052] Figur 4 zeigt die Kombination zweier abgelenkter Bohrungen 2 von zwei Bohransatzpunkten 24 aus, um einen größeren, zusammenhängenden Hohlraum in der Lagerstätte zu solen.

[0053] In Figur 5 wird der angestrebte Totalabbau der Lagerstätte dargestellt, indem zunächst einmal zwei Kavernen, bestehend aus einer Mehrzahl an Breitsolungsräumen (undercuts) 23, gesolt werden, wobei ein oder mehrere Stützpfeiler 25 bestehen bleiben. Anschließend wird durch das Verbinden der beiden Kavernen durch eine abgelenkte Bohrung auch der zwischen den Kavernen befindliche Stützpfeiler 25 abgebaut.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0054]

1	vertikale Bohrung
2	abgelenkte Bohrung
3	zementierte Rohrtour von 1
4	äußere Rohrtour
5	innere Rohrtour
6	Ringraum zwischen 3 und 4
7	Blanket-Medium

8 Kavernensumpf

9 Hohlraum

10 zementierte Rohrtour von 2

11 Injektionsrohrtour

12 Lösungsmittel

13 Verdünnungs- oder/und Heizmedium

14 Blanketniveaumessung (kontinuierlich)

15 äußerer Ringraum

16 Sole

17 Deckschicht

18 hängendes Steinsalz

19 liegendes Steinsalz

20 arme Lagerstättenzone

21 hochkonzentrierte Lagerstättenzone

22 Blanketrohrleitung

23 Breitsolungsraum

24 Bohransatzpunkt

25 Stützpfeiler

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aussolung von geneigten Lagerstätten, wobei

a) im Bereich der Lagerstätte ein Hohlraum mittels einer komplettierten Bohrung (1) gesolt wird

b) und mindestens eine weitere Bohrung (2), die zumindest partiell dem Einfallen der Lagerstätte folgt, abgeteuft und komplettiert wird, wobei zwischen dem über der ersten Bohrung (1) geschaffenen Hohlraum und der weiteren Bohrung (2) eine Verbindung geschaffen wird, und **dadurch gekennzeichnet**,

c) daß zur Abdeckung der in dem Hohlraum befindlichen Sole ein von der Sole getrennt geführtes Blanket-Medium (7) in den Hohlraum eingeleitet wird, wobei dieses Blanket-Medium über die Bohrungen (1) und (2), welche mittels einer übertägigen Blanket-Rohrleitung (22) verbunden sind, in einem pneumatisch-hydraulischen Verbund geführt wird, wobei das Niveau des Solespiegels,des gesolten Hohlraumes gemessen wird, und daß

d) nach Erreichen einer definierten Abbaumenge des Rohstoffes die Komplettierung oder ein Teil der Komplettierung der weiteren Bohrung (2) um einen definierten Betrag zurückgezogen wird und der Solvorgang erneut begonnen wird, wobei die Sole über die Rohrtour der ersten Bohrung (1) abgeführt und das obere Niveau dieses weiteren Abbauhohlraumes im wesentlichen durch die Lage des Blanket-Mediums oberhalb des Solespiegels bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Niveau des Solespiegels kontinuierlich gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der komplettierten Bohrung (1) die Sole (16) und das Blanket-Medium (7) getrennt geführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Bohrung (1) in einer weiteren Rohrtour (5) ein Medium zur Verdünnung und/oder Erwärmung der Sole geführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der weiteren Bohrung (2) mittels einer Injektionsrohrtour (11) das Lösungsmittel (12) getrennt von dem Blanket-Medium (7) dem zu solenden Lagerstättenbereich zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abstand zwischen den Bohrungen (1) und (2) mehr als 100 m, vorzugsweise zwischen 500 und 2000 m, beträgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die weitere Bohrung (2) als abgelenkte Bohrung ausgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Blanket-Medium ein gasförmiges Medium, vorzugsweise Druckluft, eingesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß**

die Messung des Niveaus des Solespiegels mittels physikalischer Meßeinrichtung in der Bohrung (1) durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verfahrensschritt nach Anspruch 1 d) zwei- oder mehrfach wiederholt durchgeführt wird, wobei der Betrag des Rückzuges der Komplettierung oder eines Teils der Komplettierung der weiteren Bohrung (2) in Abhängigkeit der Lagerstättenmächtigkeit und dem Einfallen der Lagerstätte oder der Bohrung (2) sowie des maximalen Durchmessers des zu solenden Hohlraumes gewählt wird,

