



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 998 447 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
23.03.2016 Patentblatt 2016/12

(51) Int Cl.:  
**E02D 5/76 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 15192785.2

(22) Anmeldetag: 25.03.2010

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**10711318.5 / 2 550 404**

(71) Anmelder: **Stahlton AG**  
**5070 Frick (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Von Allmen, Hans Peter**  
**1712 Tafers (CH)**

• **Baer, Toni**  
**3855 Schwanden b. Brienz (CH)**

(74) Vertreter: **AMMANN PATENTANWÄLTE AG BERN**  
**Schwarztorstrasse 31**  
**Postfach 5135**  
**3001 Bern (CH)**

### Bemerkungen:

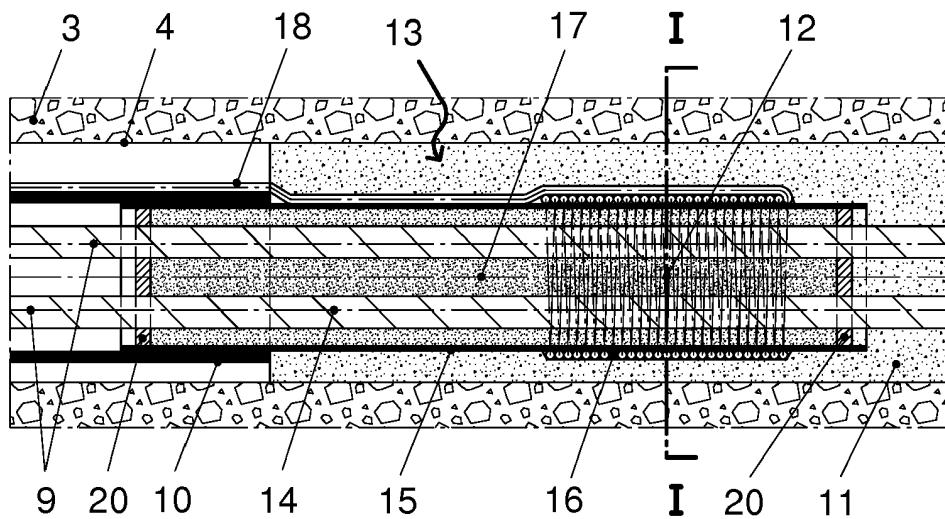
Diese Anmeldung ist am 03-11-2015 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

### (54) VERFAHREN ZUM ZUMINDEST TEILWEISEN AUSBAU EINES ANKERS

(57) Beim Verfahren zum zumindest teilweisen Ausbau eines Ankers (5) mit mindestens einem Zugglied (9) wird dieses zum Trennen mittels einer Induktionsspule (16) erwärmt. Das Zugglied (9) ist beim Erwärmungsvor-

gang mit einer Kraft vorgespannt, die mindestens 10 %, bevorzugt mindestens 25 % und besonders bevorzugt mindestens 50 % der Bruchkraft des Zuggliedes bei 0 Grad Celsius entspricht.

Fig. 2



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum zumindest teilweisen Ausbau eines Ankers.

**[0002]** Zur Verankerung der vertikalen Wände von Baugruben werden häufig temporäre vorgespannte Anker eingesetzt.

**[0003]** Solche vorgespannte Anker sind beispielsweise aus einem Bündel parallel verlaufender siebendrähtiger Spannstahllitzen zusammengesetzt, die als Zugglieder dienen. Luftseitig sind die Litzen mittels Klemmkeilen in einem Ankerkopf festgesetzt. Dahinter verlaufen die Litzen - einzeln oder in einem Sammelhüllrohr aus PE verrohrt - ohne Verbund mit dem Baugrund und frei dehnbar über die sogenannte "freie Ankerlänge"  $L_{fr}$  bis zu einem Verankerungskörper. In der anschliessenden sogenannten "Verankerungslänge"  $L_v$  sind die blanken Litzen im Verankerungskörper mittels injiziertem Zementmörtel mit dem Baugrund verbunden, um die am Ankerkopf aufgebrachten Kräfte in den Baugrund übertragen zu können.

**[0004]** Es werden auch Anker ohne Verankerungslänge  $L_v$ , sogenannte Druckrohranker verwendet, bei welchen sich die freie Ankerlänge  $L_{fr}$  bis an das Ankerende erstreckt, von wo aus die Ankerkraft über ein das Zugglied umschliessendes Druckrohr in den Boden eingeleitet wird.

**[0005]** Je nach Baugrundqualität weisen gebräuchliche Anker eine Bruchlast von 400 bis 2500 kN und eine Festsetzkraft bzw. Gebrauchskraft von 240 bis 1500 kN auf, die in seitlichen und vertikalen Abständen von 2 bis 4 m versetzt angebracht werden.

**[0006]** Die Anker setzen sich entsprechend der Tiefe der Baugrube und den auf das verankerte Tragwerk einwirkenden Kräften typischerweise aus einer freien Ankerlänge  $L_{fr}$  von 7 bis 25 m und - falls vorhanden - einer Verankerungslänge  $L_v$  von 4 bis 8 m zusammen und werden je nach Tiefe der Baugrube in mehreren, in die Tiefe gestaffelten Lagen eingebaut. Dabei kann insbesondere in städtischen Gebieten der grösste Teil der Anker unter Nachbargrundstücke zu liegen kommen.

**[0007]** Sobald die vom verankerten Tragwerk aufgenommenen Kräfte im Laufe des Baufortschrittes auf das in der Baugrube errichtete Bauwerk abgegeben werden können, verlieren die Anker ihre Funktion. Falls der Verbleib der Zugglieder im Baugrund z.B. wegen später in diesem Bereich vorgesehener Bauten unerwünscht ist, müssen die Anker so weit möglich, d.h. mindestens ihren über die freie Ankerlänge verlaufenden Teil entfernt werden.

**[0008]** Zum Ausbauen der Anker ist das Verfahren bekannt, vorgängig Sollbruchstellen am Übergang  $L_{fr} - L_v$  durch mechanisches oder thermisches Schwächen der Zugglieder zu erzeugen und zum Ausbau der freien Ankerlänge die Zugglieder an der Sollbruchstelle mittels Aufbringen entsprechender Kräfte am Ankerkopf abzurissen (vgl. z.B. die DE 195 00 091 C1). Dieses Verfah-

ren weist schwerwiegende Nachteile auf. So muss der durch die Schwächung der Zugglieder verlorene Querschnitt durch zusätzliche, ebenfalls geschwächte Zugglieder kompensiert werden. Auch weisen die geschwächten Zugglieder ein relativ starres Verhalten auf, sodass der Bruch abrupt erfolgt und sich nicht durch ein vorgängiges Dehnen ankündigt. Ein abruptes Versagen eines Ankers ist insbesondere hinsichtlich der System-sicherheit unerwünscht.

**[0009]** Weiter sind Verfahren bekannt, die die Trennung der Zugglieder durch Erwärmen bzw. Schmelzen mittels eines aluminothermischen Reaktionsgemisches bewirken (vgl. z.B. die DE 34 00 350 A1). Nachteilig ist dabei u.a., dass ein gleichmässiges Erhitzen des Zuggliedes schwierig ist und nicht immer eine vollständige Trennung erfolgt. Sind z.B. mehrere Litzen vorhanden, so werden diese aufgrund ihrer unterschiedlichen Lage im Bohrloch nicht genau gleichzeitig erwärmt und somit nicht gleichzeitig zu Bruch gehen. Die zuerst gebrochenen Drähte können dabei zu einem vorzeitigen Lösen der Verankerung am Ankerkopf führen, wodurch die Spannung auf den noch nicht gebrochenen Drähten wegfällt und diese nicht zu Bruch kommen.

