



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 841 266 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.1998 Patentblatt 1998/20

(51) Int. Cl.⁶: **B65G 5/00**

(21) Anmeldenummer: **97250323.9**

(22) Anmeldetag: **30.10.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(30) Priorität: **11.11.1996 DE 19647706**

(71) Anmelder:
• **Untergrundspeicher- und Geotechnologie-
Systeme GmbH**
15749 Mittenwalde (DE)
• **Verbundnetz Gas Aktiengesellschaft**
04347 Leipzig (DE)

(72) Erfinder:
• **Faske, Bernd, Ing.**
15732 Schulzendorf (DE)

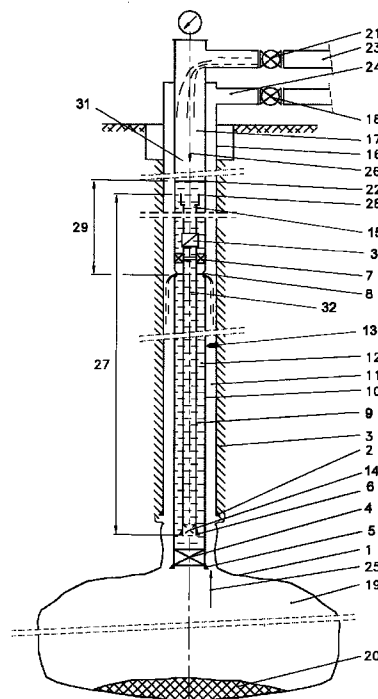
• **Miersch, Detlef, Dipl.-Ing.**
15831 Mahlow (DE)
• **Jäpel, Gernot, Dipl.-Ing.**
15711 Krummensee (DE)
• **Heinze, Frank, Dr. Dipl.-Ing.**
15711 Königs Wusterhausen (DE)
• **Zipper, Helfried, Dipl.-Geol.**
04317 Leipzig (DE)
• **Arnold, Claudius, Dipl.-Ing.**
04205 Leipzig (DE)
• **Hänsler, Gerd, Dipl.-Ing.**
04229 Leipzig (DE)

(74) Vertreter: **Radwer, Dieter et al**
Hübner - Neumann - Radwer
Frankfurter Allee 286
10317 Berlin (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Fluten von Speicherkavernen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fluten von Speicherkavernen, insbesondere von Gaskavernen, die nach Auslagerung des Speichermediums mit einem geomechanisch notwendigen Mindestinnendruck beaufschlagt werden müssen.

Betriebs- und funktionsbedingte Reparaturen und Rekonstruktionen an solchen Kavernen können nur durchgeführt werden, wenn die Kavernenbohrung nicht mehr durch Gas mit dem geomechanisch notwendigen Mindestinnendruck beaufschlagt ist und dieser Druck hydraulisch aufrecht erhalten wurde. Zur Lösung dieses Problems wird in die Kavernenbohrung 16 gegen den Kaverneninnendruck ein Flutrohrstrang 13 eingebaut und die Kaverne 19 geflutet, wobei mit dem Flutrohrstrang eine hydrodynamische/hydrostatische Flüssigkeitssäule aus dem Flutmedium eingerichtet und während des gesamten Flutprozesses aufrechterhalten wird. Der hydrodynamische/hydrostatische Druck der Flüssigkeitssäule kompensiert selbstregelnd den aktuellen Kaverneninnendruck, verschließt die Kaverne 19 hydraulisch bei einem Flutstromabriß und sichert einen gleichmäßigen, pulsfreien Einspeisedruck für das Flutmedium.



EP 0 841 266 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fluten von gasgefüllten Speicherkavernen zur Durchführung von Sanierungs- oder Rekonstruktionsarbeiten.

Voraussetzung für die Durchführung von Reparaturarbeiten, Rekomplettierungen und insbesondere Hohlraumvergrößerungen einer Gaskaverne durch weiterführende Solarbeiten ist im allgemeinen ein Fluten des Kavernenhohlraumes.