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein vorkonzentriertes Lösungsmittel (12), vorzugsweise eine NaCl-Lösung, welche vorzugsweise zwischen 40 und 80 g/l NaCl aufweist, zum selektiven Solen der Lagerstätte eingesetzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Lösungsmittel (12) eine gesättigte oder nahezu gesättigte Lösung eingesetzt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lösungsmittel (12) mit einer Temperatur zwischen 10 und 90 °C, vorzugsweise einer Temperatur von 40 bis 60 °C, in die Lagerstätte eingebracht wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lösungsmittel während des Solens im Bereich des oberen Teils des Hohlraumes aufkonzentriert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Solens oder nach Abschluß des Solevorganges feste Bestandteile, vorzugsweise Aufbereitungsrückstände, Sekundärkristallisate, Abraum- und Bohrcuttings oder Mischungen hiervon, in den Hohlraum eingebracht werden.

16. Verfahren, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Solen zweier oder mehrerer Hohlräume die Zwischenräume zwischen diesen Hohlräumen mittels Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 gesolt werden.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Aussolung geneigter Lagerstätten gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, bestehend aus einer Injektionsrohrtour (11) in einer weiteren Bohrung (2) zur Zufuhr von Lösungsmittel (12),

einer Rohrtour (3) in einer ersten Bohrung (1) zur Förderung der in der Lagerstätte gelösten Rohstoffe sowie einem System zur Führung des Blanket-Mediums (7), wobei
die Führung des Blanket-Mediums (7) in der ersten Bohrung (1) mit der Führung des Blanket-Mediums (7) in der Bohrung (2) durch eine Rohrleitung (22) verbunden ist und
eine Meßeinrichtung (14) zur Messung des Solespiegels in dem untertägigen Hohlraum in der Führung des Blanket-Mediums (7) in der ersten Bohrung (1) angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Rohrtour der ersten Bohrung (1), in der die Sole abgeführt wird, eine weitere Rohrtour angeordnet ist, in der ein Verdünnungs- und/oder Heizmedium (13) der Sole zugeführt wird.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Führung des Blanket-Mediums (7) in der ersten Bohrung (1) als Ringraum zwischen einer äußeren Rohrtour (4) und einer zementierten Rohrtour (3) ausgebildet ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Führung des Blanket-Mediums (7) in der weiteren Bohrung (2) durch den Ringraum der zementierten Rohrtour (10) und der Injektionsrohrtour (11) ausgebildet ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine konduktiv oder kapazitiv arbeitende Meßeinrichtung (14) verwendet wird.

Claims

1. Method of solution mining from inclined deposits, wherein

a) a cavity is provided with brine in the region of the deposit by means of a completed bore hole (1),

b) and at least one additional bore hole (2), which at least partially follows the slope of the deposit, is sunk and completed, a connection being established between the cavity, which is created above the first bore hole (1), and the additional bore hole (2),
characterised in that

c) to cover the brine situated in the cavity, a blanket medium (7), which is conducted separately of the brine, is introduced into the cavity, this blanket medium being conducted into a pneumatic-hydraulic composite structure via the bore holes (1) and (2), which are connected by means of a blanket pipeline (22) above the ground,

the level of the brine surface of the cavity being measured,

and **in that**

d) after a specific decomposition quantity of the raw material has been reached, the completion or part of the completion of the additional bore hole (2) is delayed by a specific amount of time, and the brine operation is started afresh, the brine being discharged via the casing string of the first bore hole (1), and the upper level of this additional decomposition cavity being substantially determined by the position of the blanket medium above the brine surface.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the level of the brine surface is continuously measured.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the brine (16) and the blanket medium (7) are conducted separately in the completed bore hole (1).

