

51

Int. Cl. 2:

E 21 B 49/00

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 07 551 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 07 551

21

Aktenzeichen: P 28 07 551.6

22

Anmeldetag: 20. 2. 78

43

Offenlegungstag: 8. 11. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

Bezeichnung: Untersuchung unterirdischer Kavernen

71

Anmelder: Prakla-Seismos GmbH, 3000 Hannover

72

Erfinder: Nolte, Ernst, 3014 Laatzen; Lichter, Dieter, 3000 Hannover

DE 28 07 551 A 1

A n s p r ü c h e :

1. Einrichtung zur Untersuchung unterirdischer Kavernen mit einer in die Kaverne absenkbaren Sonde, deren unterer Endabschnitt um die senkrechte Sondenachse drehbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des drehbaren Abschnittes (30, 32, 70) ein gegenüber der senkrechten Sondenachse ausschwenkbarer Ausleger (34) angelenkt ist, welcher einen Teil (54 bis 66, 72) der Untersuchungseinrichtung trägt.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein dem Ausleger (34) in der gleichen Ebene gegenüberliegendes am unteren Ende der Sonde (10) schwenkbares Gegengewicht (38).
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen in einem Abschnitt (30) des drehbaren Sondenteiles vorgesehenen, über Zugseile (42, 44) am Ausleger (34) und am Gegengewicht (38) angreifenden, für deren Schwenkbewegung fernsteuerbaren Aufzugsantrieb.
4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen nahe bei dessen Anlenkpunkt (36) am Auslegerarm (34) angeordneten Strahlungssender und/oder -empfänger.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gegengewicht (38) ebenfalls als Träger eines Teiles der Untersuchungseinrichtung ausgebildet ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen nahe beim Anlenkpunkt (40) des aus einem kürzeren Schwenkarm (38) bestehenden Gegengewichts angeordneten Strahlungssender und/oder -empfänger (56).
7. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtcharakteristik des Strahlungssenders und/oder -empfängers (56) unabhängig von der jeweiligen Schwenklage des Auslegers (34) und des Gegengewichtes (38) im wesentlichen parallel zu deren Längsrichtung ausgerichtet ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch auf der Länge des Auslegerarmes (34) in vorgebbaren Abständen verteilt angeordnete Reflektoren (58 - 64) für die Signale des Strahlungssenders und -empfängers (56).
9. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strahlungssender und/oder -empfänger (54) am freien Ende des Auslegerarmes (34) angeordnet ist.
10. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen am freien Ende des

Auslegers (34) angeordneten Meßfühler (66).

11. Einrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch mehrere auf der Länge des Auslegerarmes (34) in vorgebbaren Abständen verteilt angeordnete Meßfühler.
12. Einrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßfühler Temperaturfühler, Feuchte-Messer oder dgl. vorgesehen sind.
13. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im unteren Endabschnitt (32) der Sonde (10) ein Probenbehälter (70) vorgesehen ist, mit welchem der als Saugrohr ausgebildete Auslegerarm (34) verbunden ist, an dessen freien Ansaugende (72) ein fernbetätigbares Ventil angeordnet ist.
14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das fernbetätigte Ventil am Austrittsende (72) eines vom Probenbehälter (70) durch den rohrförmig ausgebildeten Ausleger (34) geführten Saugschlauches angeordnet ist.
15. Einrichtung nach Anspruch 13 oder 14, gekennzeichnet durch mehrere im unteren Endabschnitt (32) der Sonde (10) vorgesehene Probenbehälter, deren Saugleitungen jeweils an

verschiedenen, vorgegebenen Stellen auf der Länge des Auslegers (34) austreten und dort jeweils ein fernbetätigbares Ventil aufweisen.

16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im Deckel (74) des Probenbehälters ein Lüftungsventil (76) und im Boden des Probenbehälters ein Ablassventil (78) angeordnet ist.

17. Verfahren zur geophysikalischen Untersuchung unterirdischer Kavernen, insbesondere unter Verwendung einer Sonde nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzahl von Untersuchungspunkten in vorgebbaren Abständen von der Sonde ausgelegt werden, welche dann beim anschließenden Meßvorgang gleichzeitig erfaßt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei Messungen in einer Kaverne die einzelnen Untersuchungspunkte vor jedem Meßschritt auf einer in einem vorgebbaren Winkel zur senkrechten Sondenachse von der Sonde ausgehenden Linie ausgelegt werden.