An Kavernen zur Speicherung gasförmiger Medien, bei denen während und nach einer vollständigen Auslagerung des Speichergutes zur Sicherung des anstehenden Gebirges ein Mindestinnendruck weiter aufrechterhalten werden muß, ist ein Fluten mit den bisher bekannten Verfahren und Einrichtungen aufgrund des vorhandenen Mindestinnendruckes nicht ohne weiteres durchführbar.

Eine mögliche Lösung für dieses Problem könnte darin bestehen, eine Rohrtour bis in den Bereich des soleüberfluteten Kavernensumpfes in die gasgefüllte Kaverne einzubauen und anschließend die Kaverne vollständig zu fluten, wobei die unter dem Sicherheits-Mindestinnendruck stehende Restmenge des gasförmigen Speichermediums während des Flutprozesses über den Ringraum zwischen der eingebauten Rohrtour und der Förderrohrtour kontinuierlich oder diskontinuierlich abfließen könnte.

Diese Lösungsvariante ist aber nicht uneingeschränkt anwendbar.

Einerseits besteht die Gefahr, daß die bis zum Kavernensumpf reichende Flutrohrtour durch Gebirgsabschalungen während des Flutvorganges so schwer beschädigt wird, daß das in der Kaverne unter Kaverneninnendruck anstehende gasförmige Speichermedium schlagartig in die Flutrohr eindringt oder die Rohrtour vollständig abgeschlagen wird.

Diese nicht zu beherrschenden Vorgänge können zu kritischen Betriebszuständen führen und erfordern nach einem Havariefall eine kosten- und zeitaufwendige Reparatur der Flutrohrtour.

Andererseits ist das Eintauchen des Flutstrangschuhes in einen Flüssigkeitsspiegel (Solespiegel) Voraussetzung für den Einsatz an sich bekannter autarker Sicherheitssysteme auf der Basis von druckabhängig gesteuerten automatischen Schließarmaturen an den Ein- und Ausgängen des Kavernenkopfes für das Gas und die Sole. Mit derartigen Sicherheitssystemen wäre eine Beschädigung oder ein Abriß des Flutstranges auf einfache Weise sofort erkennbar und ein sicherheitstechnischer Überwachungseinsatz mit Arbeitskräften vor Ort könnte auf eine Tagesbefahrung reduziert werden.

Bei nicht auszuschließenden Gebirgsabschalungen ist aber eine Lösungsvariante, die eine bis in den Kavernensumpf eingebaute Flutrohrtour vorsieht, aus den vorgenannten Gründen nicht zu empfehlen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fluten einer Kaverne zu entwickeln, die keiner Gefährdung durch Gebirgsabschalungen ausgesetzt sind, den Einsatz druckabhängig gesteuerter Sicherheitsabsperrearmaturen als Voraussetzung einer automatisierten Betriebsführung zum Fluten der Kaverne zulassen, eine ständig hydraulische Sicherung gegenüber dem in der Kaverne unter Druck anstehenden Gas gewährleisten und im Nennstrombereich den Abriß des Flutstromes vermeiden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren nach den Merkmalen des Anspruches 1 und durch eine Vorrichtung entsprechend den Merkmalen nach Anspruch 6 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 5 und 7 bis 11.

Gemäß den Merkmalen nach Anspruch 1 bis 5 wird die Kaverne geflutet und hierzu in der Kavernenbohrung eine Flüssigkeitssäule vorzugsweise aus dem Flutmedium eingerichtet, die während des gesamten Flutprozesses aufrechterhalten wird. Mit der von der Flüssigkeitssäule erzeugten Druckwirkung wird während der gesamten Dauer des Flutprozesses eine hydraulische Sicherung gegenüber dem Innendruck der Kaverne vorgenommen. Bei Flutstillstand wird diese Säule zu einer hydrostatischen, den Kaverneninnendruck selbsttätig kompensierenden Flüssigkeitssäule, die die Kaverne hydraulisch verschließt.