**[0010]** Aus der Patentschrift CH 603 919 A5 ist es bekannt, die Zugglieder mittels einer Induktionsspule induktiv zu erhitzen, bis sie durchtrennt sind und aus dem Bohrloch herausgezogen werden können. Es sind keine besonderen Massnahmen vorgesehen, um mit möglichst geringem Energieeintrag durch die Induktionsspule ein Trennen der Zugglieder zu ermöglichen. Die Induktionsspule befindet sich zwischen einer flachen thermischen Isolation und einem Asbestschlauch. Dieser ist beweglich und schützt somit die Induktionsspule unzureichend gegen Verschiebungen relativ zu den Zuggliedern. Beim Einsatz des Ankers, insbesondere wenn er länger im Baugrund verbleibt, kann es beim Verschieben zu einer Beschädigung der Induktionsspule kommen, so dass diese nicht mehr funktionsfähig ist.

**[0011]** Im Weiteren verläuft das Kabel zur Energieversorgung der Induktionsspule zwischen den als Zuggliedern dienenden Litzen und kann ebenfalls leicht beschädigt werden. Zudem sind die Hohlräume zwischen den Litzen und dem Sammelhüllrohr im Bereich der Trennstelle nicht luftseitig abgedichtet, so dass in die freie Ankerlänge  $L_{fr}$  eindringendes Wasser sich im Bereich der Trennstelle ansammeln kann. Dadurch wird das Erwärmen der Litzen infolge dauernder Abkühlung durch die Aufheizung und Verdampfung des Wassers praktisch verunmöglich oder zumindest so lange verzögert, bis das Wasser restlos verdampft ist. (Die Litzen funktionieren somit ähnlich wie die Heizstäbe eines Tauchsieders zur Erwärmung von Wasser.)

**[0012]** Auch aus der europäischen Patentanmeldung EP 0 583 725 A1 ist die Trennung der Zugglieder mittels induktiver Erwärmung bekannt. Zwischen der Induktionsspule und den Zuggliedern ist zusätzlich ein elektrisch leitendes Metallrohr vorgesehen, welches ebenfalls induktiv erhitzt wird, um die Zugglieder über die Cu-

rie-Temperatur hinaus bis zum Schmelzpunkt zu erwärmen. Dies führt zu einem aufwändigen und teuren Aufbau. Im Weiteren hat sich gezeigt, dass bei der Erwärmung von Zuggliedern aus mehrdrähtigen Litzen die einzelnen Drähte nicht gleichzeitig erwärmt werden, was zu einem nicht zeitgleich erfolgenden Abreissen der Drähte führt. Der Impuls der in einer mehrdrähtigen Litze zuerst abreissenden Drähte löst die Keilverankerung der Litze am Ankerkopf, wodurch die noch nicht gerissenen Drähte entspannt werden und damit deren Abreissen verhindert wird.

**[0013]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die bekannten Verfahren so zu verbessern, dass das Zugglied eines Ankers auf einfachere und zuverlässigere Weise trennbar ist.

**[0014]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 gelöst. Die weiteren Ansprüche geben bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens an.

**[0015]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass entgegen der Lehre gemäß der EP 0 583 725 A1 kein zusätzliches elektrisch leitendes Metallrohr erforderlich ist, um ein Zugglied über die Curie-Temperatur hinaus bis zum Schmelzpunkt erhitzen zu können. Ist das Zugglied beim Erwärmungsvorgang genügend vorgespannt, ist eine zuverlässige Trennung bei Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes möglich.

**[0016]** Die Erfindung wird weiter an bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine Baugrube mit einem Anker ausgestattet mit einer Trennvorrichtung zum Trennen der Zugglieder an einer vorbestimmten Trennstelle;

Fig. 2 einen Längsschnitt der Trennvorrichtung gemäß Fig. 1, die gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel am Ende des Sammelhüllrohres der freien Ankerlänge  $L_{fr}$  angebracht ist;

Fig. 3 eine Vorderansicht einer Distanzscheibe für eine Trennvorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 4 einen Querschnitt der Trennvorrichtung gemäß Fig. 1 in der in Fig. 2 mit I-I bezeichneten Schnittebene;

Fig. 5 den Verlauf der relativen Festigkeit von Spannstahldraht in Funktion der Temperatur;

Fig. 6 einen Längsschnitt der Trennvorrichtung gemäß Fig. 1, bei welchem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel das Ende des Sammelhüllrohres der freien Ankerlänge  $L_{fr}$  als Trägerrohr dient;

Fig. 7 einen Schnitt durch die Trennvorrichtung in der in Fig. 6 mit II-II bezeichneten Schnittebene;

Fig. 8 die Ansicht des Distanzzapfens für die Trennvorrichtung gemäß Fig. 6, der die Verfüllung im Bereich der Trennstelle beidseits abschließt;

Fig. 9 einen Längsschnitt der Trennvorrichtung gemäß Fig. 1, die gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel am Ende des Sammelhüllrohres der freien Ankerlänge  $L_{fr}$  angebracht ist und mit Injektionsmaterial verfüllt ist; und

Fig. 10 einen Schnitt durch die Trennvorrichtung in der in Fig. 9 mit III-III bezeichneten Schnittebene.

**[0017]** Fig. 1 zeigt eine Baugrube 1, deren vertikaler Baugrubenabschluss mit einem verankerten Tragwerk 19 gesichert ist. Die Verankerung wird durch vorgespannte Anker 5 sichergestellt, die über jeweils einen Ankerkopf 6 mit dem Tragwerk 19 verbunden sind. Jeder Anker 5 ist in ein vorgängig in den Baugrund 3 gebohrtes Bohrloch 4 eingebaut und erstreckt sich unter ein Nachbargrundstück 2.

**[0018]** Die Zugglieder 9 jedes Ankers 5 sind beispielsweise jeweils als siebendrähtige Spannstahllitze ausgebildet und weisen eine verbundlos durch ein Sammelhüllrohr 10 geführte freie Ankerlänge ( $L_{fr}$ ) 7 und eine mittels Zementmörtel 11 kraftübertragend mit dem Baugrund 3 in Verbund gebrachte Verankerungslänge ( $L_v$ ) 8 auf.

**[0019]** An der Trennstelle 12 am Übergang der freien Ankerlänge ( $L_{fr}$ ) 7 zur Verankerungslänge ( $L_v$ ) 8 ist eine Trennvorrichtung 13 zum Trennen der Zugglieder 9 in den Anker 5 integriert.

**[0020]** Ein Kabel 18 zur Energieversorgung der Trennvorrichtung 13 verläuft ausserhalb des Sammelhüllrohrs 10 und ist an diesem befestigt. Die Injektionsleitung, durch welche der Zementmörtel zur Verankerung hindurchleitbar ist, verläuft ebenfalls ausserhalb des Sammelhüllrohrs 10 (nicht dargestellt). Beim Anbringen des Ankers werden Injektionsleitung und Kabel 18 zusammen am Sammelhüllrohr 10 befestigt und in das Bohrloch 4 eingefügt.

