

(19)



(11)

EP 1 564 369 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.12.2007 Patentblatt 2007/50

(51) Int Cl.:
E21D 11/05 ^(2006.01) **E21D 11/08** ^(2006.01)
E21D 21/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04405086.2**

(22) Anmeldetag: **16.02.2004**

(54) **Verfahren und Einrichtung zum Stabilisieren eines beim Untertagebau ausgebrochenen Hohlraumes**

Method and device for stabilising an underground broken out cavity

Procédé et appareil pour stabiliser une cavité souterraine éclaté

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.08.2005 Patentblatt 2005/33

(73) Patentinhaber: **Kovari, Kalman, Prof. Dr.
8053 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Kovari, Kalman, Prof. Dr.
8053 Zürich (CH)**

(74) Vertreter: **Rutz & Partner
Postfach 4627
6304 Zug (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 089 403 WO-A-00/55567
DE-A- 4 133 267 DE-C- 19 716 514
US-A- 4 431 348**

EP 1 564 369 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zum Stabilisieren eines beim Untertagebau ausgebrochenen Hohlraumes gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. 8. Dieses Verfahren und diese Einrichtung findet bevorzugt Anwendung im schlechten, druckhaften Gebirge mit geringer Festigkeit.

[0002] Bei Untertagebauten (Tunnels, Stollen, Schächten, Kavernen und dgl.) ist es bekannt, den ausgebrochenen Hohlraum mittels eines Ausbaues, d.h. mittels Stützmitteln, wie z.B. Stahlbogen, Spritzbeton, Ankern, vorfabrizierten Betonelementen (Tübbingen), zu sichern. Im schlechten, druckhaften Gebirge mit geringer Festigkeit hat das Profil des ausgebrochenen Hohlraumes die Tendenz, sich zu verengen. Dadurch wirken auf den Ausbau Kräfte, die in den Stützmitteln Druckspannungen hervorrufen. Bekannte Stützmittel sind unter solchen Verhältnissen deshalb so ausgelegt, dass sie einer Ueberbelastung ausweichen können. Infolge dieses Ausweichens nimmt der Gebirgsdruck in der Regel ab.

[0003] In der EP-B-1 034 096 ist eine Tunnelauskleidung gezeigt und beschrieben, die wenigstens zwei als Stützteile dienende Auskleidungssegmente aufweist, die durch eine in Tunnellängsrichtung verlaufende Kontraktionsfuge voneinander getrennt sind. In diese Kontraktionsfuge sind Stauchrohre eingesetzt, von denen jedes zwischen einem äusseren und einem inneren Stützrohr angeordnet und stirnseitig zwischen zwei Druckübertragungsplatten eingespannt ist. Ueber diese Druckplatten wird der Druck von den Auskleidungssegmenten auf das jeweilige Stauchrohr übertragen. Bei einer bestimmten, den Ausbeulwiderstand des Stauchrohres übersteigenden Axialbelastung beult sich das Stauchrohr schrittweise aus und verkürzt sich. Die Auskleidungssegmente können sich unter Ueberwindung eines Widerstandes in Umfangsrichtung des Tunnels gegeneinander bewegen und gleichzeitig einen Ausbauwiderstand gegen das Gebirge ausüben.

[0004] Diese bekannte Tunnelauskleidung hat gewisse praktische Nachteile. Im Bereich der Stirnseiten der Stauchrohre tritt in den Auskleidungssegmenten eine örtliche Spannungskonzentration auf. Es müssen daher ausser dem Einbauen der Druckübertragungsplatten weitere Vorkehrungen getroffen werden, damit die Auskleidungssegmente wegen dieser Spannungskonzentration keinen Schaden nehmen. Das wirkt sich auch nachteilig auf die Kosten aus. Bei einer Auskleidung aus Spritzbeton muss bei deren Herstellung zudem die Kontraktionsfuge gegen das Eindringen von Spritzbeton geschützt werden. Weiter kann eine mögliche Schiefstellung der Stauchrohre infolge von Querbewegungen der Auskleidungssegmente relativ zueinander zu Problemen führen.

