

Beschreibungseinleitung

Technisches Feld

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausbringen einer Flüssigkeit, einem Verfahren zum Behandeln eines Risses eines Metallgehäuses eines im Boden angelegten Kanals, sowie einem Verfahren zur Ausbringung einer Flüssigkeit an einer unterirdischen Ausbringungsstelle mittels der Vorrichtung.

Hintergrund der Erfindung

[001] Bohrlöcher sind im Boden angelegte Kanäle. Ein typisches Bohrloch umfasst ein äußeres Metallgehäuse, das dem Bohrloch strukturelle Integrität verleiht, um zu verhindern, dass die umgebenden Erdformationen in den angelegten Kanal einbrechen. Viele inaktive Bohrlöcher werden zu geothermischen Brunnen umgewandelt, wobei heiße Flüssigkeiten in den Brunnen Generatoren zur Gewinnung erneuerbarer Energie antreiben. Viele Bohrlöcher wurden jedoch vor über fünfzig Jahren angelegt, und ein bekanntes Problem ist, dass kleine Risse im Metallgehäuse auftreten können. Dies kann die Integrität eines Bohrlochs beeinträchtigen, insbesondere wenn sich die Risse im Laufe der Zeit ausdehnen, sodass das Bohrloch für eine geothermische Umwandlung nicht mehr geeignet ist.

Im Folgenden wird Bezug genommen auf bekannte Ansätze für Vorrichtungen zum Einsatz in Bohrlöchern.

[003] Es sind Vorrichtungen bekannt, die Säure in ein Bohrloch ausbringen. Eine solche Vorrichtung D' ist in D1 (Auszug aus Ölfeld-Glossar) dargestellt und ist in einem Bohrloch W in einer Felsformation R veranschaulicht, wobei das Bohrloch W ein Metallgehäuse C hat.

[004] Die Vorrichtung D' hat einen Behälter 1, der durch einen beweglichen Kolben 4 in eine Säurekammer 2 und eine Höchstdruckgaskammer 3 unterteilt ist, die voneinander abgedichtet sind. Um die Säure aus der Säurekammer 2 in das Bohrloch W auszubringen, wird ein Ventil 9 geöffnet, und das Höchstdruckgas in der Kammer 3 treibt den Kolben 4 zu einer Düse 5, wodurch die Säure aus dem Inneren des Behälters 1 durch das Ventil 9 und die Düse 5 aus dem Behälter 1 hinaus und somit in das Bohrloch ausgestoßen wird.

[005] Jedoch ist aufgrund des Gewichts der Flüssigkeit in einem Bohrloch der Druck im Inneren eines Bohrlochs in der Regel viel höher als an der Oberfläche. Während der Umgebungsdruck an der Oberfläche etwa 1 Atmosphäre (100 kPa) beträgt, steigt der Druck in einem Bohrloch allmählich mit zunehmender Tiefe an und kann bei einer üblichen Betriebstiefe 10 Atmosphären (1 000 kPa) betragen. Daher muss die Kammer 3 im Behälter 1 in D1 unter sehr hohem Druck (über 10 Atmosphären (1 000 kPa)) gesetzt werden, um die Säure gegen den hohen Druck im Bohrloch aus dem Behälter 1 hinauszutreiben. Der Umgang mit solchen unter Druck stehenden Behältern an der Oberfläche vor der Ausbringung in einem Bohrloch ist sehr gefährlich, weil sie explodieren können, wenn sie mit anderen Objekten an der Oberfläche kollidieren und/oder Lecks aufweisen.

Das bedeutet, zum einen dass eine Vorrichtung gemäß der Lehre der D1 hohe Sicherheitsrisiken mit sich bringt, aufgrund der hohen erforderlichen Drücke im Innern der Vorrichtung. Eine entsprechende Explosionsgefahr ist dabei an der Oberfläche sehr gefährlich und insbesondere aufgrund der möglichen Verwendung von Säure im Innern der Vorrichtung. Ferner ist naturgemäß die Verwendung von Hochdruckbehältern notwendig, um die strukturelle Integrität des Behälters zu gewährleisten.

Aus dem Stand der Technik ist darüber hinaus ein weitere Ansatz zur Stromerzeugung in einem Bohrloch bekannt. Die D2

offenbart einen Turbinenapparat für die Stromerzeugung in einem Bohrloch, um Datensender mit Strom zu versorgen ohne auf Batterien angewiesen zu sein.

Eine Turbinenanlage D" (siehe bspw. Fig. 1a der D2) gemäß der Lehre der D2 hat einen zylindrischen Behälter 101, der eine erste Antriebskammer 121, eine zweite Flüssigkeitskammer 122 und eine dritte Niederdruckkammer 123 für Gas aufweist.