**[0021]** Fig. 2 zeigt den Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels der Trennvorrichtung 13 zum Trennen der Zugglieder 9 an der Trennstelle 12. Zur Energieübertragung ist die Trennvorrichtung 13 mit einer Induktionsspule in Form einer einlagigen Wicklung 16 (Induktor) aus thermisch isoliertem Kupferdraht, aufgewickelt auf ein Trägerrohr 15, ausgestattet. Die Wicklung 16 weist eine Anzahl von Windungen auf, die im Bereich von 5 bis 50, vorzugsweise 10 bis 30 liegt. Das Kabel 18 zur Energieversorgung der Wicklung 16 ist an den beiden Enden der Wicklung 16 angeschlossen und verläuft ausserhalb des Trägerrohrs 15. Dadurch ist das Kabel 18 gegen eine Beschädigung beim Vorspannen der Zugglieder 9 geschützt.

**[0022]** Das Trägerrohr 15 ist starr ausgebildet, um ein Verschieben der Induktionsspule 16 relativ zu den Zuggliedern 9 und eine dadurch resultierende etwaige Be-

schädigung zu vermeiden, und aus einem Material gefertigt, das elektrisch isolierend und nicht-ferromagnetisch ist. Aufgrund der Starrheit des Trägerrohrs 15 wird u. a. verhindert, dass die nach dem Einbau des Ankers auftretenden Kräfte das Trägerrohr 15 zumindest über den Bereich der Induktionsspule 16 verformen. Als Material für das Trägerrohr 15 eignet sich z.B. Glasfasermaterial, PE, PP oder PVC.

**[0023]** Die Trennvorrichtung 13 ist im Wesentlichen zentrisch im Bohrloch 4 angeordnet und der Hohlraum zwischen dem rückseitigen Ende der Trennvorrichtung 13 und dem Baugrund 3 ist mittels Zementmörtel 11 verfüllt.

**[0024]** Die Induktionsspule 16 wird im Betrieb über das Elektrokabel 18 mit Strom höherer Frequenz versorgt, um die Zugglieder 9 induktiv bis zum Bruch zu erwärmen.

**[0025]** Die Hohlräume zwischen dem Trägerrohr 15 und den Zuggliedern 9 sind mit einer Verfüllung 17 ausgefüllt. U.a. folgende Materialien eignen sich als Verfüllung 17: Zement-WasserGemisch mit etwaiger Zugabe eines oder mehrerer Zusatzmittel, wie z.B. Treibmittel, Verflüssiger und Abbindebeschleuniger, Mörtel auf Kunststoffbasis mit thermisch isolierenden Zuschlagstoffen, Kitt, etc.

**[0026]** Die Verfüllung 17 hat verschiedene Wirkungen:

- Die Verfüllung 17 bewirkt eine thermische Isolation jedes einzelnen Zuggliedes 9, sodass die gleichmässige Erwärmung ohne Abstrahlung oder Aufnahme von Anstrahlungsenergie benachbarter Zugglieder 9 sichergestellt ist. Sind die Zugglieder 9 als Litzen 14 ausgebildet, ist gewährleistet, dass die Drähte der einzelnen Litzen 14 und die Litzen 14 insgesamt gleich schnell erwärmt werden.
- Die Verfüllung 17 bewirkt eine minimale Verankerung der Zugglieder 9 luftseits der Trennstelle 12. Bei Litzen 14 als Zugglieder 9 werden die zuerst abreissenden Drähte der einzelnen Litzen 14 sich leicht verzögert erst dann in Bewegung setzen, wenn mehrere bzw. alle Drähte und Litzen 14 getrennt sind. Die Verankerung ist insbesondere dann wirksam, wenn sich ein möglichst grosser Teil des Trägerrohrs 15 luftseits der Trennstelle 12 befindet. Wie in Fig. 2 ersichtlich, ist zu diesem Zweck die Wicklung 16 seitlich versetzt zur Mitte des Trägerrohrs 15 angeordnet.
- Durch das Distanzelement 20 sowie die Verfüllung 17 ist das Trägerrohr 15 abgedichtet, sodass eine Ansammlung von Wasser bei der Trennstelle 12 vermieden ist. Wasser ist nebst einer Verhinderung einer etwaigen Korrosion u.a. auch deshalb zu vermeiden, weil es die Zugglieder 9 beim Erwärmungsvorgang derart kühlen kann, dass diese für eine Trennung nicht mehr genügend erhitzt werden.
- Durch das Distanzelement 20 sowie die Verfüllung 17 des Trägerrohrs 15 ist die freie Ankerlänge  $L_{fr}$  7 gegen das Eindringen von Zementmörtel 11 während dem Ausinjizieren der Verankерungsstrecke  $L_v$

abgedichtet. Dadurch ist verhindert, dass sich in die freie Ankerlänge 7 eindringender Zementmörtel 11 an den Litzen festsetzen und deren Herausziehen nach der Trennung erheblich erschweren oder ganz verunmöglichten kann.

**[0027]** Aufgrund der thermischen Isolation der einzelnen Zugglieder 9 und der Verankerung der Zugglieder 9 luftseits der Trennstelle 12 ist insbesondere bei Zuggliedern 9 aus Litzen 14 ein synchrones Abreissen der einzelnen Drähte gewährleistet.

**[0028]** Wie Fig. 2 weiter zeigt, ist das luftseitige Ende des Trägerrohrs 15 in das Sammelhüllrohr 10 gesteckt. Endseitig des Trägerrohrs 15 sind Distanzscheiben 20 eingelassen, welche Durchgänge aufweisen, durch welche hindurch die Zugglieder 9 verlaufen. Die Distanzscheiben 20 sind aus einem soliden oder relativ solidem Material, z.B. Metall oder Kunststoff gefertigt. Sie gewährleisten insbesondere bei der Montage der Trennvorrichtung 13, dass der Teil der Zugglieder 9, welcher innerhalb des Trägerrohrs 15 verläuft, in einer vorgegebenen Lage in Bezug auf Induktionsspule 16 zu liegen kommt. Vorteilhafterweise ist diese Lage symmetrisch gewählt, so dass die Zugglieder 9 möglichst gleichmäßig durch das von der Induktionsspule 16 erzeugte magnetische Feld durchdrungen werden und somit eine möglichst gleichmässige und gleichzeitige Erwärmung erzielt wird.

**[0029]** Fig. 3 zeigt eine Vorderansicht einer einzelnen Distanzscheibe 20, welche für maximal sieben Zugglieder 9 ausgelegt und somit mit sieben Durchgängen 20.1 - 20.7 versehen ist. Die äusseren Durchgänge 20.2 - 20.7 sind gleichmässig verteilt um den zentralen Durchgang 20.1 angeordnet. Je nach der Anzahl N der verwendeten Zugglieder 9 ist der jeweilige Durchgang 20.1 - 20.7 entweder mit einem Zugglied 9 durchsetzt oder durch die Verfüllung 17 abgedichtet. Eine symmetrische Anordnung der Zugglieder 9 ist z.B. erzielbar, indem ein Zugglied 9 durch folgende Durchgänge hindurch verläuft:

- Durchgang 20.1 bei N=1,
- Durchgang 20.2 und 20.5 bei N=2,
- Durchgang 20.3, 20.5 und 20.7 bei N=3,
- Durchgang 20.3, 20.4, 20.6 und 20.7 bei N=4,
- Durchgang 20.1, 20.2, 20.4, 20.5 und 20.7 bei N=5,
- Durchgang 20.2-20.7 bei N=6,
- Durchgang 20.1-20.7 bei N=7.

**[0030]** Bei jeder Zahl N ergibt sich eine Drehsymmetrie, d.h. bei einer Drehung um den Winkel  $360^\circ/n$  kommen die mit einem Zugglied durchsetzten Durchgänge wieder zur Deckung, wobei  $n = 2$  für  $N = 2, 4$  oder  $5$ ;  $n = 3$  für  $N = 3$ ;  $n = 6$  für  $N = 6$  oder  $7$  und  $n = \text{unendlich}$  für  $N = 1$ .