[0005] In der den nächstliegenden Stand der Technik bildenden EP-A-0 089 403 ist ein Auskleidung für beim Untertagebau ausgebrochene Hohlräume offenbart, die zwei als Stützteile dienende Betonsegmente aufweist,

zwischen denen ein Stauch- oder Nachgiebigkeitselement aus Betonmörtel angeordnet ist. Bei einer Druckbelastung gibt das Nachgiebigkeitselement nach und wird zusammengedrückt. Um die Nachgiebigkeit des Nachgiebigkeitselementes besser einstellen zu können, werden in den Betonmörtel Rohre eingebettet. Diese Einstellkraft wird unter anderem bestimmt durch die Anzahl der Rohre und deren gegenseitigen Abstand sowie durch den Rohrdurchmesser und die Wandstärke der Rohre. Durch Füllen der Rohre mit Füllstoffen, z.B. Betonmörtel, lässt sich die erwähnte Einstellkraft erhöhen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem bzw. bei der das Stauchelement auf einfachere und kostengünstigere Weise hergestellt werden kann und unter Zulassung von Verformungen dem auf die Stützmittel ausgeübten Druck einen gezielt einstellbaren Widerstand entgegen zu setzen vermag.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. mit einer Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 8 gelöst. Der mit dieser Einrichtung verwendbare Stauchkörper ist wie in den Ansprüchen 15 bis 19 definiert ausgebildet.

[0008] Die bei der Herstellung gezielt eingebrachten Hohlräume des Stauchkörpers, der in den, vom sich deformierenden Gebirge herrührenden Kraftfluss eingeschaltet ist, werden beim Ueberschreiten einer bestimmten Druckbelastung schrittweise verkleinert. Diese Verkleinerung der Hohlräume erfolgt bei einem Stauchkörper auf Metallbasis durch ein schrittweises Zusammendrücken derselben, bei einem Stauchkörper auf Zementbasis durch ein schrittweises Zusammenbrechen der Hohlräume. Diese Verkleinerung der Hohlräume in Verbindung mit der Verformung des Grundmaterials des Stauchkörpers erlaubt eine erhebliche Relativbewegung innerhalb der Stützmittel. Es erfolgt dabei keine oder im Verhältnis zur Stauchung nur eine geringe Querverformung des Stauchkörpers, was sich bei gewissen Anwendungen vorteilhaft auswirkt. Der Hohlraumanteil im Vergleich zum Gesamtvolumen des Stauchkörpers ist mitbestimmend für dessen maximale Zusammendrückbarkeit und den Stauchwiderstand.

[0009] Die Abmessungen und mechanischen Eigenschaften des Stauchkörpers lassen sich sehr einfach an die jeweiligen Anforderungen anpassen. So kann der Stauchkörper als ein in Richtung quer zu den einwirkenden Druckkräften langgestrecktes Gebilde ausgestaltet sein, so dass die Gefahr einer Spannungskonzentration in den Stützmitteln vermieden wird.

[0010] Bevorzugte Weiterausgestaltungen des erfindungsgemässen Verfahrens, der erfindungsgemässen Einrichtung und des erfindungsgemässen Stauchkörpers bilden Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Nachfolgend werden anhand der Figuren Ausführungsbeispiele

[0012] Der in den Fig. 1 und 2 bereichsweise darge-

stellte Tunnelausbau 1 besteht aus zwei als Stützmittel dienenden Tunnelausbauelementen 2 und 3. Mit dem Pfeil C ist die letzte Einbauetappe bezeichnet. Die Tunnelausbauelemente 2, 3, die aus Spritzbeton, Ortsbeton oder vorfabrizierten Betonelementen hergestellt sind, nehmen den Druck, der durch die Verformungen des den Tunnelhohlraum 4 umgebenden Gebirges 5 hervorgerufen wird, auf. Die Tunnelausbauelemente 2, 3 sind durch einen in Tunnellängsrichtung verlaufenden Zwischenraum 6 (Kontraktionsfuge) voneinander getrennt. In diesem Zwischenraum 6 sind längliche Stauchkörper 7 angeordnet, die den Zwischenraum 6 praktisch vollständig ausfüllen. Vorzugsweise haben die Stauchkörper 7 eine Länge, die der Länge einer Einbauetappe C entspricht.