4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** a medium for diluting and/or heating the brine is conducted in the bore hole (1) in an additional casing string (5).

5. Method according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the solvent (12) is supplied, separately of the blanket medium (7), to the deposit region to be provided with brine in the additional bore hole (2) by means of an injection-type casing string (11).

6. Method according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the spacing between the bore holes (1) and (2) is more than 100 m, preferably between 500 and 2000 m.

7. Method according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the additional bore hole (2) is in the form of a deflected bore hole.

8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** a gaseous medium, preferably compressed air, is used as the blanket medium.

9. Method according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the level of the brine surface is measured by means of a physical measuring means in the bore hole (1).

10. Method according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the method step according to claim 1 d) is repeated two or more times, the amount of delay in the completion or in part of the completion of the additional bore hole (2) being selected in dependence on the deposit strength and on the slope of the deposit or the bore hole (2) as well as the maximum diameter of the cavity to be provided with brine.

11. Method according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** a pre-concentrated solvent (12), preferably a NaCl solution which preferably has between 40 and 80 g/l NaCl, is used for the selective provision of brine in the deposit.

12. Method according to claim 11, **characterised in that** a saturated or virtually saturated solution is used as the solvent (12).

13. Method according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** the solvent (12) is introduced into the deposit with a temperature between 10 and 90° C, preferably a temperature of 40 to 60° C.

14. Method according to one of claims 1 to 13, **characterised in that** the solvent is highly concentrated during the brining process in the region of the upper part of the cavity.

15. Method according to one of claims 1 to 14, **characterised in that**, during the brining process, or after the brining operation has been terminated, solid constituent ingredients, preferably processing residues, secondary crystallisates, scrapings and bore hole cuttings or mixtures thereof, are introduced into the cavity.

16. Method, **characterised in that**, after the brining of two or more cavities, the spaces between these cavities are brined by means of methods according to one or more of claims 1 to 15.

17. Apparatus for accomplishing the method of removing brine from inclined deposits according to one or more of claims 1 to 16, said apparatus comprising an injection-type casing string (11) in an additional bore hole (2) for the supply of solvent (12), a casing string (3) in a first bore hole (1) for the conveyance of the raw materials loosened in the deposit, and a system for conducting the blanket medium (7), the guidance of the blanket medium (7) in the first bore hole (1) being linked with the guidance of the blanket medium (7) in the bore hole (2) by means of a

pipeline (22), and a measuring means (14) being disposed in the first bore hole (1) to measure the brine surface in the underground cavity in the guidance of the blanket medium (7).

18. Apparatus according to claim 17, **characterised in that** an additional casing string, in which a diluting and/or heating medium (13) is supplied to the brine, is disposed in the casing string of the first bore hole (1), in which the brine is discharged.

19. Apparatus according to claim 17 or 18, **characterised in that** the guidance of the blanket medium (7) in the first bore hole (1) is in the form of an annular chamber between an outer casing string (4) and a cemented casing string (3).

20. Apparatus according to one of claims 17 to 19, **characterised in that** the guidance of the blanket medium (7) in the additional bore hole (2) is provided by the annular chamber of the cemented casing string (10) and the injection-type casing string (11).

21. Apparatus according to claim 17, **characterised in that** a conductively or capacitively operating measuring means (14) is used.