**[0031]** Natürlich ist die Anzahl der Durchgänge bei der Distanzscheibe 20 beliebig auf die beim Anker vorgesehene Anzahl N der Zugglieder anpassbar. Beispielsweise kann die Distanzscheibe 20 für Anker mit 8 - 12 Litzen oder 13 - 19 Litzen als Zugglieder ausgelegt sein.

**[0032]** Fig. 4 zeigt den Querschnitt durch die Trennvorrichtung 13 an der Trennstelle 12. Die Trennvorrichtung 13 ist im Wesentlichen zentrisch im Bohrloch 4 im Baugrund 3 angeordnet und aussen mit Zementmörtel 11 verfüllt. Im hier gezeigten Beispiel sind sieben Zugglieder vorgesehen, welche jeweils als Litze 14 mit sieben Drähten ausgebildet und von der auf das Trägerrohr 15 gewickelten Induktionsspule 16 umschlossen sind. Diese weist einen Aussendurchmesser  $D_a$  und einen Innendurchmesser  $D_i$  auf, wobei das Verhältnis  $D_a$  zu  $D_i$  höchstens 1.5 und vorzugsweise höchstens 1.25 beträgt. Dadurch ist gewährleistet, dass die seitliche Ausdehnung der Trennvorrichtung 13 in etwa dem Durchmesser des Sammelhüllrohrs 10 entspricht und keine Vergrößerung des Bohrlochs 4 erforderlich ist.

**[0033]** Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch einen Aufbau einer Trennvorrichtung 13 gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel zum Trennen der Zugglieder 9 an der Trennstelle 12. Zur Energieübertragung ist die Trennvorrichtung 13 mit einer Induktionsspule in Form einer einlagigen Wicklung 16 (Induktor) aus einem ein- oder zweiadrigen Elektrokabel 18, aufgewickelt direkt auf das Sammelhüllrohr 10, ausgestattet. Das Elektrokabel 18, welches entlang des Sammelhüllrohrs 10 nach aussen führt, dient demnach direkt zur Bildung der Wicklung 16. Ein Übergang zwischen Elektrokabel und Wicklung entfällt damit.

**[0034]** Die Wicklung 16 weist eine Anzahl Windungen auf, die im Bereich von 5 bis 50, vorzugsweise 10 bis 30 liegt. Die Wicklung wird auf dem Sammelhüllrohr 10 durch einen Schrumpfschlauch 23 fixiert. Das Elektrokabel 18 verläuft ausserhalb des Sammelhüllrohrs 10 zum Ankerkopf 6 und ist dadurch gegen eine Beschädigung beim Vorspannen der Zugglieder 9 geschützt.

**[0035]** Die Hohlräume zwischen dem Sammelhüllrohr 10 und den Zuggliedern 9 sind mit einer Verfüllung 17 ausgefüllt.

**[0036]** Die Verfüllung 17 ist beidseits durch Distanzzapfen 21 begrenzt, die aus einem elastisch verformbaren Material, z.B. Gummi gefertigt sind.

**[0037]** Das Sammelhüllrohr 10 wird mittels Stahlbändern 22, welche mit genügend grosser Kraft gespannt werden, lokal so zusammengedrückt, dass sich das Spiel zwischen den Zuggliedern 9 und dem Sammelhüllrohr 10 gegenüber dem Distanzzapfen 21 schliesst.

**[0038]** Fig. 7 zeigt den Querschnitt durch die Trennvorrichtung 13 an der Trennstelle 12.

**[0039]** Fig. 8 zeigt den Distanzzapfen 21 für ein Zugglied bestehend aus 4 Spannstahllitzen 14 mit den Durchgängen 21.1 bis 21.4. Der Distanzzapfen 21 weist eine Länge auf, die mindestens gleich ist wie die Breite des Stahlbandes 22.

**[0040]** Fig. 9 zeigt einen Längsschnitt durch einen Aufbau einer Trennvorrichtung gemäss einem dritten Ausführungsbeispiel, die nach der Bitumenverfüllung 24 am Ende des Sammelhüllrohrs der freien Ankerlänge  $L_{fr}$  angebracht ist.

**[0041]** Das Ende des Sammelhüllrohrs 10 ist zwecks

Abdichtung der freien Ankerlänge 7 gegen den in die Verankerungslänge 8 injizierten Zementmörtel 11 mit einer heiss eingefüllten Bitumenverfüllung 24 ausgegossen, die mit Stahlbändern 22 gegenüber dem Sammelhüllrohr 10 fixiert wird.

**[0042]** Die Wicklung 16 bestehend aus Windungen des Elektrokabels 18 sitzt auf einem Trägerrohr 15, welches mit einem Schrumpfschlauch 23 gegenüber dem Sammelhüllrohr 10 und der die Verankerungslänge 8 bildenden Teil der Zugglieder 14 fixiert wird. Die Hohlräume zwischen dem Trägerrohr 15 und den Zuggliedern 9 werden direkt durch den in die Verankerungslänge 8 injizierten Zementmörtel 11 ausgefüllt. Beim Einbau des Ankers 5 ist demnach das Trägerrohr 15 am luftseitigen Ende abgedichtet, jedoch am bergseitigen Ende offen, so dass das Injektionsmaterial 11 beim Injizieren in das Trägerrohr 15 eindringen und dieses verfüllen kann.

**[0043]** Fig. 10 zeigt den Querschnitt durch die Trennvorrichtung 13 an der Trennstelle 12.

**[0044]** So wie durch die Verfüllung 17 und den Distanzelementen 20, 21 beim ersten und zweiten Ausführungsbeispiel ist hier durch die Verfüllung 24 das Trägerrohr 15 derart auf der dem vorspannbaren Teil der Zugglieder 9 zugewandten Seite der Trennstelle 12 abgedichtet, dass einerseits ein Durchtritt von Wasser und andererseits ein Durchtritt von Injektionsmaterial 11 verhindert sind. Dadurch ist gewährleistet, dass einerseits das Injektionsmaterial 11 beim Injizieren nicht zum vorspannbaren Teil der Zugglieder 9 gelangt und andererseits kein Wasser von aussen zur Trennstelle 12 vordringen kann und so ein effizientes Erwärmen der Zugglieder 9 ermöglicht wird.

**[0045]** Nachfolgend sind weitere Erläuterungen gegeben, die sich nicht speziell auf ein einzelnes Ausführungsbeispiel beziehen.

**[0046]** Vorteilhafterweise weist die jeweilige Litze 14 des Zuggliedes 9 eine Seele auf, um welche Drähte gewunden sind, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Seele ist. Dadurch ist gewährleistet, dass beim Erwärmungsvorgang die Seele, welche zusätzlich durch die sie umgebenden Drähte erwärmt wird, nicht als erste reisst, sondern alle Drähte der Litze 14 gleichzeitig getrennt werden.

**[0047]** Die Zugglieder 9 der vorgespannten Boden- und Felsanker 5 werden in der Regel auf ca. 60 % der Bruchkraft vorgespannt. Da ein Anker 5 über längere Zeit im Boden eingelassen sein kann, ist für den Ausbau mittels der Trennvorrichtung 13 sicherzustellen, dass die Zugglieder 9 noch genügend vorgespannt sind. Die Vorspannung ist so gewählt, dass beim Erwärmvorgang durch die Induktionsspule 16 das jeweilige Zugglied 9 mit einer Kraft vorgespannt ist, die mindestens 10 %, bevorzugt mindestens 25 % und besonders bevorzugt mindestens 50 % der Bruchkraft des Zugglieds 9 bei 0 Grad Celsius entspricht.