[0013] Jeder Stauchkörper 7 besteht aus einem Material mit einem bestimmten Volumenanteil von Hohlräumen, die im ganzen Stauchkörper 7 verteilt sind. Die Hohlräume werden bei der Herstellung des Stauchkörpers 7 gezielt eingebracht. Der Stauchkörper 7 hat insbesondere eine Druckfestigkeit von mindestens 1 MPa und einen Hohlraumanteil von 10 bis 90% seines Gesamtvolumens. Vorzugsweise hat der Stauchkörper 7 jedoch eine Druckfestigkeit von mindestens 3 MPa und einen Hohlraumanteil von 20 bis 70%. Die Stauchkörper 7 sollen einer gewissen Druckbelastung standhalten können, sich aber bei Ueberschreiten einer bestimmten Druckbelastung vergleichsweise stark verformen. Diese Verformung geschieht zum grössten Teil dadurch, dass die Hohlräume schrittweise in sich zusammenbrechen oder schrittweise zusammengedrückt werden.

[0014] Die Hohlräume der Stauchkörper 7 können geschlossen oder offen und teilweise oder ganz miteinander verbunden sein.

[0015] Bei einer Ausführungsform enthalten die Stauchkörper 7 Zement, Blähglaspartikel, z.B. Blähglasgranulat, und Verstärkungselemente aus Stahl, Kunststoff oder Glas. Dabei können Verstärkungselemente in der Form von Fasern, Gittern, Netzen, Stäben oder Platten mit oder ohne Öffnungen Anwendung finden. Die Blähglaspartikel legen in der Grundmasse (Matrix) die Hohlräume fest. Für den erfindungsgemässen Einsatz besonders geeignete Stauchkörper 7 werden aus einem Gemisch mit den folgenden Komponenten je m³ hergestellt:

Zement: 1000 - 1300 kg

Wasser: 390 - 410 kg

Glasschaum: 140 - 180 kg

Verflüssiger: 10 l

Stahlfasern: 90 - 120 kg

[0016] Als Bestandteile dieser Mischung eignen sich die folgenden Produkte:

Zement: Portlandsilicatstaubzement "Fortico 5R"; Lieferant: Holcim (Schweiz) AG, Zürich.

Glasschaum: "Liaver" mit einer Körnung von 2 - 4 mm und einer Korndichte von ca. 0.3 g/cm³; Lieferant: Liaver Ilmenau, Deutschland.

Verflüssiger: "Glenium AC20"; Lieferant: Degussa Construction Chemicals AG, Zürich.

Stahlfasern: "DRAMIX RC - 65/35 - BN steel fibre"; Lieferant: Dramix, Belgien.

[0017] Zur Bildung der Hohlräume können anstelle von Blähglaspartikeln auch Partikel aus einem andern geeigneten Material, z.B. Kunststoff oder Stahlschaum, verwendet werden. Möglich ist auch die Kombination einzelner oder mehrerer dieser Materialien. So ist es möglich, beispielsweise Styroporkörner einzusetzen. Während die Blähglaspartikel einem Zusammendrücken des Stauchkörpers 7 einen gewissen Widerstand entgegensetzen, ist das bei Styroporkörnern kaum der Fall.

[0018] Ferner kann als Grundstoff, anstelle von Zement, auch ein Kunststoff, beispielsweise ein Kunstharz, verwendet werden.

[0019] Anhand der Fig. 3 bis 5 wird nachfolgend die Wirkungsweise des in den Fig. 1 und 2 gezeigten Tunnelausbaus 1 erläutert.

[0020] In den Fig. 3 und 4 ist ein Bereich des Tunnelausbaus mit dem Stauchkörper 7 in unbelastetem bzw. belastetem Zustand gezeigt, wobei die auf den Stauchkörper 7 wirkende Druckkraft mit N, dessen Querschnittsfläche mit F und die Höhe des Stauchkörpers 7 in unbelastetem Zustand mit d und in belastetem Zustand mit d' bezeichnet ist. In Fig. 5 ist auf der horizontalen Achse die Stauchung ϵ des Stauchkörpers 7 ($\epsilon = (d-d')/d$) und auf der vertikalen Achse die Druckspannung σ im Stauchkörper 7 ($\sigma = N/F$) aufgetragen.