Revendications

1. Procédé pour le lessivage chimique de gisements inclinés, dans lequel

a) une cavité est saumurée dans la zone du gisement au moyen d'un puits équipé (1) ;
b) et au moins un puits supplémentaire (2), qui suit en partie l'incidence du gisement, est creusé et équipé, une liaison étant créée entre la cavité créée par l'intermédiaure du premier puits (1) et le puits supplémentaire (2), et caractérisé en ce
c) qu'un milieu de couverture acheminé séparément de la saumure est introduit pour couvrir la saumure se trouvant dans la cavité, ce milieu de couverture circulant dans un réseau pneumatique-hydraulique par les puits (1) et (2), qui sont reliés au moyen d'un conduit (22) de couverture à ciel ouvert,
le niveau de la surface de la saumure de la cavité saumurée étant mesuré, et que
d) après l'obtention d'une quantité de dégradation définie de la matière brute, la complétion ou une partie de la complétion du puits supplémentaire (2) se voit soustraite d'une quantité définie et le processus de saumurage est de nouveau lancé, la saumure étant évacuée par le passage de conduit du premier puits et le niveau supérieur de cette cavité de dégradation supplémentaire étant déterminé principalement par la position du milieu de couverture au-dessus de la surface de la saumure.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le niveau de la surface de la saumure est mesuré de façon continue.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la saumure (16) et le milieu de couverture (7) sont acheminés séparément l'un de l'autre dans le puits équipé (1).

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**un milieu de couverture est acheminé dans le puits (1) d'un autre passage de conduit (5) pour la dilution et/ou le réchauffement de la saumure.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le solvant (12) est amené séparément du milieu de couverture (7) à la zone du gisement à saumurer dans le puits supplémentaire (2) au moyen d'un passage de conduit d'injection (11).

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la distance entre les puits (1) et (2) s'élève à plus de 100 m, de préférence entre 500 et 2000 m.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le puits supplémentaire (2) est réalisé sous forme d'un puits dévié.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**un milieu gazeux, de préférence de l'air comprimé, est utilisé comme milieu de couverture.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la mesure du niveau de la surface de la saumure est réalisée au moyen d'un dispositif de mesure physique dans le puits (1).

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'étape du procédé selon la revendication 1 d) est réalisée de manière répétée à deux ou plusieurs reprises, la quantité de retrait de complétion ou d'une partie de la complétion du puits supplémentaire (2) étant choisie en fonction de l'épaisseur du gisement et de l'incidence du gisement ou du puits (2) ainsi que du diamètre maximal de la cavité à saumurer.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**un solvant préconcentré (12), de préférence une solution de NaCl, qui présente

de préférence entre 40 et 80 g/l de NaCl, est utilisé pour le saumurage sélectif du gisement

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**une solution saturée ou quasiment saturée est utilisée comme solvant (12).

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le solvant (12) est introduit dans le gisement à une température située entre 10 et 90° C, de préférence une température de 40 à 60° C.

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le solvant est concentré durant le saumurage dans la zone de la partie supérieure de la cavité.

15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** des éléments solides, de préférence des résidus de préparation, des formes cristallines secondaires, des coupes de déblaiement et de forage ou des mélanges de ceux-ci, sont introduits dans la cavité pendant le saumurage ou après la fin du processus de saumurage.

16. Procédé **caractérisé en ce qu'**après le saumurage de deux ou de plusieurs cavités les espaces intermédiaires entre ces cavités sont saumurés au moyen du procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 15.

17. Dispositif pour la réalisation du procédé pour le lessivage chimique de gisements inclinés selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 16, se composant d'un passage de conduit d'injection (11) dans un puits supplémentaire (2) pour l'alimentation en solvants (12), d'un passage de conduit (3) dans un premier puits (1) pour transporter la matière brute dissoute dans le gisement ainsi que d'un système pour la conduite du milieu de couverture (7),
la conduite du milieu de couverture (7) dans le premier puits étant liée à la conduite du milieu de couverture (7) dans le puits (2) au moyen d'un conduit (22) et
un dispositif de mesure (14) pour mesurer la surface de la saumure dans la cavité souterraine étant agencé dans la conduite du milieu de couverture (7) dans le premier puits (1).

18. Dispositif selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'**un autre passage de conduit, dans lequel un diluant et/ou un milieu chauffant est amené à la saumure, est agencé dans le passage de conduit du premier puits (1) dans lequel la saumure est évacuée.

19. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé en ce que** la conduite du milieu de couverture dans le premier puits est formée comme un espace annulaire entre un passage de conduit externe (4) et un passage de conduit cimenté (3).

20. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 19, **caractérisé en ce que** la conduite du milieu de couverture (7) dans le puits supplémentaire (2) est formée par l'espace annulaire du passage de conduit cimenté (10) et du passage de conduit d'injection (11).