**[0048]** Aufgrund einer genügenden Vorspannung ist es möglich, die Zugglieder 9 bei relativ moderaten Temperaturen zu trennen, die unterhalb des Schmelzpunktes

liegen und typischerweise unter 700 Grad Celsius und sogar unter 600 Grad Celsius sind. Wird die Festigkeit des Zuggliedes 9 durch Erwärmen unter die im Zugglied 9 anliegende Spannung abgesenkt, reisst dieses. Aufgrund der Spannung wird der abgerissene Teil des Zugglieds 9 aus dem Ankerkopf heraustragen. Aus Sicherheitsgründen wird daher der Ankerkopf beim Erwärmvorgang mit einer Haube abgedeckt, um die Zugglieder 9 nach dem Bruch aufzufangen.

**[0049]** Fig. 5 zeigt den Verlauf der Festigkeit F in Abhängigkeit der Temperatur T für einen gezogenen Spannstahldraht, wobei F auf den Wert der Festigkeit bei 0 Grad Celsius normiert ist. Wie ersichtlich, fällt die Festigkeit bei Temperaturen über 600°C unter 10 % des ursprünglichen Wertes. Je höher die Vorspannung während des Erwärmungsvorgangs ist, desto tiefere Temperaturen reichen demnach aus, um das Zugglied 9 zum Reissen zu bringen.

**[0050]** Somit braucht die Trennvorrichtung 13 nicht so ausgelegt zu werden, dass sie eine Erwärmung über die Curie-Temperatur (für Fe 768°C) hinweg bis zum Schmelzpunkt gestattet, wie dies bei der Vorrichtung gemäss EP 0 583 725 A1 der Fall ist. Insbesondere ist kein elektrisch leitendes Metallrohr erforderlich, welches im Bereich zwischen der Induktionsspule 16 und der Trennstelle 12 angeordnet ist und die Zugglieder 9 durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung erhitzt. Das von der Induktionsspule 16 erzeugte Magnetfeld kann daher ungehindert in die Zugglieder 9 eindringen und diese erwärmen.

**[0051]** Als Speisegerät zur Energieversorgung der Induktionsspule 16 dient ein statischer Frequenzumformer, der einen Lastschwingkreis mit der Wicklung 16 als Induktion aufweist. Der Lastschwingkreis ist als Parallelschwingkreis aufgebaut, der als Elemente Leistungskondensatoren sowie die über das Kabel 18 angeschlossene Wicklung 16 aufweist. Kapazität und Induktivität dieser Elemente bestimmen die Arbeitsfrequenz. Der Lastschwingkreis ist an eine Stromquelle angeschlossen, die einen an das übliche Stromnetz anschliessbaren Haupttransformator, einen Gleichrichter, einen Chopper und einen Glättungssteil enthält. Der Lastschwingkreis ist an einer H-Brücke angeschlossen, welche mittels des Choppers geregelt wird.

**[0052]** Die Ausgestaltung des Speisegeräts in Form einer Schaltung mit elektronischen Komponenten erlaubt einen kompakten und relativ leichten Aufbau. So ist der statische Frequenzumformer wesentlich leichter als ein dynamischer Frequenzumformer aufbaubar und wiegt typischerweise weniger als 100 kg und vorzugsweise weniger als 50 kg. Auch ist durch die Integration der jeweilig verwendeten Induktionsspule 16 und des verwendeten Kabels 18 in den Schwingkreis das Magnetfeld optimierbar, welches zum Erwärmen der Zugglieder 9 verwendet wird.

**[0053]** Mittels des statischen Frequenzumformers kann die Induktionsspule 16 mit einem Strom beaufschlagt werden, der über 2.5 A, vorzugsweise über 5 A

und besonders bevorzugt über 10 A liegt und der eine Frequenz f von über 1 kHz und vorzugsweise über 10 kHz aufweist. Typischerweise liegt die Frequenz im Bereich von 30 - 50 kHz. Die vom Frequenzumformer abgegebene Leistung ist über 1 kW und vorzugsweise über 3 kW, z.B. bei 5 kW.

**[0054]** Die Heizleistung, welche mittels der Induktionsspule 16 in den Zuggliedern 9 induziert wird, nimmt mit zunehmender Frequenz f des Stroms zu. Andererseits verringert sich aufgrund des Skineffektes die Eindringtiefe des Stromes, wenn die Frequenz f zunimmt.

**[0055]** Das Kabel 18 ist mindestens 5 m lang und bevorzugt mindestens 10 m lang und ist ein handelsübliches Kabel, z.B. eines mit mehr als zwei Adern und/oder mit Adern mit jeweils einem Querschnitt von mindestens 1.5 mm<sup>2</sup>. Die jeweilige Ader kann entweder als Einzeldraht oder als Litze ausgebildet sein. Wird ein Kabel 18 mit vier Adern verwendet, so werden vorteilhafterweise die jeweils beiden einander gegenüberliegenden Adern miteinander verbunden.

**[0056]** Überraschenderweise wurde festgestellt, dass sich ein handelsübliches Kabel 18 nicht merklich erwärmt, wenn der Strom mit hoher Frequenz hindurchgeleitet wird. Es sind somit keine teuren Spezialkabel für die Energiespeisung der Wicklung 16 erforderlich.

**[0057]** Die hier dargestellte Trennvorrichtung 13 ist zum Ausbau (Rückbau) mindestens der freien Ankerlänge der Zugglieder von vorgespannten Boden- und Felsankern verwendbar, wie sie z.B. in der Schweizer Norm "SIA 267 Geotechnik" und "EN 1537 Verpressanker" beschrieben sind.

**[0058]** Ausgehend von der vorausgehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen sind dem Fachmann abgewandelte Ausführungen zugänglich, ohne den Bereich der Erfindung wie in den Ansprüchen definiert zu verlassen.

**[0059]** Anstelle einer Verfüllung 17, die das Trägerrohr 15 vollständig ausfüllt, ist es auch möglich, eine Dichtung jeweils an den beiden Enden des Trägerrohrs 15 vorzusehen und den Hohlraum zwischen den beiden Dichtungen ungefüllt zu lassen. Die sich im Hohlraum befindende Luft wirkt dann für die einzelnen Zugglieder thermisch isolierend. Als Dichtung kann z.B. ein Element in Form des in Fig. 6 gezeigten Distanzzapfens 21 verwendet werden.

**[0060]** Anstelle einer einlagigen Wicklung 16 ist auch eine zweilagige Wicklung denkbar, wobei die Trennvorrichtung auch bei dieser Ausführungsform nach wie vor schlank in der seitlichen Ausdehnung bleibt.

**[0061]** Die Trennvorrichtung ist nebst Anker mit einer Verankerungslänge u.a. auch für solche ohne Verankerungslänge, insbesondere Druckrohranker verwendbar.