19. Verfahren zur Untersuchung flüssigkeitsgefüllter Kavernen, insbesondere unter Verwendung einer Sonde nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Flüssigkeitsprobe außerhalb der durch die Sondenbewegung beeinflussten Zone des Speichergutes entnommen wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß ein im unteren Endabschnitt der Sonde vorgesehener Probenbehälter vor dem Absenken der Sonde evakuiert wird und daß nach dem Absenken der Sonde das Ansaugende einer an den Probenbehälter angeschlossenen Saugleitung an die Entnahmestelle gebracht wird, bevor ein am Saugende der Schlauchleitung sitzendes Ventil durch elektrische Fernbetätigung geöffnet wird.

6

2807551

Hamburg, den 17. Februar 1978
208277

Anmelder:

PRAKLA-SEISMOS GMBH
Haarstr. 5

3000 Hannover 1

Untersuchung unterirdischer Kavernen

Die Erfindung bezieht sich auf die geophysikalische Untersuchung unterirdischer Kavernen und betrifft insbesondere eine Einrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung der Begrenzungsflächen und anderer Parameter der Kavernen und ihres Inhalts oder zur Entnahme von Proben der in solchen Kavernen gelagerten Stoffe.

Die genannten Kavernen sind insbesondere in Salzstöcken vorhandene unterirdische Hohlräume, die seit einiger Zeit als sogenannte Kavernenspeicher zur wirtschaftlichen Lagerung

909845/0009

- 2 -

von Öl oder anderen flüssigen oder gasförmigen Stoffen dienen.

Bei der Lagerung von Öl erfordert die Berechnung des Speichervolumens und die Überwachung von Verlusten und damit verbundenen Gefahren für die umgrenzenden Erdschichten eine möglichst genaue Kenntnis der Größe und der genauen Raumform unterirdischer Speicherkavernen.

Ferner ist es bei der Herstellung von Kavernen oder nach deren Befüllung mit Öl erwünscht, von Zeit zu Zeit verschiedene Parameter von Sole oder Öl zu messen, entweder in situ oder nach Entnahme im Labor um z. B. Temperaturverteilungen, Schichtungen oder Veränderungen des Kaverneninhalts festzustellen.

Kavernenspeicher spielen auch in der derzeit heftig umstrittenen Kernenergiepolitik eine wesentliche Rolle, da sie als Speicher zur End- oder Zwischenlagerung des sogenannten Atommülls, das sind die hochradioaktiven Abfallprodukte von Kernkraftwerken und dgl., infrage kommen.

Zur Vermessung unterirdischer Kavernen sind eine Reihe von Verfahren bekannt, bei welchen mit einer durch die Verrohrung in die Kaverne abgesenkten Meßsonde gearbeitet wird, deren Meßkopf mit einer oder mehreren Sendeeinrichtungen zum Aussenden von Strahlungen sowie einer oder mehreren Empfangseinrichtungen für die einfallenden oder zurückkehrenden Strahlungen versehen ist. Bei dem bisher genauesten Verfahren wird der Meßkopf während des Meßvorganges um die senkrechte Sondennachse gedreht und kontinuier-

lich oder schrittweise gegenüber der senkrechten Sondenachse geneigt oder gekippt. Mit einem oder mehreren Ultraschallwandlern als Sende- und Empfangseinrichtung werden dabei sogenannte Echogramme aufgenommen, aus welchen sich die Abmessungen der untersuchten Kaverne ermitteln lassen. In gasgefüllten Kavernen ist in gleicher Weise mit einer optischen Sende- und Empfangseinrichtung eine Laufzeitmessung möglich, außerdem kann z. B. mit einer Kamera und einer Blitzlichtvorrichtung am Meßkopf die Struktur der Kavernenwände untersucht werden.