[0021] Verformungen im Gebirge 5 rufen eine Verengung des Profils des Tunnelhohlraumes 4 hervor, wodurch die Tunnelausbauelemente 2, 3 Druckkräften ausgesetzt werden und sich relativ zueinander zu verschieben beginnen. Dabei werden in den Stauchkörpern 7 Druckspannungen erzeugt, die ein Zusammendrücken der Stauchkörper 7 zur Folge haben. Zu Beginn der Belastung der Stauchkörper 7 verläuft deren Stauchung ϵ mit zunehmender Druckspannung σ im wesentlich linear (Bereich I in Fig. 5). Bei Erreichen einer bestimmten Druckspannung σ beginnt eine Rissbildung in den Stauchkörpern 7 und ein schrittweises Zusammenbrechen bzw. eine plastische Verformung der Hohlräume der Stauchkörper 7 (Bereich II in Fig. 5). Die Tunnelausbauelemente 2, 3 geben der wachsenden Belastung nach und verschieben sich unter Verkleinerung des Zwischenraumes 6 aufeinander zu. Die Stauchelemente 7 werden dabei immer stärker zusammengedrückt. Wie die Fig. 5 zeigt, bleibt dabei die Druckspannung im Bereich II auf einem durchschnittlich hohen Niveau. An-

schliessend folgt eine Phase der zunehmenden Verfestigung infolge einer besseren Druckübertragung bei abnehmendem Hohlraumvolumen (Bereich III in Fig. 5).

[0022] Beim in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Stauchkörper 7 zwischen den Tunnelausbauelementen 2, 3 angeordnet, ohne dass sie noch zusätzlich mit den Ausbauelementen 2, 3 verbunden sind. Die mit dem jeweils angrenzenden Tunnelausbauelement 2, 3 in Berührung stehenden, druckbelasteten Flächen 7a, 7b der Stauchelemente 7 verlaufen dabei parallel zueinander. Um zu vermeiden, dass bei einer Druckbelastung die Stauchelemente 7 aus dem Zwischenraum 6 herausgedrückt werden, können diese Flächen 7a, 7b auch schräg zueinander, d.h. miteinander einen Winkel bildend, angeordnet werden. Die Stauchelemente 7 haben dann eine Keilform. Die Stauchelemente 7 werden so in den Zwischenraum 6 eingebaut, dass die Flächen 7a, 7b in Richtung zum Gebirge 5 hin divergieren.

[0023] In den Fig. 6 bis 8 sind nun verschiedene Möglichkeiten zum zusätzlichen Verbinden der Stauchkörper 7 mit dem jeweils angrenzenden Ausbauelement 2 bzw. 3 gezeigt.

[0024] Fig. 6 zeigt eine Nut-Feder-Verbindung, bei der der Stauchkörper 7 mit vorspringenden Leisten 8 versehen ist, die in Ausnehmungen 9 im Ausbauelement 2 bzw. 3 eingreifen. Es ist auch möglich, die Ausnehmungen am Stauchkörper 7 und die Leisten an den Tunnelausbauelementen 2, 3 vorzusehen.

[0025] Bei der in der Fig. 7 gezeigten Ausführungsform erfolgt die Verbindung zwischen Stauchkörper 7 und Ausbauelement 2, 3 mittels Bolzen 10, die in Längsrichtung des Zwischenraumes 6, d.h. in Tunnellängsrichtung, versetzt angeordnet sind.

[0026] Bei der Variante gemäss Fig. 8 stellen ebenfalls in Tunnellängsrichtung verteilte Kopfbolzen 11 die Verbindung zwischen Stauchkörper 7 und Tunnelausbauelementen 2, 3 her.

[0027] Bei der in den Fig. 9 und 10 gezeigten zweiten Ausführungsform eines Tunnelausbaus 1 werden als Stützmittel an Stelle der Tunnelausbauelemente 2, 3 Stahlträger 12 und 13 verwendet, die in Tunnellängsrichtung jeweils in gewissen Abständen eingebaut werden (siehe Fig. 9). Zusammenwirkende Stahlträger 12, 13 sind gleich wie beim Ausführungsbeispiel gemäss den Fig. 1 und 2 durch einen Zwischenraum 6 voneinander getrennt, in den jeweils ein Stauchkörper 7 eingesetzt ist. Diese Stauchkörper 7 entsprechen im Aufbau und der Wirkungsweise den anhand der Fig. 1 bis 5 beschriebenen Stauchkörpern 7 und sind lediglich in ihrer Form den etwas andern Grössenverhältnissen angepasst.

[0028] Die Fig. 11 zeigt eine Möglichkeit zum Verbinden des Stauchkörpers 7 mit den angrenzenden Stahlträgern 12, 13. Diese Verbindung wird durch in Tunnellängsrichtung versetzt angeordnete Kopfbolzen 14 sichergestellt.