## 55 Patentansprüche

1. Verfahren zum zum mindest teilweisen Ausbau eines Ankers (5) mit mindestens einem Zugglied (9), wel-

ches zum Trennen mittels einer Induktionsspule (16) erwärmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugglied (9) beim Erwärmungsvorgang mit einer Kraft vorgespannt ist, die mindestens 10 %, bevorzugt mindestens 25 % und besonders bevorzugt mindestens 50 % der Bruchkraft des Zuggliedes bei 0 Grad Celsius entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Zugglied (9) bis zu einer maximalen Temperatur erwärmt wird, die unter dem Schmelzpunkt des Zugglieds liegt und die vorzugsweise unter 700 Grad Celsius und besonders bevorzugt unter 600 Grad Celsius liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Zugglied (9) aus Stahl ist, welcher bei 0 Grad Celsius eine Festigkeit von mindestens 1000 N/mm<sup>2</sup>, bevorzugt mindestens 1500 N/mm<sup>2</sup> und besonders bevorzugt mindestens 1700 N/mm<sup>2</sup> aufweist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das freie Ende (7) des Zugglieds (9) in einem Sammelhüllrohr (10) verläuft, ausserhalb welchem ein Kabel (18) zur Energieversorgung der Induktionsspule (16) verläuft.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im Querschnitt gesehen der Bereich zwischen der Induktionsspule (16) und dem mindestens einen Zugglied (9) frei von einem elektrisch leitenden Metallrohr ist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich die Trennstelle (12), an welcher das mindestens eine Zugglied (9) beim Erwärmungsvorgang durch die Induktionsspule (16) getrennt wird, in einem Rohr (10, 15) befindet, welches auf der dem vorspannbaren Teil (7) des Zuggliedes zugewandten Seite der Trennstelle (12) abgedichtet ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Rohr (10; 15) starr ausgebildet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Rohr (10; 15) beidseitig der Trennstelle (12) abgedichtet ist, um eine Ansammlung von Wasser zu vermeiden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Rohr (10; 15) mit einer Verfüllung (17; 11) versehen ist, die die Trennstelle (12) abdichtet und vorzugsweise das Zugglied (9) thermisch isoliert und/oder am Rohr (10; 15) verankert.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis des Aussendurchmessers ( $D_a$ ) der Induktionsspule (16) zum Innendurchmesser ( $D_i$ ) der Induktionsspule höchstens 1.5 und vorzugsweise höchstens 1.25 beträgt und/oder die

Wicklung der Induktionsspule (16) höchstens zweilagig und vorzugsweise einlagig ist.

- 5 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Wicklung der Induktionsspule (16) durch ein Kabel gebildet ist, das mehr als zwei Adern und/oder Adern mit jeweils einem Querschnitt von mindestens 1.5 mm<sup>2</sup> aufweist.

- 10 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Induktionsspule (16) mit einem Frequenzumformer bestromt wird, mit welchem eine Frequenz von mehr als 1 kHz erzeugbar ist und/oder welcher ein statischer Frequenzumformer ist.

- 15 13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Frequenzumformer zur Erzeugung eines Wechselstromes einen Schwingkreis aufweist, in welchen die Induktionsspule (16) integriert ist.

- 20 14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit mehreren Zuggliedern (9) und mit mindestens einem Distanzelement (20; 21) mit Durchgängen (20.1 - 20.7; 21.1 - 21.4), durch welche hindurch die Zugglieder (9) verlaufen, wobei vorzugsweise die Durchgänge (20.1 - 20.7; 21.1 - 21.4) so angeordnet sind, dass sich im Querschnitt des Distanzelementes (20; 21) gesehen eine Drehsymmetrie ergibt.

- 25 15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das mindestens eine Zugglied (9) als Litze (14) ausgebildet ist, welche eine Seele aufweist, um welche Drähte gewunden sind, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Seele ist.