Bei den bekannten Verfahren besteht jedoch die Gefahr von Fehlmessungen. Die Aufnahme und Auswertung der Echogramme wird häufig durch Unregelmäßigkeiten des Füllgutes oder der Begrenzungsflächen einer Kaverne erschwert, wodurch die Meßgenauigkeit beeinträchtigt wird. Entsprechende Nachteile bestehen auch bei der Herstellung photographischer Aufnahmen.

Es wurde auch bereits versucht, mit einer Sonde Ölproben aus gefüllten Kavernen zu entnehmen. Die nicht veröffentlichten Ergebnisse dieser Versuche zeigen, daß es bei viskosen Flüssigkeiten sehr schwierig ist, mit den bisherigen Verfahren die in-situ-Daten (physikalische und chemische) des Füllgutes o.ä. zu ermitteln. Das Hauptproblem besteht darin, daß bei einer aus einem ausgewählten Niveau entnommenen Probe keine Gewähr besteht, daß es sich dabei nicht um Flüssigkeitsanteile handelt, die beim Herunterlassen von Sonde und Kabel aus einem höheren Niveau mitgerissen worden sind. Dieses Problem besteht auch dann, wenn die Sonde zunächst in ein tieferes Niveau abgesenkt wird und eine Probe beim

Hochziehen aus einem darüberliegenden Niveau entnommen wird.

Der Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Untersuchung unterirdischer Kavernen zu schaffen, welche die Aufnahme genau definierter Meßdaten gewährleisten, die Auswertung der Meßdaten und die Eliminierung von Störgrößen erleichtern und somit zu einer bisher nicht erreichbaren Genauigkeit führen. Ferner soll die Erfindung bei einer Probenentnahme aus einer gefüllten Kaverne sicherstellen, daß die Analysenergebnisse einem genau vorgebbaren Entnahmepunkt zugeordnet werden können und so verlässliche ^{Aussagen über}Veränderungen des Kaverneninhaltes ermöglichen.

Diese Aufgabe wird bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung im wesentlichen dadurch gelöst, daß am unteren drehbaren Abschnitt der Sonde ein von der senkrechten Sondenachse absenkbarer Ausleger angelenkt ist, der einen Teil der Untersuchungseinrichtung trägt.

Insbesondere mit Hilfe einer derartigen erfindungsgemäßen Vorrichtung wird bei einem bevorzugten Verfahren zur Vermessung einer Kaverne erfindungsgemäß so gearbeitet, daß vor jedem Meßvorgang eine Reihe zur Erfassung der jeweiligen Meßgrößen vorgesehener Meßelemente, wie Strahlungssender - und/oder - Empfänger, Temperaturfühler, Szintillometer oder dgl. von der Sonde ausgehend in vorgebbaren Abständen ausgelegt werden, so daß verschiedene Meßwerte bei jedem Meßschritt gemeinsam erfaßt

werden können. Die bei einem Meßschritt erfaßten Werte können dann wie üblich zu einer Aufzeichnungseinrichtung an der Erdoberfläche übertragen und anschließend ausgewertet bzw. analysiert werden.

Als Entfernungsmesser zur Ermittlung der Kavernengröße werden insbesondere nach dem Impuls- Laufzeitmeßprinzip arbeitende Ultraschall- oder Laser-Meßverfahren verwendet, deren die Meßwerte erfassenden Einrichtungsteile bei der erfindungsgemäß für die Messung bevorzugten Einrichtung auf dem Auslegerarm entlang angeordnet werden.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden dabei entlang dem Auslegerarm in vorgebbaren Abständen Reflektoren angeordnet, welche die von einem Sender abgestrahlten Signale von genau definierten Bezugspunkten zu einem ggf. mit dem Sender kombinierten Empfänger zurückwerfen.

Die Verbindung ermöglicht auf diese Weise eine genaue Erfassung der Verteilungen der Schallgeschwindigkeit bzw. der Ausbreitungsbedingungen des Laserstrahles in beliebigen Richtungen und zeichnet sich im wesentlichen dadurch aus, daß Störeinflüsse und Verfälschungen der Messungen weitgehend ausgeschaltet bzw. bei der Auswertung der erfaßten Meßwerte leicht erkannt und eliminiert werden können. Die Erfindung gewährleistet also ohne nennenswerten Mehraufwand gegenüber bekannten Verfahren und Vorrichtungen eine erheblich genauere Aussage über die Größe sowie die Form und Beschaffenheit der Begrenzungsflächen einer zu

untersuchenden Kaverne sowie verschiedener Parameter ihres Inhalts.