[0029] Anhand der Fig. 12 wird nun eine dritte Ausführungsform eines Tunnelausbaus 1 beschrieben, bei der

im Gebirge 5 fixierte Anker 15 verwendet werden. In der Fig. 12 ist nur einer dieser Anker 15 dargestellt. Der Anker 15 ist mit seinem Ankerstab 16 im Gebirge 5 fest verankert, z.B. mechanisch oder mittels Vermörtelung. In den in den Tunnelhohlraum 4 hineinragenden Ankerkopf 17, der mit dem Ankerstab 16 fest verbunden ist, ist ein Stauchkörper 7 eingebaut, der dem im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 5 beschriebenen Stauchkörper entspricht. Der Stauchkörper 7 ist zwischen zwei Stahlscheiben 18 und 19 angeordnet.

[0030] Bei einer Bewegung des den Tunnelhohlraum 4 begrenzenden Wandbereiches 20 relativ zum tief in das Gebirge 5 hineinragenden Ankerstab 16 wird der Stauchkörper 7 durch die auf ihn wirkenden Druckkräfte verformt, d. h. zusammen gedrückt. Dabei wird wie anhand der Fig. 3 bis 5 erläutert eine gewisse Relativbewegung zwischen dem Ankerstab 16 und dem Wandbereich 20 ermöglicht, ohne dass der Anker 15 einer zu grossen, ihn zerstörenden mechanischen Belastung ausgesetzt wird.

[0031] Es kann erwünscht sein, dass das schrittweise Zusammenbrechen bzw. Zusammendrücken der Hohlräume im Innern der Stauchkörper 7 bei Belastung auf eine ganz bestimmte, gesteuerte Weise erfolgt. Ein derartiges gesteuertes Verhalten der Stauchkörper 7 unter Druckbelastung kann dadurch erreicht werden, dass in den Stauchkörpern 7 durch eine entsprechende Formgebung der Stauchkörper 7 oder durch geeignete Massnahmen bei deren Herstellung, z.B. durch Vorsehen von Schwächungsstellen, ein inhomogener Spannungszustand erzeugt wird.

[0032] Die Stauchkörper 7 können auch mit mindestens einem platten- oder gitterförmigen Bewehrungselement versehen sein, das quer und vorzugsweise rechtwinklig zur Belastungsrichtung (Wirkrichtung der Druckkraft N in den Fig. 3 und 4) verläuft. Dieses Bewehrungselement, das eine hohe mechanische Festigkeit aufweist, kann in das Grundmaterial des Stauchkörpers 7 eingebettet sein. Vorzugsweise ist jedoch der Stauchkörper 7 als ein mehrschichtiger Verbundkörper ausgebildet, bei dem jeweils eine Schicht aus einem Teilkörper, der aus einem die Hohlräume enthaltenden Material besteht, mit einem platten- oder gitterartigen Bewehrungselement abwechselt. Mittels der Bewehrungselemente kann das Stauchverhalten des Stauchkörpers 7 bei Druckbelastung günstig beeinflusst werden.

[0033] Es versteht sich, dass die vorstehend beschriebenen Stützmittel bzw. Ausbauten 1 nicht nur im Tunnelbau, sondern ganz generell im Untertagebau eingesetzt werden können.

Bezugszeichenliste

[0034]

1	Tunnelausbau
2, 3	Tunnelausbauelemente
4	Tunnelhohlraum

- 5 Gebirge
- 6 Zwischenraum
- 7 Stauchkörper; 7a, 7b druckbelastete Fläche
- 8 Leiste
- 9 Ausnehmung
- 10 Bolzen
- 11 Kopfbolzen
- 12, 13 Stahlträger
- 14 Kopfbolzen
- 15 Anker
- 16 Ankerstab
- 17 Ankerkopf
- 18, 19 Stahlscheibe
- 20 Wandbereich