Die

Antriebskammer 121 ist über eine Öffnung 119 beliebiger Größe zum umgebenden Bohrloch hin offen.

[002] Ein Kolben 114, 115 bewegt sich im Behälter 101 je nach den auf ihn wirkenden relativen Drücken. Der Kolbenkopf 114 grenzt die Antriebskammer 121 von der Flüssigkeit enthaltenden Kammer 122 ab und dichtet sie voneinander ab.

[003] Eine statische Scheibe 117 grenzt die zweite Flüssigkeitskammer 122 generell von der dritten Niederdruckkammer 123 ab, enthält aber einen Stutzen 142 mit einem Ventil 143, das die zweite Flüssigkeitskammer 122 und die dritte Niederdruckkammer 123 für Gas verbindet, wenn das Ventil 143 geöffnet ist, und sie voneinander abdichtet, wenn das Ventil 143 geschlossen ist. Der Stutzen 142 umfasst auch eine Turbine 141 mit Turbinenschaufeln.

[004] Vor der Ausbringung wird die Niederdruckkammer auf 0,5 Atmosphären (50 kPa) evakuiert, um eine ausreichende Druckdifferenz zum Druck im Bohrloch zu erzielen.

[005] Wenn Strom benötigt wird, wird das Ventil 143 geöffnet, und der – im Vergleich zum viel niedrigeren Druck in der Niederdruckkammer 123 für Gas – hohe Druck im Bohrloch treibt den Kolben 114 nach unten und die Flüssigkeit durch die Turbine 141 und das Ventil 143. Die resultierende Turbinendrehung erzeugt Strom, der von einem Kondensatorspeicher 146 gespeichert und bedarfsweise von einem Sender 145 verwendet werden kann, um Signale zurück an die Oberfläche zu senden.

[006] Der Kolben 114, 115 läuft abwärts in Richtung Turbine 141 weiter, bis eine mechanische Sperre in Form eines Stabs 115 zwischen die Turbinenschaufeln hineinreicht, um sie zu stoppen und eine Entladung des Kondensatorspeichers 146 zurück in die Turbine 141 zu verhindern. Der Stab 115 reicht ferner auch durch das Ventil 143 in die Niederdruckkammer 123 für Gas, um sicherzustellen, dass es geöffnet bleibt, während der Apparat anschließend aus dem Bohrloch geholt wird. Fig. 1b der D2 zeigt den Stab 115 zwischen den Schaufeln der Turbine 141 im Stutzen 142. Der Kolbenkopf 114 trifft schließlich auf den Stutzen, wie in Fig. 1b der D2 gezeigt. Der Stab muss einen Durchmesser von weniger als 7 cm haben, damit er durch das Ventil und zwischen die Turbinenschaufeln passt.

[007] Der Apparat ist dann erschöpft und kann keinen Strom mehr erzeugen. Er kann an die Oberfläche zurückgeholt werden. Im erschöpften Zustand könnte der Apparat noch Flüssigkeiten unter einem ähnlich hohen Druck wie während des Betriebs im Bohrloch enthalten. Während der Rückholung des Apparats an die Oberfläche verringert sich der Druck im Bohrloch mit nachlassender Tiefe und ist an der Oberfläche noch niedriger. Der Umgang mit Hochdruckbehältern an der Oberfläche ist gefährlich. Daher kann während der Rückholung aus dem Bohrloch ein Ventil 129 geöffnet werden, um Flüssigkeiten aus dem Behälter zu entfernen und den Druck im Inneren zu verringern, während er durch Bereiche mit niedrigerem Druck/niedrigerer Bohrlochtiefe bewegt wird. Dadurch, dass der Stab 115 im Stutzen 142 nur lose liegt, kann der Druck der vorherigen Niederdruckkammer 123 für Gas auch auf diese Weise durch das Ventil 143 und die Turbine 141 im Stutzen 142 hindurch abfallen.

Somit ist im erschöpften Zustand der Vorrichtung der D2 die Flüssigkeit unter einem ähnlich hohen Druck wie das umgebende Bohrloch. Um die Gefahr einer Handhabung eines Behälters unter hohem Druck an der Oberfläche zu vermeiden muss mittels des Ventils 129 die verbleibende Flüssigkeit beim Rückholen der Vorrichtung abgelassen werden.

Der Stand der Technik umfasst keinerlei Ansätze um Risse in im Boden angelegten Kanälen zu behandeln, insbesondere unter dem Aspekt einer sicheren Handhabung bezüglich der signifikanten Druckunterschiede zwischen einer Anwendungsstelle in einer gewissen Tiefe und der Oberfläche.