Eine Weiterbildung der Erfindung zur Untersuchung des Inhaltes einer flüssigkeitsgefüllten Kaverne zeichnet sich dadurch aus, daß eine Probe des Speicherinhaltes außerhalb der durch die Sondenbewegung beeinflussten Zone entnommen wird. Die Probenentnahme erfolgt dabei mit Hilfe einer etwas abgewandelten Form der erfindungsgemäß mit einem Ausleger versehenen Sonde, bei welcher ein im unteren Abschnitt der Sonde vorgesehener Probenbehälter mit einer durch den Ausleger geführten Schlauchleitung verbunden ist, deren freies Ende mit einem fernbetätigbaren Ventil abgeschlossen ist, das erst bei Erreichen der vorgesehenen Entnahmestelle geöffnet wird.

In Weiterbildung der Erfindung können auch mehrere Probenbehälter vorgesehen werden, wobei sich dann die freien Enden der zugehörigen Schlauchleitungen an verschiedenen Stellen entlang des Auslegers befinden.

Auf diese Weise kann festgestellt werden, ob und an welchen Stellen der Kaverne Veränderungen des Speicherinhaltes aufgetreten sind.

Die Probenentnahme erfolgt dabei vorzugsweise in der Weise, daß der Probenbehälter vor dem Absenken der Sonde evakuiert wird, so daß nach Öffnen des Probenventiles eine Flüssigkeitsprobe durch den Unterdruck angesaugt wird, ohne daß hierfür ein zusätzlicher Aufwand für Pumpen oder dgl. notwendig ist.

Weitere Vorzüge und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, in welchen die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele erläutert und dargestellt ist.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematisch vereinfacht dargestellte beispielsweise zur Vermessung der Kavernenwände und Temperaturverteilung in eine Kaverne abgesenkte erfindungsgemäße Meßsonde, und

Fig. 2 eine beispielsweise zur Entnahme einer Ölprobe und zur gleichzeitigen Temperaturmessung vorgesehene erfindungsgemäße Meßsonde.

Fig. 1 zeigt eine Sonde 10, die durch eine Verrohrung bzw. Doppelverrohrung 12 eines Bohrloches von der Erdoberfläche in eine beispielsweise in einer Salzlagerstätte 14 ausgebildete Kaverne 16 abgesenkt wurde. Die Sonde 10 hängt an einem gleichzeitig als Tragseil ausgebildeten Meßkabel 18, welches zu einer Antriebs- und Fernsteuervorrichtung sowie einer Aufzeichnungs- und Auswerteeinrichtung an der Erdoberfläche führt.

Die aus rohrförmigen Abschnitten zusammengesetzte Sonde 10 weist einen Kabelkopf 22 auf und im Anschluß daran einen Kreiselstabilisator 24 zur axialen Richtungsstabilisierung und einen Steuerteil 26 für einen Drehantrieb 28 für die im drehbaren unteren Sondenabschnitt vorgesehenen Elemente der Untersuchungseinrichtung.

Der drehbare Sondenabschnitt weist einen Aufzugsantrieb 30 und einen nach unten verlängerten Endabschnitt 32 auf.

Am unteren Sondenende ist bei 36 ein Ausleger 34 als Trägerarm für einen Teil der Untersuchungseinrichtung schwenkbar angelenkt. Ein ebenfalls als Schwenkarm ausgebildetes Gegengewicht 38 ist dem Auslegerarm im wesentlichen diametral gegenüberliegend bei 40 angelenkt.

Vom Aufzugsantrieb gesteuerte Zugseile 42 bzw. 44 greifen mit ihren freien Enden 46 am Auslegerarm 34 und bei 48 am Gegengewicht 38 an. Beim Absenken der Sonde 10 in die Kaverne 16 ist der Auslegerarm 34 in seiner gestrichelt dargestellten Ausgangslage an die Sonde herangeklappt, während das Gegengewicht in eine ebenfalls gestrichelt angedeutete, zur Sondenachse parallele Ausgangslage geschwenkt ist. In ausgezogenen Linien sind die etwa in der Mitte des gesamten Schwenkweges liegende Horizontalstellungen des Auslegerarmes und des Gegengewichtes dargestellt.