Zur Durchführung des Verfahrens und zur Errichtung der Flüssigkeitssäule wird eine Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 11 eingesetzt, die gegen den Innendruck der Kaverne in einem Bereich des Kavernendaches, der nicht durch Gebirgsabschalungen gefährdet ist, eingebaut wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt einen Flutstrang aus einem Außen- und einem Innenrohr, deren Rohrquerschnitte während des Einbaues in die unter einem Innendruck stehende Kaverne gegen Gasdurchschlag gesichert sind. In das Außenrohr, das am Rohrschuh durch einen vorzugsweise ziehbaren Stopfen verschlossen ist und Überströmöffnungen zum äußeren Ringraum zwischen dem Außenrohr und der Verrohrung der Kavernenbohrung aufweist, ist oberhalb der Überströmöffnungen das Innenrohr so eingehängt, daß ein innerer Ringraum entsteht, der von dem Flutmedium in umgekehrter Fließrichtung durchströmt werden kann.

Die Flüssigkeitssäule, die in einer unteren Sektion des Flutstranges zwischen dem Rohrschuh des Außenrohres und dem Tubingstranghänger des Innenrohres entsteht, bildet einen hydraulischen Verschuß gegenüber dem in der Kaverne anstehenden Innendruck und verhindert so den Gaseintritt in den Flutstrang und über den Flutstrang in den Kavernenkopf.

In einer oberen Sektion des Flutstranges, zwischen dem Tubingstranghänger und dem Kavernenkopf, ist ein Rohrsegment angeordnet, das zur Einstellung der Strömungswiderstände im gesamten Flutstrang dient. Durch Änderung der Rohrlänge und des Rohrquer-

schnittes des Rohrsegmentes können die Fließwiderstände im Flutstrang auf die aktuellen Bedingungen vor Ort abgestimmt und eine exakte Einstellung und Regelung der Flüssigkeitssäule im Flutstrang vorgenommen werden. Vorzugsweise ist das Rohrsegment ebenfalls im Tubingstranghänger des Innenrohres eingesetzt und mit Mitteln zum Anschluß weiterer Rohrsegmente ausgestattet.

Zur Einstellung höherer Fließwiderstände können auch Drosselemente eingesetzt werden, die vorzugsweise im Bereich des austauschbaren Rohrsegmentes anzuordnen sind.

Bei einer Flutunterbrechung oder einem Flutabriß stellt sich selbständig eine Flüssigkeitssäule ein, die von den Überströmöffnungen im Außenrohr und dem Spiegelstand des Flutmediums im Flutstrang unterhalb des Kavernenkopfes begrenzt ist. Diese Flüssigkeitssäule kompensiert selbständig den jeweiligen aktuellen Innendruck der Kaverne.

Gleichzeitig verhindern die Flüssigkeitssäule in den Rohren des Flutstranges zwischen den Überströmöffnungen im Außenrohr und dem Kopf des austauschbaren Rohrsegmentes das Durchschlagen des Flutmediums in die Kaverne bei einer Flutunterbrechung.

Das zum Fluten der Speicherkaverne einzubringende Flutmedium wird über das Innenrohr des Flutstranges zugeführt, fließt aus dem Fußbereich des Innenrohres in den inneren Ringraum zwischen dem Außen- und dem Innenrohr und steigt anschließend in diesem Ringraum bis in Höhe der Überströmöffnungen des Außenrohres und gelangt von dort über den äußeren Ringraum zwischen dem Außenrohr und der Verrohrung der Kavernenbohrung in die Kaverne.

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine äußerst funktionssichere Lösung zum Fluten von Kavernen vorgeschlagen, die auch bei einem unerwarteten Flutstopp eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet. Mit der vorgeschlagenen Lösung ist das Anfahren des Flutprozesses ohne Einfluß des Kaverneninnendruckes jederzeit möglich. Das vom Flutmedium verdrängte Restgas wird vollständig ausgelagert.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist in ihrer Ausführung keine mechanisch bewegten Ausrüstungsteile auf und ist dadurch vollkommen reparaturunanfällig.