Zusammenfassung

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung Verfahren und Vorrichtungen bereizustellen, welche eine Behandlung mittels Flüssigkeit, also bspw. Reparatur von Rissen in Metallstrukturen, von im Boden angelegten Kanälen ermöglicht. Insbesondere besteht ein Bedarf nach Vorrichtungen nund Verfahren, die eine sichere Handhabung ermöglichen, auch wenn eine entsprechende Anwendungsstelle, also bspw. ein Riss in einer signifikanten Tiefe vorhanden ist.

Diese Aufgabe wird von den Gegenständen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert.

Ein Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine Vorrichtung (D) mit einen Behälter (11), wobei der Behälter (1) eine erste Einlasskammer (21), eine zweite Kammer (22) für Flüssigkeit und eine dritte Kammer (23) für Gas aufweist, einem erstes Ventil (19) zwischen dem Inneren der ersten Einlasskammer (21) und dem Äußeren des Behälters (11), einem zweites Ventil (29) zwischen dem Inneren der zweiten Kammer 22 und dem Äußeren des Behälters (11), einem beweglichen Kolben (14,15) mit einem Kolbenkopf (14) und einer Kolbensäule (15), wobei der Kolbenkopf (14) die erste Einlasskammer (21) von der zweiten Kammer (22) abtrennt und abdichtet und wobei der Behälter ferner zwischen der zweiten Kammer (22) und der dritten Kammer (23) eine statische Scheibe (17) aufweist,

Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kolbensäule (15) so in die statischen Scheibe (17) eingreift, dass die zweite Kammer (22) von der dritten Kammer (23) abgetrennt und abgedichtet ist.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst ein Verfahren zum Behandeln eines Risses eines Metallgehäuses eines im Boden angelegten Kanals, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ein Aufbringen eines Klebstoffs auf den Riss aufweist.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst ein Verfahren zur Ausbringung einer Flüssigkeit an einer unterirdischen Ausbringungsstelle mittels einer Vorrichtung (D) gemäß Ausführungsbeispielen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Einstellen eines Drucks in der dritten Kammer (23), sodass ein Druckunterschied von mindestens 500 kPa zwischen dem Druck an der Ausbringungsstelle und dem Druck in der Kammer (23) herrscht;

Einfüllen der auszubringenden Flüssigkeit in die zweite Kammer (22),

Positionieren der Vorrichtung (D) mittels einer Leine an der Ausbringungsstelle, wobei das erste und zweite Ventil (19, 29) geschlossen sind,

Öffnen des ersten und zweiten Ventils (19, 29), um die Flüssigkeit auszubringen.

Die Erfindung löst die technische Aufgabe des Ausbringens einer Flüssigkeit, insbesondere Klebstoff, mittels der Kolbensäule (15), die so in die statischen Scheibe (17) eingreift, dass die zweite Kammer (22) von der dritten Kammer (23) abgetrennt und abgedichtet ist.

Wie in Fig. 1c zu sehen, ist die dem Druck des Bohrlochs ausgesetzte Fläche der Unterseite 14L des Kolbenkopfes aufgrund der Säule 15 kleiner als die Fläche der Oberseite 14U des Kolbenkopfes. Das gegenüberliegende Ende der Säule 15 wird stattdessen dem (im Vergleich zum Druck im Bohrloch) niedrigen Druck in der Kammer 23 ausgesetzt. Entsprechend ist die Kraft, die den Kolben 14, 15 (wie eingezeichnet) nach unten drückt, größer als die Kraft, die den Kolben 14,15 (wie eingezeichnet) nach oben drückt. Folglich wird beim Öffnen der Ventile 19, 29 die Nettokraft auf den beweglichen Kolben 14, 15 (wie eingezeichnet) nach unten gerichtet. Der Kolbenkopf 14 bewegt sich daher nach unten und komprimiert die Kammer 22 für Flüssigkeit, wodurch der Klebstoff durch die Düse 35 ausgestoßen

wird, und endet dann in einer Position, in der der Klebstoff ausgestoßen ist, wie in Fig. 2 gezeigt.

Auf diese Weise kann Flüssigkeit und insbesondere Klebstoff aus der Vorrichtung ausgestoßen werden, ohne einen Hochdruckbehälter und ohne weitere Steuereingriffe zu benötigen. Das heißt die Sicherheit wird erhöht, da der Druckausgleich inhärent durch den Aufbau der Vorrichtung bereitgestellt wird. Die dritte Kammer für Gas kann durch die Abdichtung des Kolben mit der Scheibe nicht den Umgebungsdruck annehmen, und so auch bei einem Versagen des Ventils 129 der D2 unter hohem Druck an der Oberfläche stehen.