Der Ausleger 34 ist in seiner Ausgangslage zwischen zwei parallel vom Sondenkörper vorstehenden Blechen 50, 52 oder dgl. gegen seitliches Wegkippen gesichert. Die Bleche 50 und 52, von welchen das in der Zeichnung vorn liegende zur Veranschaulichung teilweise weggebrochen ist, können gleichzeitig einen Abweiser bilden, der den Auslegerarm beim Einführen der Sonde die Ver-

rohrung schützt.

Bei der gezeigten Ausführungsform ist am freien Vorderende des beispielsweise aus einem leichten Aluminiumrohr bestehenden Auslegerarmes 34 ein Ultraschallwandler 54 für Echomessungen angeordnet. Diese Anordnung ist vor allem wegen der hohen Ultra-Schallabsorption in luftgefüllten Kavernen günstig.

Ein weiterer ggf. zusätzlich vorgesehener Ultraschallwandler 56 ist im Bereich der Sondenachse an deren unteren Ende vorgesehen und kann wie dargestellt am Anlenkende des Gegengewichtes 38 angeordnet sein. Um in einem größeren Winkelbereich ohne Störung durch das Sondenende messen zu können, kann der Ultraschallwandler 56 für spezielle Aufgaben der Kavernenüberwachung oder -vermessung auch nahe beim Gelenkpunkt 36 am Auslegerarm 34 angeordnet sein.

In Strahlungsrichtung des Ultraschallwandlers 56 sind auf der Länge des Auslegerarmes 34 beispielsweise vier mit gleichmäßigen Abständen verteilte Reflektoren 58 bis 64 angeordnet, deren Größe zum freien Ende des Auslegers hin zunimmt und die bei Schallgeschwindigkeitsmessungen mit dem Ultraschallwandler 56 genaue Angaben über die Schallgeschwindigkeitsverteilung in der jeweils eingestellten Meßachse ermöglichen.

Ferner sitzt bei der gezeigten Ausführungsform am freien Ende des Auslegerarmes 34 ein Temperaturfühler 66. Weitere Temperaturfühler können beispielsweise bei den Reflektoren 58 bis 64 angeordnet sein, so daß bei der Überprüfung einer Kaverne Angaben über die Temperaturverteilung möglich sind.

Figur 2 zeigt eine gegenüber Figur 1 etwas abgewandelte, zur Probenentnahme aus flüssigkeitsgefüllten Kavernenspeichern bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sonde, wobei für gleiche oder entsprechende Teile die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwendet sind.

Bei dieser Ausführungsform ist der nach unten verlängerte Endabschnitt der Sonde 10 als Probenbehälter 70 ausgebildet und der einen Teil der Untersuchungseinrichtung tragende Auslegerarm 34 als Saugrohr. Der Auslegerarm 34 kann auch aus einzelnen Rohrabschnitten zusammengesetzt sein, um einen vom unteren Ende des Probenbehälters 70 ausgehenden Saugschlauch möglichst einfach durch das Tragrohr 34 verlegen zu können. Am Ausgangsende 72 des Saugrohres ist ein Ventil, beispielsweise ein Drehventil mit fernbetätigbaren Stellmotor zum Öffnen und Schließen der Ansaugöffnung vorgesehen.

Im Deckel 74 des hohlzylindrischen Probenbehälters ist ein Lüftungsventil 76 vorgesehen, über welches der Probenbehälter vor dem Absenken der Sonde evakuiert werden kann. Im Boden des Probenbehälters ist ein Ablassventil 78 angeordnet, über welches der

Probenbehälter nach dem Hochziehen der Sonde entleert werden kann.

Auch bei dieser Ausführung ist beispielsweise ein Temperaturfühler 66 am freien Verderende des Auslegers 34 angeordnet, der auch bei dieser Ausführungsform noch weitere Meßelemente tragen kann.