Patentansprüche

1. Verfahren zum Stabilisieren eines beim Untertagebau ausgebrochenen Hohlraumes (4), bei dem der Hohlraum (4) mittels Stützmitteln (2, 3; 12, 13; 15) gesichert wird und der vom Gebirge (5) auf die Stützmittel (2, 3; 12, 13; 15) ausgeübte Druck über wenigstens ein, beim Ueberschreiten einer bestimmten Druckbelastung sich verformendes Stauchelement (7) geleitet wird, das aus einem, einen bestimmten Volumenanteil von Hohlräumen enthaltenden Material besteht, wobei als Stauchelement ein Stauchkörper (7) verwendet wird, der ein Bindemittel, vorzugsweise Zement oder Kunststoff, enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stauchkörper (7) weiter die Hohlräume bildende Partikel, vorzugsweise Blähglas- oder Kunststoffpartikel, und Verstärkungselemente aus Stahl, Kunststoff oder Glas enthält.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stauchkörper (7) mit einer Druckfestigkeit von mindestens 1 MPa und einem Hohlraumanteil von 10 bis 90% seines Gesamtvolumens verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stauchkörper (7) mit einer Druckfestigkeit von mindestens 3 MPa und einem Hohlraumanteil von 20 bis 70% seines Gesamtvolumens verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Verstärkungselemente Stahlfasern verwendet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein vorzugsweise als mehrschichtiger Verbundkörper ausgebildeter Stauchkörper (7) mit mindestens einem eingebauten platten- oder gitterartigen Bewehrungselement verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Hohlraum (4) mittels wenigstens zweier, sich unter dem vom Gebirge (5) ausgeübten Druck relativ zueinander verschiebbarer Stützteile (2, 3; 12, 13) gesichert wird, die durch wenigstens einen in Längsrichtung des Hohlraumes (4) verlaufenden Zwischenraum (6) voneinander getrennt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** in diesen Zwischenraum (6) zumindest ein Stauchkörper (7) eingesetzt wird, der bei einer Relativbewegung der Stützteile (2, 3; 12, 13) zusammengedrückt oder gestaucht wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Hohlraum (4) mittels wenigstens eines im Gebirge (5) fixierten Ankers (15) gesichert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Kopf (17) des Ankers (15) zumindest ein Stauchkörper (7) eingesetzt wird, der bei einer Bewegung des Wandbereiches (20) des Hohlraumes (4) relativ zum Stab (16) des Ankers (15) zusammengedrückt oder gestaucht wird.
8. Einrichtung zum Stabilisieren eines beim Untertagebau ausgebrochenen Hohlraumes (4), mit Stützmitteln (2, 3; 12, 13; 15) zum Sichern des Hohlraumes (4) und wenigstens einem, bei Ueberschreiten einer bestimmten Druckbelastung durch den vom Gebirge (5) auf die Stützmittel (2, 3; 12, 13; 15) ausgeübten Druckbelastung sich verformenden Stauchelement (7), das aus einem, einen bestimmten Volumenanteil von Hohlräumen enthaltenden Material besteht, wobei das wenigstens eine Stauchelement ein Stauchkörper (7) ist, der ein Bindemittel, vorzugsweise Zement oder Kunststoff, enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stauchkörper (7) weiter die Hohlräume bildende Partikel, vorzugsweise Blähglas- oder Kunststoffpartikel, und Verstärkungselemente aus Stahl, Kunststoff oder Glas enthält.
9. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stauchkörper (7) eine Druckfestigkeit von mindestens 1 MPa und einen Hohlraumanteil von 10 bis 90% seines Gesamtvolumens hat.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stauchkörper (7) eine Druckfestigkeit von mindestens 3 MPa und einen Hohlraumanteil von 20 bis 70% seines Gesamtvolumens aufweist.
11. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Verstärkungselemente Stahlfasern verwendet werden.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorzugsweise als mehrschichtiger Verbundkörper ausgebildete

Stauchkörper (7) mit mindestens einem eingebauten platten- oder gitterartigen Bewehrungselement versehen ist.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, mit wenigstens zwei, den Hohlraum (4) zu sichern bestimmten, sich unter dem vom Gebirge (5) ausgeübten Druck relativ zueinander verschiebbaren Stützteilen (2, 3; 12, 13), die durch wenigstens einen in Längsrichtung des zu sichernden Hohlraumes (4) verlaufenden Zwischenraum (6) voneinander getrennt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** in diesen Zwischenraum (6) zumindest ein Stauchkörper (7) eingesetzt ist, der bei einer Relativbewegung der Stützteile (2, 3; 12, 13) zusammengedrückt oder gestaucht wird. 5

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, mit wenigstens einem, den Hohlraum (4) zu sichern bestimmten, im Gebirge (5) fixierbaren Anker (15), **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Kopf (17) des Ankers (15) zumindest ein Stauchkörper (7) eingesetzt ist, der bei einer Bewegung des Wandbereiches (20) des Hohlraumes (4) relativ zum Stab (16) des Ankers (15) zusammengedrückt oder gestaucht wird. 10