Der Flutstrang, mit dem die Flüssigkeitssäule in Abhängigkeit von dem sich während des Flutprozesses ändernden Innendruckes der Kaverne selbsttätig eingerichtet wird, bietet eine absolute Sicherheit gegen Gasrückschlag in den Kavernenkopf und gegen Druckstoß in das gesamte Leitungssystem zum Fluten der Kaverne.

Strangabschläge durch Gebirgsabschalungen können die gesamte Flutstranganordnungen nicht gefährden, da sich keine Rohrtouren im Kavernenhohlraum befinden.

Außerdem gewährleistet die erfindungsgemäße

Lösung eine kontinuierliche Ausspeicherung des in der Kaverne zur Herstellung und Aufrechterhaltung des geomechanisch bedingten Mindestinnendruckes vorhandenen Gasvolumens, wodurch ein weiterer Vorteil erzielbar ist.

Die Erfindung ermöglicht das Fluten der Kaverne mit einem flüssigen Medium, vorzugsweise mit einer vollgesättigten Sole.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die dazugehörige Zeichnung zeigt den erfindungsgemäßen Flutstrang zum Fluten einer Speicherkaverne und zur Errichtung einer den Innendruck der Kaverne kompensierenden Flüssigkeitssäule in schematischer Darstellung.

Zur Realisierung der Aufgabenstellung eines Rekonstruktionsprojektes ist die Kaverne 19 mit der Kavernenbohrung 16 und dem Kavernensumpf 20, die beispielsweise als Speicher für ein gasförmiges Medium diene, vollständig zu fluten. Das gespeicherte gasförmige Medium wurde auf bekannte Weise teilausgelagert. In der Kaverne 19 ist ein geomechanisch notwendiger Innendruck verblieben.

Um die Kaverne 19 fluten zu können, ist erfindungsgemäß in die verrohrte Kavernenbohrung 16 ein Flutstrang 13 eingebaut, der aus einem Außenrohr 10, das am Rohrschuh 5 mit einem geeigneten, ziehbaren Stopfen 4 hermetisch dicht verschlossen ist, und aus einem Innenrohr 9 besteht, das mittels Tubingstranghänger 7 oberhalb von Überströmöffnungen 8 dicht im Außenrohr 10 eingesetzt ist.

In den Tubingstranghänger 7 ist ein weiteres, in seiner Länge und seinem Rohrquerschnitt variierbares Rohrsegment 15 austauschbar angeordnet, mit dem der Fließwiderstand im Flutstrang 13 zur Einrichtung einer Flüssigkeitssäule in Abhängigkeit von den tatsächlichen Bedingungen vor Ort eingestellt und reguliert werden kann.

Vor dem Einbau des Flutstranges 13 in die mit Gas gefüllte und unter dem Innendruck der Kaverne 19 stehende Kavernenbohrung 16 wird das Innenrohr 9 am Rohrschuh 6 mit einem ziehbaren Stopfen 14 temporär verschlossen, um zu verhindern, daß während der Installation gasförmiges Speichermedium am Kavernenkopf 17 austreten kann.

Das Außenrohr 10 des Flutstranges 13 wird in bekannter Weise durch die Stopfbuchse einer zeitweilig am Kavernenkopf 17 montierten Hochdruckschleuse - nicht dargestellt - in üblichen Rohrbaulängen bis in Teufe der Überströmbohrungen 8 in die Kavernenbohrung 16 eingebaut. Danach wird das Innenrohr 9 mit dem Tubingstranghänger 7, der das Innenrohr 9 gegenüber dem Außenrohr 10 abdichtet, in das Außenrohr 10 eingebracht. Anschließend erfolgt der weitere Einbau des Außenrohres 10 mit Hilfe der Hochdruckschleuse bis zur vorgesehenen Teufe des Rohrschuhes 5 innerhalb eines gegen Gebirgsabschalungen ungefährdeten Bereiches des Kavernendaches 1.