Mit 80 und 82 sind auf der Sonde 10 sitzende, beispielsweise kugelförmig ausgebildete Abweiser 80 und 82 mit gegenüber dem Sondendurchmesser erweitertem Durchmesser bezeichnet. Diese Abweiser zentrieren die Sonde beim Absenken und Hochziehen in der Verrohrung 12.

Der Ausleger selbst kann auch mit Auftriebskörpern beispielsweise aus Kunststoff versehen werden, die hier jedoch nicht dargestellt sind. Die Auftriebskraft dieser Körper vermindert dann die für die Auslegerbewegung erforderlichen Kräfte und das Gegengewicht kann ggf. sogar eingespart werden.

Die für das Absenken an die Sonde 10 herangeklappte Stellung des Auslegers 34 und die zugehörige, senkrecht nach unten geschwenkte Stellung des Gegengewichtes 38 ist auch in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet.

Nach dem Erreichen der Kaverne können dann Ausleger und Gegengewicht durch elektrische Fernbetätigung des nur schematisch

angedeuteten Aufzugsantriebes 30 jeweils z. B. gemeinsam in die gewünschte Meßlage geschwenkt werden, wobei hier durch einen Kreiselstabilisator einem etwaigen Pendeln der Sonde entgegengewirkt werden kann.

Die jeweils in einer gemeinsamen Vertikalebene ausführbare Schwenkbewegung des Auslegers 34 und des Gegengewichtes 38 ist durch Pfeillinien angedeutet.

Für das Hochziehen der Sonde können Ausleger und Gegengewicht mit Hilfe der Zugseile 42 und 44 wieder in ihre gestrichelte Ausgangslage zurückgeschwenkt werden.

Es ist auch möglich, den Ausleger 34 in eine senkrecht nach unten weisende Stellung zu bringen, bevor die Sonde wieder hochgezogen wird. Insbesondere bei Messungen mit sehr langen und/oder schweren Auslegern bei welchen auch in oder nahe dieser Endstellung gemessen wurde, ist es dann nicht notwendig, die für das Absenken vorgesehene Stellung wieder herzustellen.

Der Vollständigkeit halber wird noch darauf hingewiesen, daß bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführung der am unteren Ende der Sonde sitzende Zentrierer 82 vorzugsweise so ausgebildet ist, daß der Ausleger 34 bzw. das Gegengewicht 38 beim Heranklappen an die Sonde nicht behindert werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die erfindungsgemäße Sonde

für spezielle Aufgaben der Kavernenüberwachung sehr vielseitig eingesetzt werden kann.

Für besondere Anwendungszwecke ist es im Rahmen der Erfindung auch möglich, mehrere Ausleger und ggf. Gegengewichte in Kreuz- oder Sternform an der Sonde anzubringen.

Außer den bereits erwähnten Untersuchungen ist es mit einer erfindungsgemäßen Sonde beispielsweise auch möglich, mittels eines Miniatur-Bohrgerätes am freien Auslegerende oder eines Schießgerätes und einer fernbetätigbaren Greif- oder Sammelvorrichtung Gesteinsproben aus der Wand einer Kaverne zu entnehmen, wobei es vorteilhaft sein kann, die Elemente zur Entnahme von Gesteinsproben an einem durch elektrische Fernbetätigung teleskopartig ausfahrbaren Verlängerungsarm anzubringen, so daß sein Ende die Begrenzungswand einer Kaverne erreichen kann.

Die Erfindung ist auch in Verbindung mit optischen, z. B. photographischen Meßeinrichtungen, besonders vorteilhaft. Die Anbringung dieser Einrichtungen, beispielsweise einer Photokamera und einer Blitzlichtvorrichtung am Ausleger, vorzugsweise am Auslegerende, ermöglicht dabei insbesondere in gasgefüllten oder ungefüllten Kavernen bisher nicht mögliche Detailaufnahmen.

Solche Untersuchungen des die Kaverne begrenzenden Salzgesteins haben insbesondere in Verbindung mit der vorgesehenen Lagerung

19

2807551

- 14 -

von Atommüll eine zusätzliche Bedeutung erlangt. Dies gilt auch für die Kavernenüberwachung, bei der mit Hilfe der erfindungsgemäßen Sonde außer der Überwachung von Veränderungen der Kavernenform und/oder der Kavernenwände auch die Veränderungen des abgelagerten Atommülls durch Radioaktivitätsmessungen überwacht werden können.