21. Dispositif selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de mesure (14) fonctionnant par conduction ou de façon capacitive est utilisé.

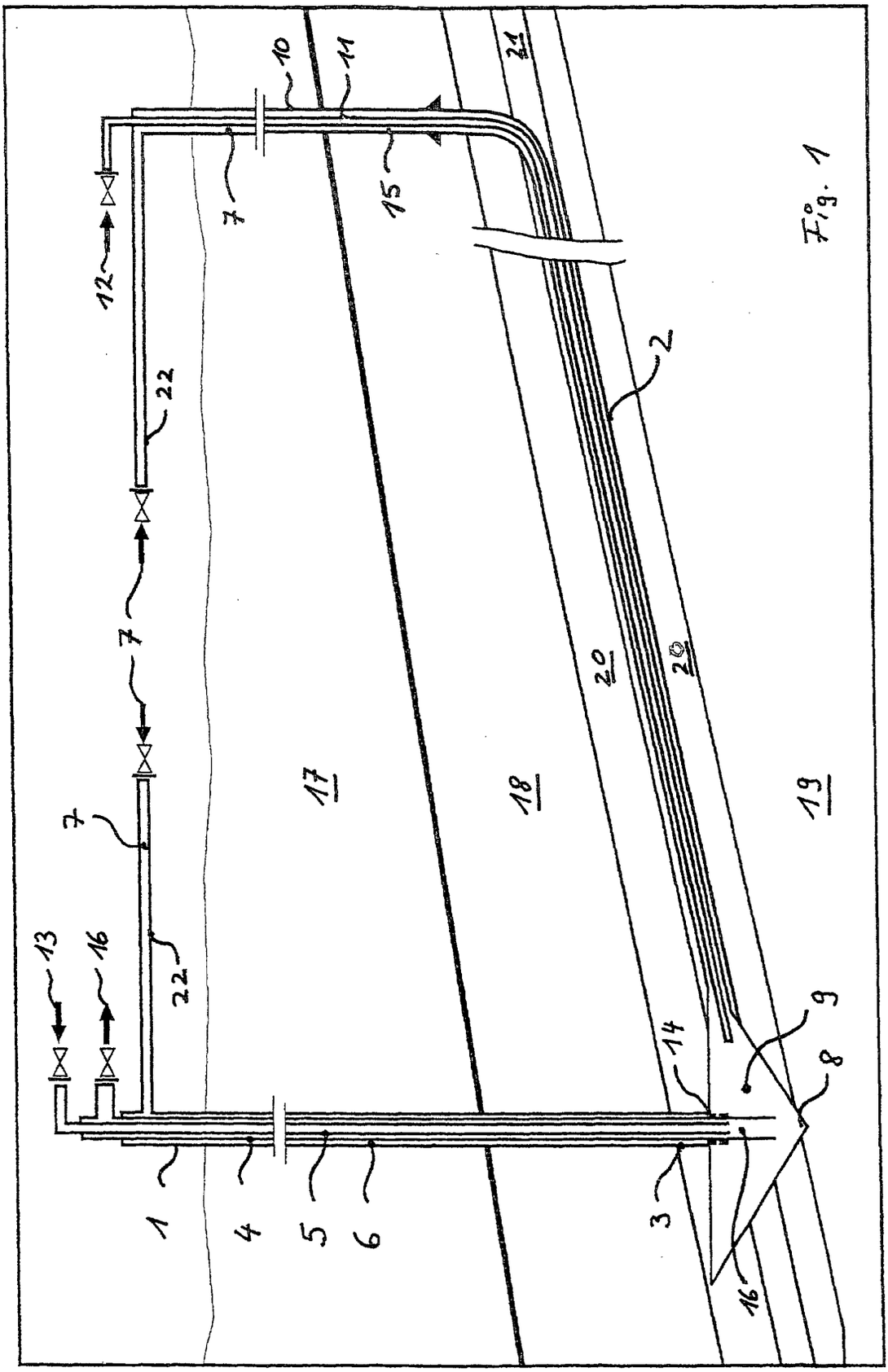


Fig. 1

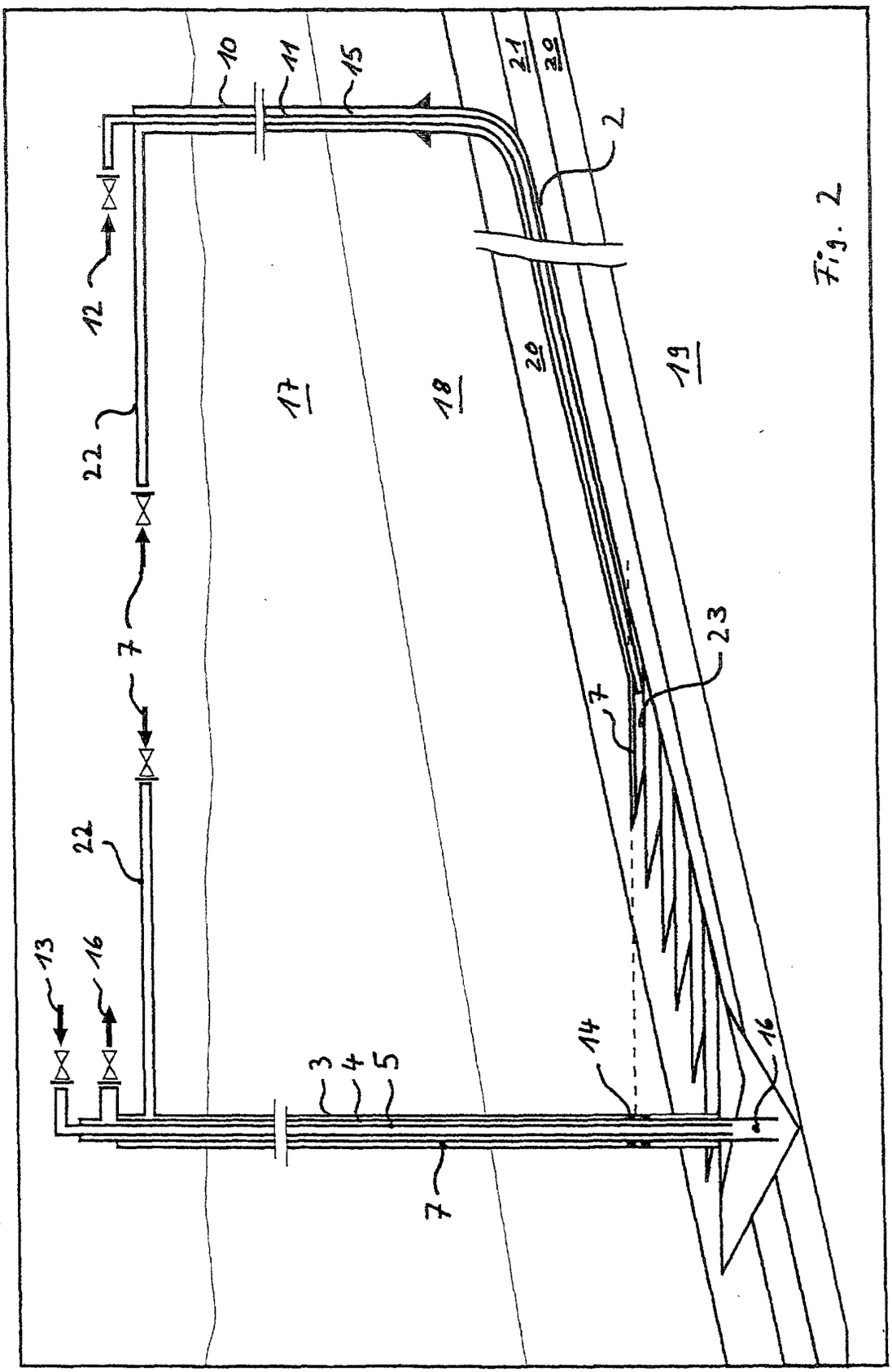