Nachdem das Außenrohr 10 gasdicht am Kavernenkopf 17 der Kavernenbohrung 16 abgehangen worden ist, wird das in seinen Abmessungen veränderbare Rohrsegment 15 in das Außenrohr 10 eingebaut und von oben dicht in den Tubingstranghänger 7 gesteckt und abgestellt. Vorzugsweise ist der Kopf 28 des Rohrsegmentes 15 mit an sich bekannten Mitteln für den Anschluß weiterer Rohrsegmente zur Einstellung und Regulierung der Fließwiderstände für die Einrichtung der Flüssigkeitssäule im Flutstrang 13 ausgestattet. Zu diesem Zweck können auch Drosselelemente 30 vorgesehen werden, die oberhalb des Tubingstranghänger 7 im Rohrsegment 15 anzuordnen sind.

Abschließend wird die Hochdruckschleuse demontiert und der Kavernenkopf 17 gasdicht mit der Solepumpleitung 23 und der Gasförderleitung 24 verbunden. Danach wird der temporäre Stopfen 14 mit bekannten Mitteln aus dem Innenrohr 9 ausgebaut.

Das am Kavernenkopf 17 über die Solepumpleitung 23 in den oberen Abschnitt 31 des Außenrohres 10 eingepumpte Flutmedium 26 fließt durch den Befüllraum 32 des Innenrohres 9 und gelangt über den Rohrschuh 6 in den inneren Ringraum 12 zwischen dem Innenrohr 9 und dem Außenrohr 10. Innerhalb des Ringraumes 12 steigt das eingepumpte Flutmedium bis zu den Überströmöffnungen 8 des Außenrohres 10 und fließt von dort in den unter dem Innendruck der Kaverne 19 stehenden gasgefüllten äußeren Ringraum 11 zwischen der zementierten Verrohrung 3 der Kavernenbohrung 16 mit dem Rohrschuh 2 und dem Flutstrang 13 nach unten und anschließend in die Kaverne 19.

Im Gegenstrom 25 strömen die auszulagernden Restgasmengen über den äußeren Ringraum 11 zum Kavernenkopf 17 und werden über die mit einem Absperrventil 18 ausgestattete Gasförderleitung 24 einer Trocknungsanlage und anschließend der bestimmungsgemäßen Verwendung zugeführt.

Über die Einstellung der Fließwiderstände im Flutstrang 13 wird eine solche Drosselwirkung im Flutstrom des Flutmediums hervorgerufen, daß sich im Nennratenbereich eine geschlossene Flüssigkeitssäule ausbildet, die einen gleichmäßigen pulslosen Einspeisedruck für das Flutmedium am Kavernenkopf 17 gewährleistet.

Bei einer Unterbrechung des Flutprozesses fällt die Flüssigkeitssäule, gedämpft durch die Drosselwirkungen des Rohrsegmentes 15 auf eine wirksame Säulenhöhe in einen Bereich 29 zwischen den Durchströmöffnungen 8 und dem Solespiegel 22 im Außenrohr 10, die in ihrer statischen Druckhöhe den aktuellen Innendruck der Kaverne kompensiert und gleichzeitig einen hydraulischen Verschuß der Kaverne 19 bewirkt.

Die sich im Ringraum 12 zwischen den Überströmbohrungen 8 und dem Rohrschuh 6 und im Innenrohr 9 ausbildende Flüssigkeitssäule verhindert den Durchtritt des Gases aus der Kaverne 19 bis in den Kavernenkopf 17.

Nach den allgemein geltenden Sicherheitsnormen sind die Ausrüstungen für Kavernen am Kavernenkopf

mit einem automatisch schließenden Sicherheitssystem auszustatten, das bei Erreichen eines die Sicherheit gewährleistenden Grenzwertes abschaltet.

Mit der Erfindung werden die Voraussetzungen für den Einsatz einfacher Sicherheitseinrichtungen, beispielsweise einem Sicherheitsabsperrventil 21 geschaffen, die ein wirtschaftliches Abschalten der beim Fluten der Kaverne ablaufenden Prozesse über $p_{\max}$ -Grenzwerte gestatten und in sichere, oberhalb der Kavernenfirste befindliche Bereiche einer zu flutenden Kaverne angeordnet werden können.