- Ansprüche -

909845/0009

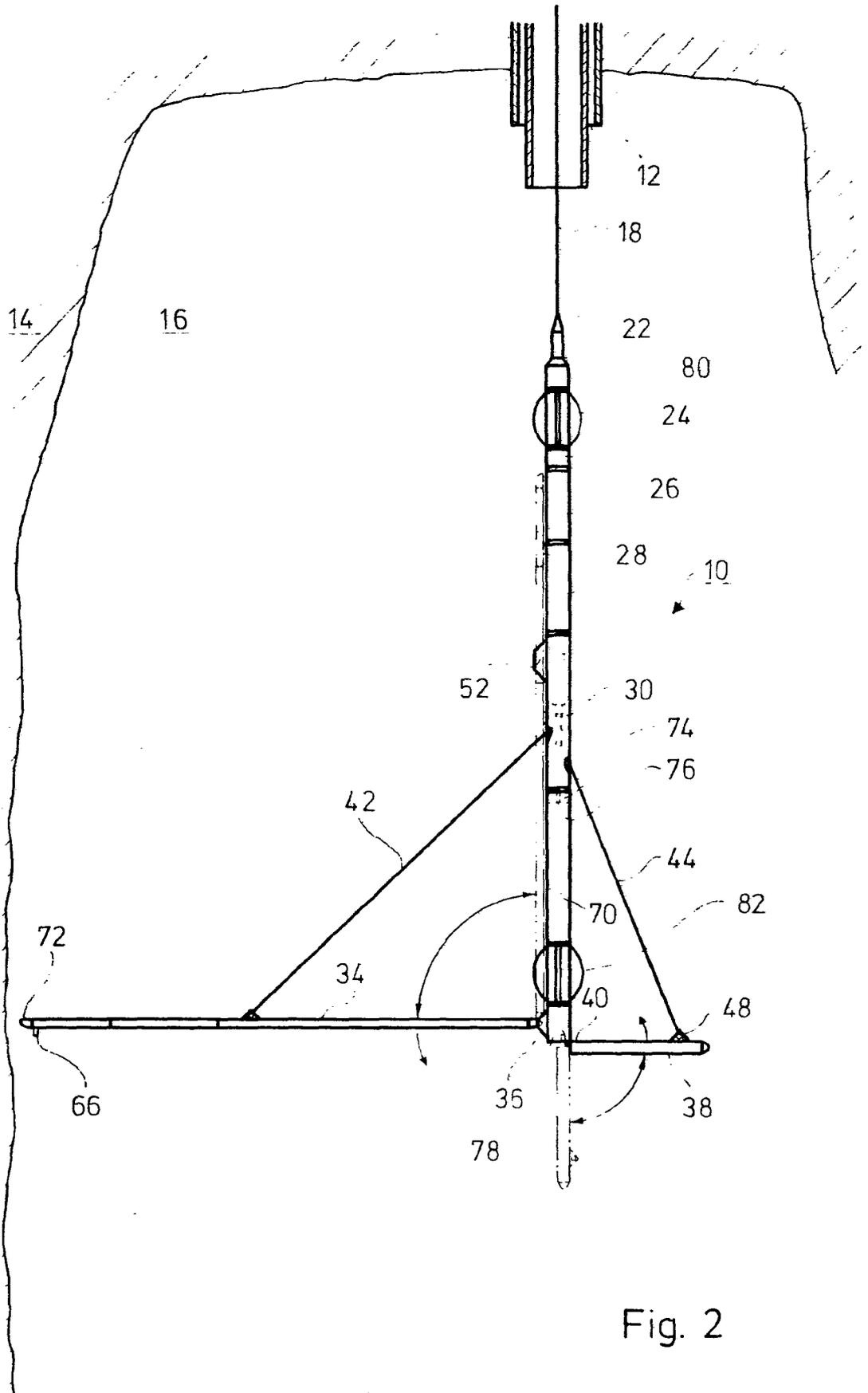


Fig. 2