15. Stauchkörper (7) für eine Einrichtung gemäß den Ansprüchen 8 bis 14, der aus einem, einen bestimmten Volumenanteil von Hohlräumen enthaltenden Material besteht und ein Bindemittel, vorzugsweise Zement oder Kunststoff, enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** er weiter die Hohlräume bildende Partikel, vorzugsweise Blähglas- oder Kunststoffpartikel, und Verstärkungselemente aus Stahl, Kunststoff oder Glas enthält. 15

16. Stauchkörper nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Druckfestigkeit von mindestens 1 MPa und einen Hohlraumanteil von 10 bis 90% seines Gesamtvolumens aufweist. 20

17. Stauchkörper (7) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Druckfestigkeit von mindestens 3 MPa und einen Hohlraumanteil von 20 bis 70% seines Gesamtvolumens aufweist. 25

18. Stauchkörper (7) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Verstärkungselemente Stahlfasern verwendet sind. 30

19. Stauchkörper (7) nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mit mindestens einem eingebauten platten- oder gitterartigen Bewehrungselement versehen ist und vorzugsweise als mehrschichtiger Verbundkörper ausgebildet ist. 35

Claims

1. Method for stabilizing a cavity (4) excavated in underground construction, in which the cavity (4) is secured by supporting means (2, 3; 12, 13; 15), and the pressure exerted by the rock (5) on the supporting means (2, 3; 12, 13; 15) is directed through at least one compression element (7), which deforms when a predetermined compressive load is exceeded, and which is composed of a material containing a predetermined volume fraction of voids, whereas a compression body (7) is employed as the compression element, which compression body (7) contains a binding means, preferably cement or plastic, **characterized in that** the compression body (7) further comprises the particles forming the voids, preferably blown-glass particles or plastic particles, and reinforcement elements of steel, plastic or glass. 40

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a compression body (7) is employed having a compressive strength of at least 1 MPa, and a void fraction of between 10% and 90% of the total volume. 45

3. Method according to Claim 2, **characterized in that** a compression body (7) is employed having a compressive strength of at least 3 MPa, and a void fraction of between 20% and 70% of the total volume. 50

4. Method according to Claim 1, **characterized in that** steel fibers are employed as reinforcement elements. 55

5. Method according to one of Claims 1 through 4, **characterized in that** a compression body (7) designed preferably as a multilayer composite body is employed having at least one installed plate-like or lattice-like reinforcement element.

6. Method according to one of Claims 1 through 5, wherein the cavity (4) is secured by means of at least two supporting components (2, 3; 12, 13) which are displaceable relative to each other under the pressure exerted by the rock (5), which supporting components are separated by at least one space (6) in the longitudinal direction of the cavity (4), **characterized in that** at least one compression body (7) is inserted into this space (6), which compression body (7) is compressed or squeezed together in response to a relative motion of the supporting components (2, 3; 12, 13).

7. Method according to one of Claims 1 through 5, wherein the cavity (4) is secured by at least one anchor (15) fixed within the rock (5), **characterized in that** at least one compression body (7) is inserted in the head (17) of the anchor (15), which compression body (7) is compressed or squeezed together

relative to the rod (16) of the anchor (15) in response to a movement of the wall region (20) of the cavity (4).

8. Device for stabilizing a cavity (4) excavated in underground construction, comprising supporting means (2, 3; 12, 13; 15) to secure the cavity (4), and at least one compression element (7) which deforms in response to the compressive load exerted by the rock (5) on the supporting means (2, 3; 12, 13; 15) when a predetermined compressive load is exceeded, which compression element (7) is composed of a material containing a predetermined volume fraction of voids, whereas the at least one compression element is a compression body (7) that contains a binding means, preferably, cement or plastic; **characterized in that** the compression body (7) further comprises the particles forming the voids, preferably, blown-glass particles or plastic particles; and reinforcement elements of steel, plastic or glass.
9. Device according to Claim 8, **characterized in that** the compression body (7) has a compressive strength of at least 1 MPa, and void fraction of between 10% and 90% of its total volume.
10. Device according to Claim 9, **characterized in that** the compression body (7) has compressive strength of at least 3 MPa, and a void fraction of between 20% and 70% of its total volume.
11. Device according to Claim 8, **characterized in that** steel fibers are employed as reinforcement elements.
12. Device according to one of Claims 8 through 11, **characterized in that** the compression body (7), preferably designed as a multilayer composite body, is provided with at least one installed plate-like or lattice-like reinforcement element.
13. Device according to one of Claims 8 through 12, comprising at least two supporting components (2, 3; 12, 13) which are displaceable relative to each other under the pressure exerted by the rock (5) and intended to secure the cavity (4), which supporting components are separated by at least one space (6) running in the longitudinal direction of the cavity (4) to be secured, **characterized in that** at least one compression body (7) is inserted into this space (6), which compression body is compressed or squeezed together in response to a relative motion of the supporting components (2, 3; 12, 13; 15).
14. Device according to one of Claims 8 through 12, comprising at least one anchor (15) which is fixable within the rock (5) and intended to secure the cavity (4), **characterized in that** at least one compression body (7) is inserted in the head (17) of the anchor