Damit können insbesondere Risse in Metallgehäusen in Borhlöchern repariert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (D) mit den folgenden Merkmalen:

einen Behälter (11), wobei der Behälter (1) eine erste Einlasskammer (21), eine zweite Kammer (22) für Flüssigkeit und eine dritte Kammer (23) für Gas aufweist,

ein erstes Ventil (19) zwischen dem Inneren der ersten Einlasskammer (21) und dem Äußeren des Behälters (11),

ein zweites Ventil (29) zwischen dem Inneren der zweiten Kammer 22 und dem Äußeren des Behälters (11),

ein beweglicher Kolben (14,15) mit einem Kolbenkopf (14) und einer Kolbensäule (15),

wobei der Kolbenkopf (14) die erste Einlasskammer (21) von der zweiten Kammer (22) abtrennt und abdichtet,

wobei der Behälter ferner zwischen der zweiten Kammer (22) und der dritten Kammer (23) eine statische Scheibe (17) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Kolbensäule (15) so in die statische Scheibe (17) eingreift, dass die zweite Kammer (22) von der dritten Kammer (23) abgetrennt und abgedichtet ist.

2. Vorrichtung (D) nach Anspruch 1,

wobei die Vorrichtung ferner eine Düse (35) aufweist, die am zweiten Ventil (29) angeordnet ist, und

wobei die Düse (35) dazu ausgebildet ist, um eine Flüssigkeit aus der zweiten Kammer (22) auszubringen.

3. Vorrichtung (D) nach einem der vorigen Ansprüche,

wobei der Behälter (11) aus einem Metall oder einer Metalllegierung, wie z. B. Stahl, hergestellt ist.

4. Vorrichtung (D) nach einem der vorigen Ansprüche,

wobei, wenn sich der bewegliche Kolben (15) in seiner Ausgangsposition befindet, eine Flüssigkeitskapazität der zweiten Kammer (22) zumindest 5 und höchstens 10 Liter beträgt

5. Vorrichtung (D) nach einem der vorigen Ansprüche,

wobei ein Gesamtvolumen des Behälters (11) zumindest 15 und höchstens 50 Liter beträgt.

6. Vorrichtung (D) nach einem der vorigen Ansprüche,

wobei die Kolbensäule (15) einen Durchmesser von zumindest 5 und höchstens 15 cm aufweist.

7. Verfahren zur Ausbringung einer Flüssigkeit an einer unterirdischen Ausbringungsstelle mittels einer Vorrichtung (D) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Einstellen eines Drucks in der dritten Kammer (23), sodass ein Druckunterschied von mindestens 500 kPa zwischen dem Druck an der Ausbringungsstelle und dem Druck in der Kammer (23) herrscht;

Einfüllen der auszubringenden Flüssigkeit in die zweite Kammer (22),

Positionieren der Vorrichtung (D) mittels einer Leine an der Ausbringungsstelle, wobei das erste und zweite Ventil (19, 29) geschlossen sind,

Öffnen des ersten und zweiten Ventils (19, 29), um die Flüssigkeit auszubringen.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

wobei die Flüssigkeit einen Klebstoff oder eine Säure umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

wobei die Flüssigkeit ein Klebstoff ist, und wobei der Druck in der dritten Kammer (23) so eingestellt wird, dass der Druckunterschied zwischen dem Druck an der Ausbringungsstelle und dem Druck in der Kammer (23) zumindest 700 und höchstens 900 kPa beträgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9,

wobei die Flüssigkeit ein Klebstoff ist, der folgenden Bestandteile aufweist:

30 - 60 Gew.-% Bisphenol-A-Epoxidharz,

30 - 40 Gew.-% Sulfonpolymer mit einem gewichtsmittlere Molekulargewicht, bestimmt durch Lichtstreuung nach der Standardmethode ASTM D4001-20, von 50 000 - 100 000 g/mol,

ein Verstärkungsmittel umfassend 5-15 Gew.-% flüssigen Polysulfid-Kautschuk,

ein Härtungsmittel umfassend 5 - 15 Gew.-% Amine.

11. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei der Klebstoff 40 Gew.-% Bisphenol-A-Epoxidharz, 40 Gew.-% Sulfonpolymer, 10 Gew.-% Verstärkungsmittel und 10 Gew.-% Härtungsmittel aufweist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,

wobei das Sulfonpolymer ein gewichtsmittlere Molekulargewicht, bestimmt durch Lichtstreuung nach der Standardmethode ASTM D4001-20, von 60 000 - 90 000 g/mol aufweist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

wobei der Klebstoff Phenolantioxydantien aufweist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13,

wobei das Verfahren ein Behandeln eines Risses eines Metallgehäuses eines Bohrloches aufweist,

wobei die Vorrichtung an einem Ende des Risses positioniert wird, danach das erste und zweite Ventil (19, 29) geöffnet wird, um die Flüssigkeit auszubringen, und

die Vorrichtung anschließend entlang des Risses bewegt wird, um den Riss zu behandeln.