Bezugszeichenaufstellung

15	1	Kavernendach
	2	Rohrschuh (zementierte Produktionsrohrtour)
	3	zementierte Verrohrung
	4	Stopfen
	5	Rohrschuh
20	6	Rohrschuh
	7	Tubingstranghänger
	8	Überströmöffnungen
	9	Innenrohr
	10	Außenrohr
25	11	äußerer Ringraum
	12	innerer Ringraum
	13	Flutrohrstrang
	14	Stopfen
	15	Rohrsegment
30	16	Kavernenbohrung
	17	Kavernenkopf
	18	Absperrventil
	19	Kaverne
	20	Kavernensumpf
35	21	Sicherheitsabsperrventil
	22	Solespiegel
	23	Solepumpleitung
	24	Gasförderleitung
	25	Gasgegenstrom
40	26	Flutmedium
	27	Innenrohrlänge
	28	Kopf (Rohrsegment)
	29	wirksame hydraulische Säule
	30	Drosselelement
45	31	Abschnitt
	32	Befüllraum

Patentansprüche

1. Verfahren zum Fluten von Speicherkavernen, insbesondere von Gaskavernen, die unter einem geomechanisch notwendigen Mindestinnendruck stehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Kavernenbohrung eine Flüssigkeitssäule aus einem Flutmedium eingerichtet, die Flüssigkeitssäule während des gesamten Flutprozesses aufrechterhalten und die Kaverne über diese Flüssigkeitssäule geflutet wird, wobei mit dem

Druck der Flüssigkeitssäule der anstehende Kaverneninnendruck selbstregelnd kompensiert und die Kaverne bei einem Abriß des Flutstromes selbsttätig verschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeitssäule durch Einstellung der Fließwiderstände in einem Flutrohrstrang eingerichtet und der Flutrohrstrang bis in gegenüber Gebirgsabschalungen ungefährdete Bereiche der Kaverne eingebaut wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeitssäule eine hydraulische Säule aus einem Flutmedium ist und als Flutmedium vorzugsweise voll gesättigte Sole eingesetzt wird. 10
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Innendruck der Kaverne mit dem Druck einer hydrostatischen Flüssigkeitssäule kompensiert wird. 15
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckwirkung der hydrodynamischen Flüssigkeitssäule kleiner als der Innendruck der Kaverne ist. 20
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Kavernenbohrung (16) ein Flutrohrstrang (13) aus einem Überströmöffnungen (8) aufweisenden Außenrohr (10), das am Rohrschuh (5) verschlossen ist und einem Innenrohr (9) eingebaut ist, wobei das Innenrohr (9) mittels Tubingstranghänger (7) dicht im Außenrohr (10) eingesetzt und so angeordnet ist, daß zwischen dem Innenrohr (9) und dem Außenrohr (10) ein innerer Ringraum (12), mit einer aufsteigenden Fließrichtung für das von oben zugeführte Flutmedium (26), entsteht und im Tubingstranghänger (7) ein weiteres Rohrsegment (15) austauschbar eingesetzt ist. 25
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Außenrohr (10) durch einen temporären Stopfen (4) und das Innenrohr (9) während der Einbauphase durch einen temporären Stopfen (14) verschlossen sind. 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rohrschuh (5) des Außenrohres (10) im Bereich des Kavernendaches (1) so angeordnet ist, daß sich der Austritt des Flutmediums (26) an den Überströmöffnungen (8) und der Gasstrom (25) nicht gegenseitig beeinflussen. 35
9. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rohrschuh (5) des 40

Außenrohres (10) in der Kavernenbohrung (16) liegt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innenrohrlänge (27) und der Rohrquerschnitt des Innenrohres (9) von dem zu Beginn des Flutprozesses in der Kaverne (19) anstehenden Innendruck bestimmt ist und am Kopf (28) des Rohrsegmentes (15) Mittel für den Anschluß weiterer Rohrsegmente vorgesehen sind. 45
11. Vorrichtung nach Anspruch 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Rohrsegment (15) oberhalb des Tubingstranghängers (7) Drosselemente (30) zur weiteren Anpassung und Regulierung der Fließwiderstände im Flutrohrstrang (13) vorgesehen sind. 50