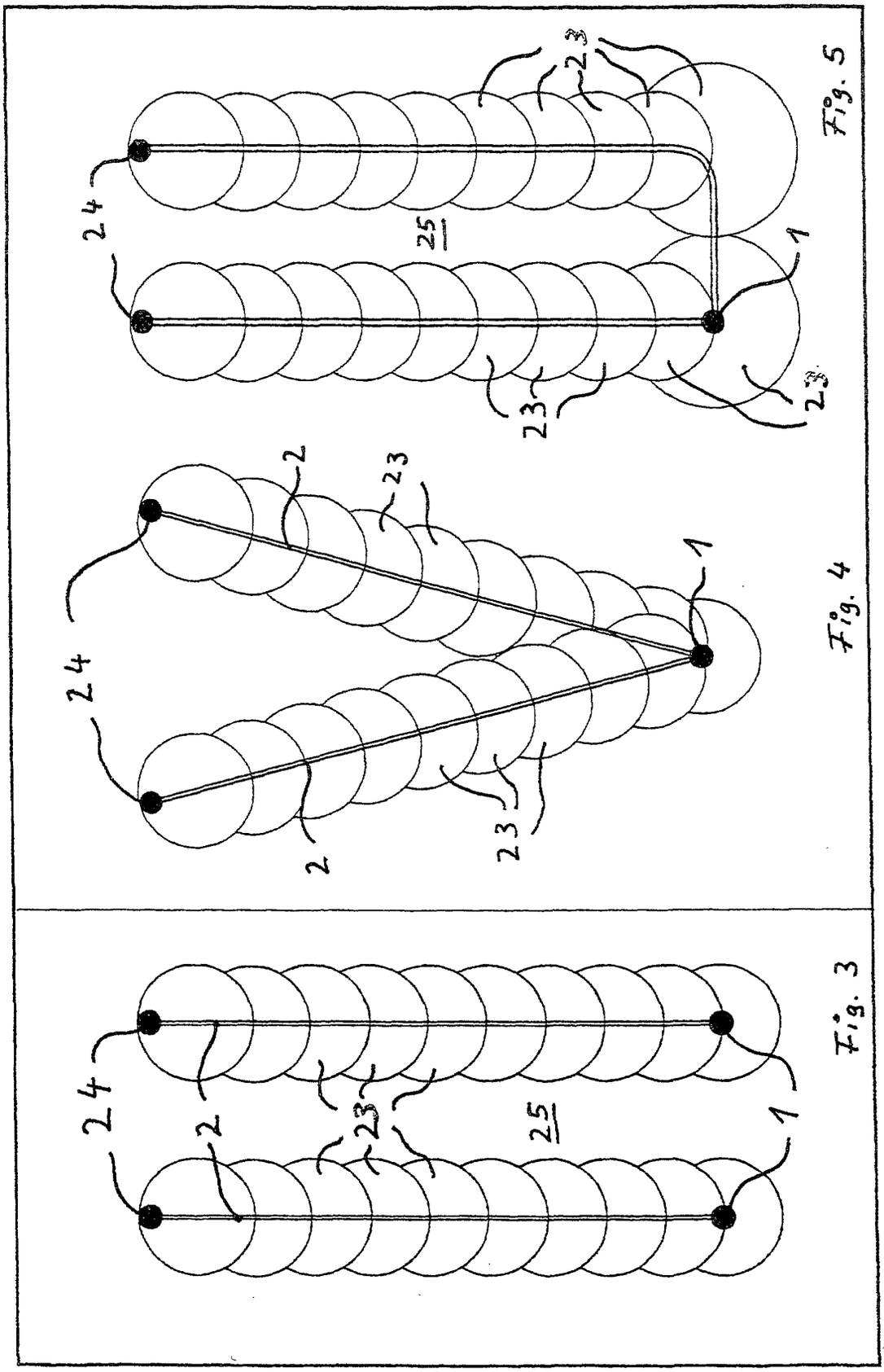


Fig. 2


24
2
23
25
1
Fig. 3
24
2
23
1
2
23
Fig. 4
24
25
23
23
1
Fig. 5