35

40

45

50

55

Fig. 1

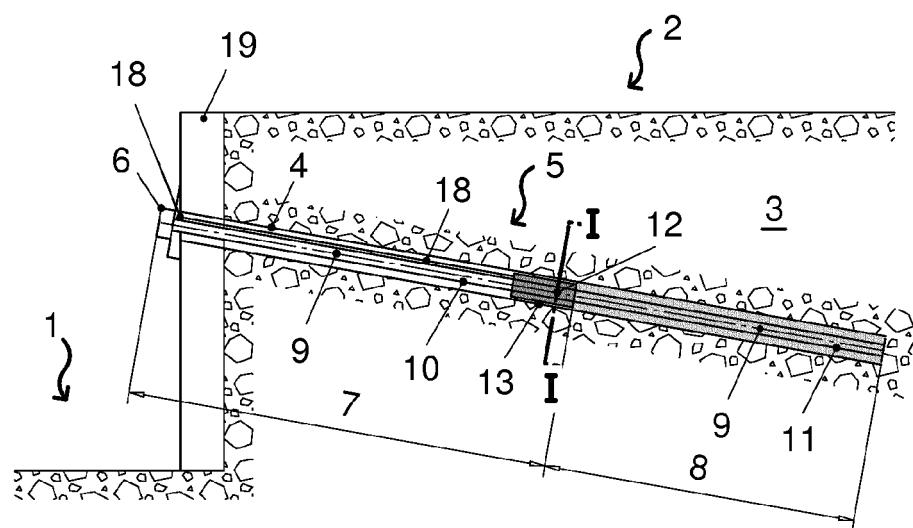


Fig. 2

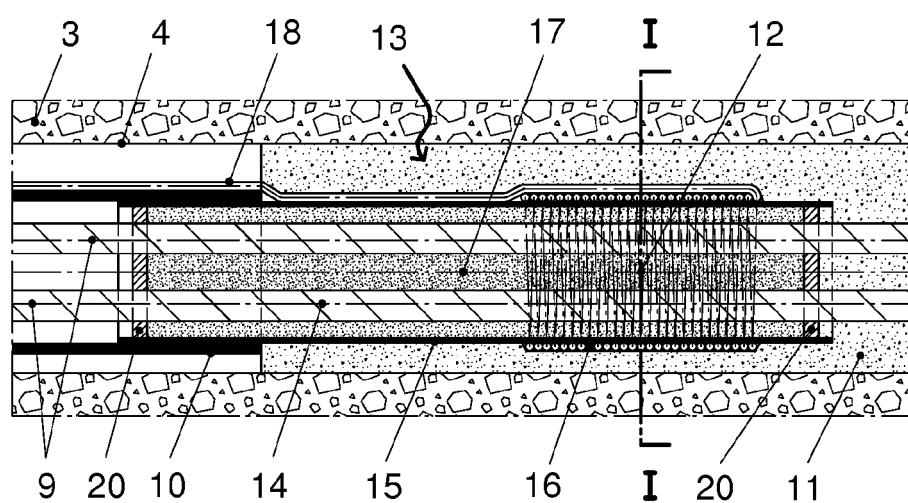


Fig. 3

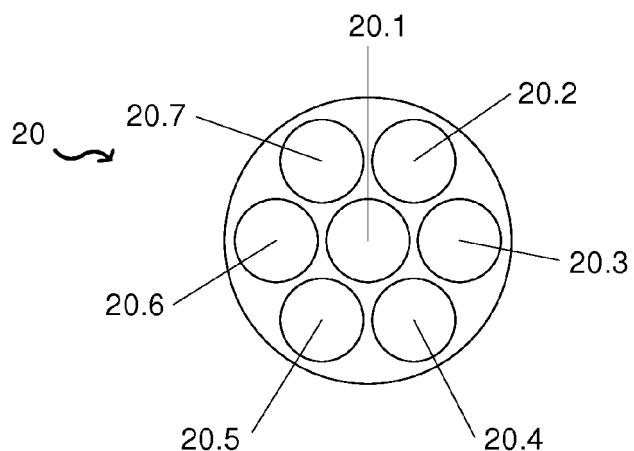


Fig. 4

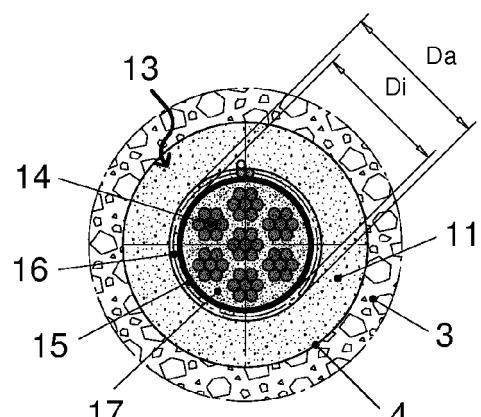
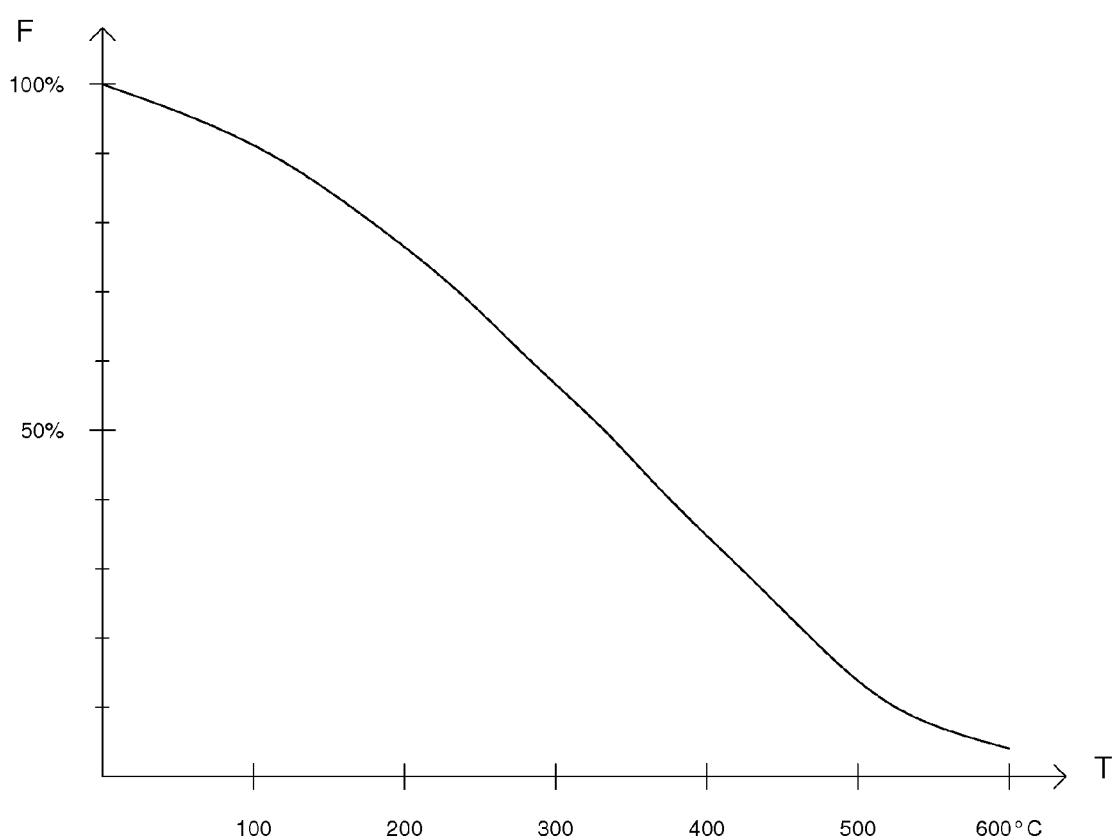


Fig. 5



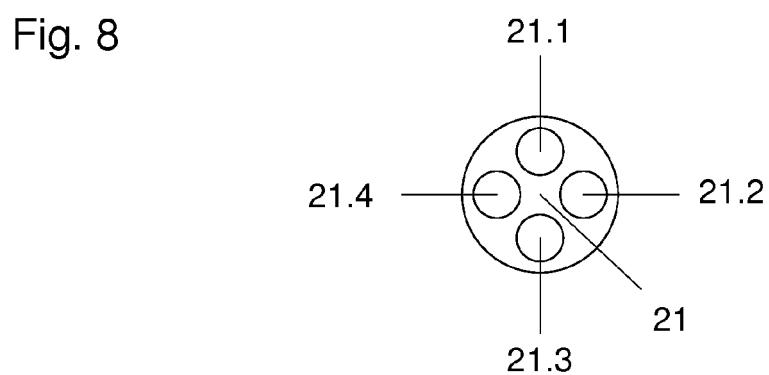
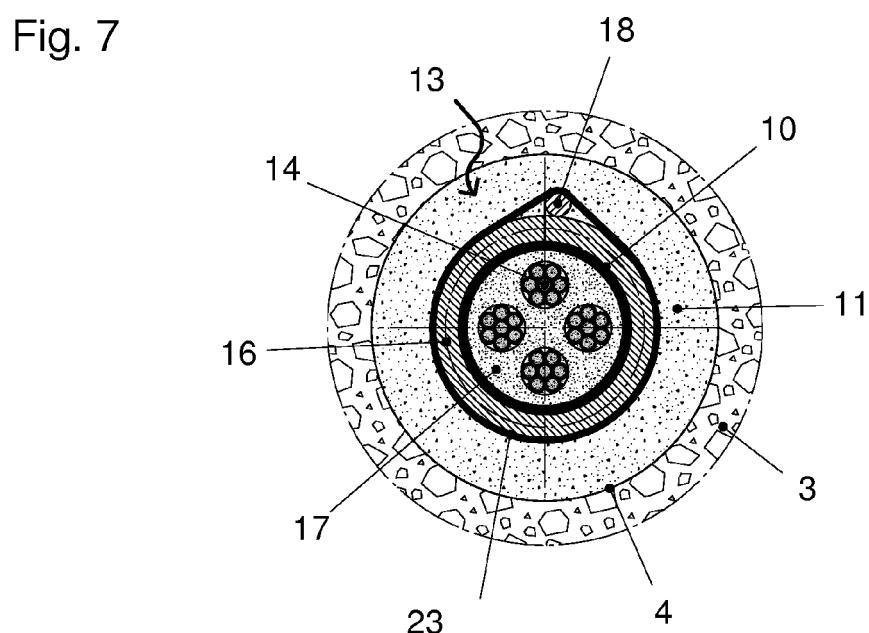
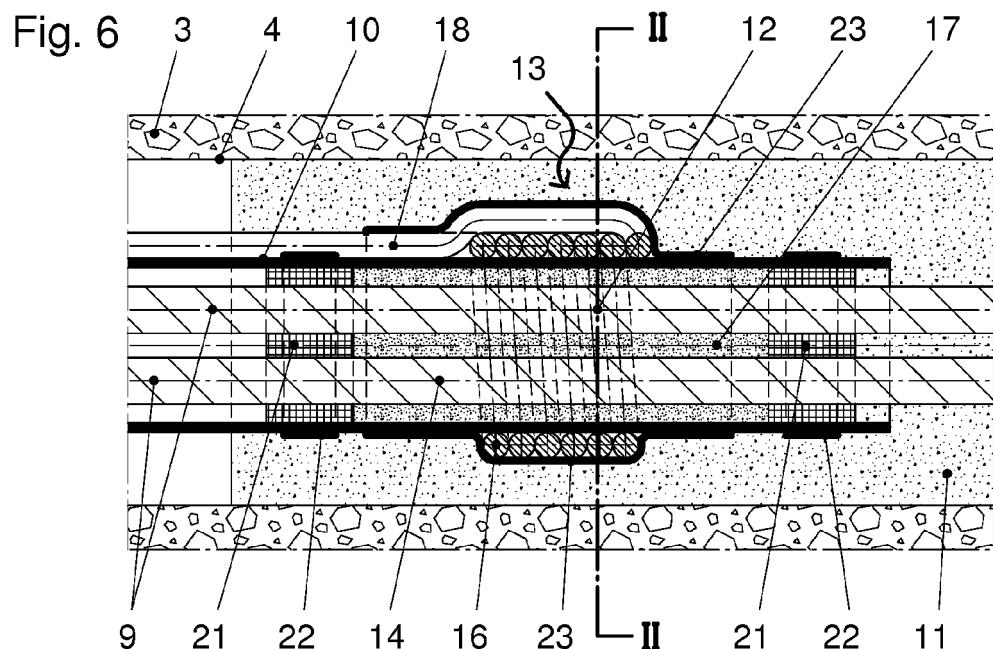


Fig. 9

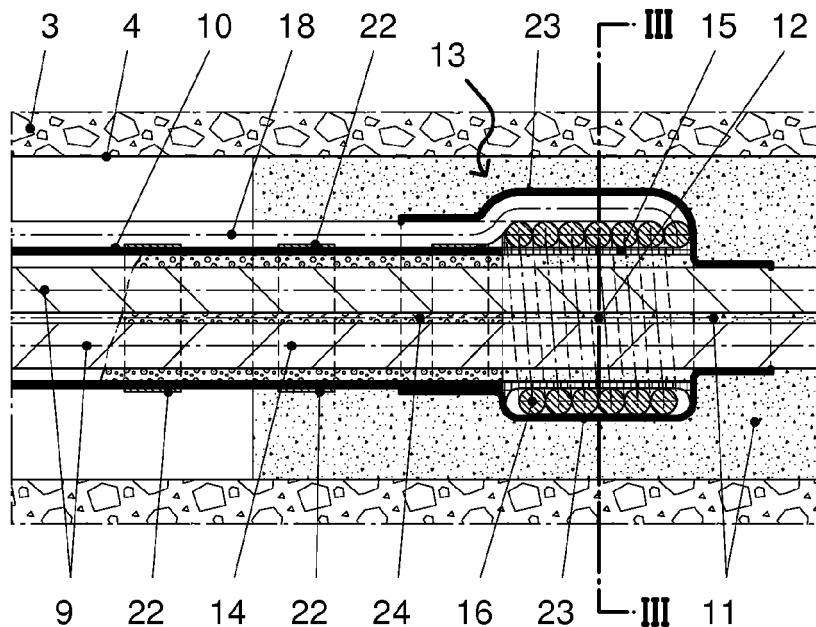
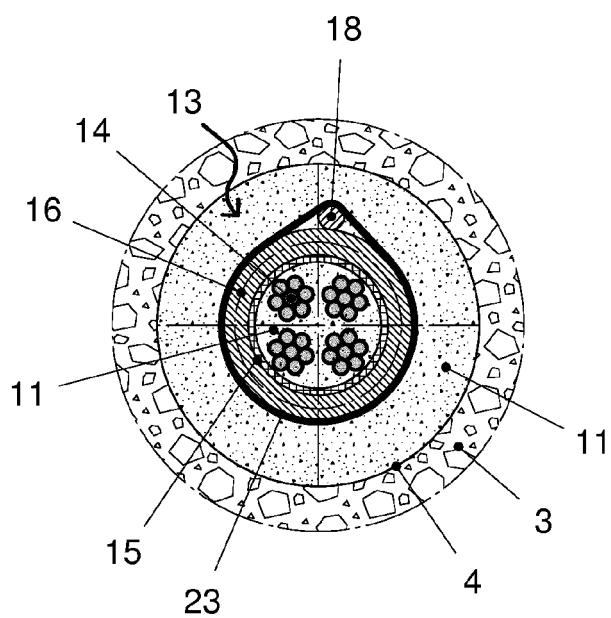


Fig. 10





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 19 2785

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	FR 2 274 740 A1 (FISCHER JOACHIM [DE]) 9. Januar 1976 (1976-01-09) * Seite 2, Zeile 46 * * Seite 3, Zeilen 21-33; Abbildung 6 * * Seite 1, Zeilen 6-7 *	1-15	INV. E02D5/76
Y	NL 1 015 346 C2 (VISSER & SMIT BOUW BV [NL]) 3. Dezember 2001 (2001-12-03) * Ansprüche 1-2; Abbildung 1 *	1-15	
Y,D	EP 0 583 725 A1 (DYCKERHOFF & WIDMANN AG [DE]) 23. Februar 1994 (1994-02-23) * Anspruch 1; Abbildungen 1-2 *	6-9,11	
Y	FR 2 381 135 A1 (SUGIMURA SHIGERU [JP]) 15. September 1978 (1978-09-15) * Seite 5, Zeilen 5-10; Abbildungen 4-5 *	14,15	
A,D	DE 195 00 091 C1 (DYCKERHOFF & WIDMANN AG [DE]) 4. April 1996 (1996-04-04) * Spalte 4, Zeilen 11-61 *	2,3,5	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
A,D	CH 603 919 A5 (LOSINGER AG) 31. August 1978 (1978-08-31) * Abbildung 2 *	11,14	E02D
A	JP 2007 262880 A (ATS & E CO LTD; PONTY NONAKA YUKIKO) 11. Oktober 2007 (2007-10-11) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	5,7,12	
A	JP 2008 088772 A (TOBISHIMA CONSTRUCT CO LTD) 17. April 2008 (2008-04-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,4,5,7 *	4,12-15	
E	CH 702 926 B1 (STAHLTON AG [CH]) 14. Oktober 2011 (2011-10-14) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 18. Dezember 2015	Prüfer Leroux, Corentine
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 19 2785

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-12-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
15	FR 2274740 A1	09-01-1976	KEINE		
20	NL 1015346 C2	03-12-2001	KEINE		
25	EP 0583725 A1	23-02-1994	AT 133734 T CA 2104146 A1 CH 681835 A5 DE 59301539 D1 EP 0583725 A1 JP 3163207 B2 JP H06158656 A NO 932906 A US 5389765 A	15-02-1996 18-02-1994 28-05-1993 14-03-1996 23-02-1994 08-05-2001 07-06-1994 18-02-1994 14-02-1995	
30	FR 2381135 A1	15-09-1978	AT 362305 B CH 642703 A5 DE 2806840 A1 FR 2381135 A1 IT 1103751 B JP S5611007 B2 JP S53101805 A	27-04-1981 30-04-1984 07-09-1978 15-09-1978 14-10-1985 11-03-1981 05-09-1978	
35	DE 19500091 C1	04-04-1996	AT 165638 T DE 19500091 C1 EP 0721030 A1 NO 960014 A US 5707181 A	15-05-1998 04-04-1996 10-07-1996 05-07-1996 13-01-1998	
40	CH 603919 A5	31-08-1978	KEINE		
45	JP 2007262880 A	11-10-2007	KEINE		
50	JP 2008088772 A	17-04-2008	JP 4910142 B2 JP 2008088772 A	04-04-2012 17-04-2008	
55	CH 702926 B1	14-10-2011	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19500091 C1 [0008]
- DE 3400350 A1 [0009]
- CH 603919 A5 [0010]
- EP 0583725 A1 [0012] [0015] [0050]