(15), which compression body is compressed or squeezed together in response to a movement of the wall region (20) of the cavity (4) relative to the rod of the anchor (15).

15. Compression body (7) for a device according to Claims 8 through 14, which is composed of a material containing a predetermined volume fraction of voids, whereas the compression body (7) contains a binding means, preferably, cement or plastic; **characterized in that** the compression body (7) further comprises the particles forming the voids, preferably, blown-glass particles or plastic particles; and reinforcement elements of steel, plastic or glass.
16. Compression body according to Claim 15, **characterized in that** the body has a compressive strength of at least 1 MPa, and a void fraction of between 10% and 90% of its total volume.
17. Compression body according to Claim 16, **characterized in that** the body has a compressive strength of at least 3 MPa, and a void fraction of between 20% and 70% of its total volume.
18. Compression body (7) according to Claim 15, **characterized in that** steel fibers are employed as reinforcement elements.
19. Compression body (7) according to one of Claims 15 through 18, **characterized in that** the compression body is provided with at least one installed plate-like or lattice-like reinforcement element, and is preferably designed as a multilayer composite body.

Revendications

1. Procédé pour la stabilisation d'une cavité souterraine élatée (4), où la cavité (4) est fixée par des moyens de support (2, 3; 12, 13; 15) et la pression exercée par le massif montagneux (5) sur les moyens de support (2, 3; 13; 15) est transmise par au moins un élément de refoulement (7) se déformant lors du dépassement d'une certaine sollicitation en pression, élément qui se compose d'un matériau contenant une certaine proportion en volume de cavités, un corps de refoulement (7) est utilisé en tant qu'élément de refoulement qui contient un liant de préférence du ciment ou de la matière plastique, **caractérisé en ce que** le corps de refoulement (7) contient en outre des particules formant les cavités, de préférence des particules de matière plastique ou de verre expansé et des éléments de renfort en acier, matière plastique ou verre.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** corps de refoulement (7) avec une résis-

tance de pression d'au moins 1 MPa et une portion en cavités de 10 à 90 % de l'ensemble du volume est utilisé.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'un** corps de refoulement (7) avec une résistance de pression d'au moins 3 MPa et une proportion en cavité de 20 à 70 % de l'ensemble de son volume est utilisé. 5
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des fibres d'acier sont utilisées en tant qu'élément de renforcement. 10
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'un** élément de refoulement (7) réalisé de préférence comme un corps composite multicouche est utilisé avec au moins un élément d'armature incorporé en forme de plaque ou de grille. 15
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, où la cavité (4) est fixée au moyen d'au moins deux pièces de support (2, 3; 12, 13) coulissantes l'une par rapport à l'autre sous la pression exercée par le massif montagneux (5), lesquelles sont séparées les unes des autres par au moins un espace intercalé (6) s'étendant dans le sens longitudinal de la cavité (4), **caractérisé en ce que** dans cet espace intercalé (6), au moins un corps de refoulement (7) est inséré lequel est compressé ou refoulé lors d'un mouvement relatif des pièces de support (2, 3; 12, 13). 20
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, où la cavité (4) est fixée au moyen d'un ancrage (15) fixé dans le massif montagneux (5), **caractérisé en ce que** dans la tête (17) de l'ancrage (15) est introduit au moins un corps de refoulement (7) qui est compressé ou refoulé lors d'un déplacement de la zone de paroi (20) de la cavité par rapport au barreau (16) de l'ancrage (15). 25
8. Dispositif pour la stabilisation d'une cavité souterraine éclatée (4) avec des moyens de support (2, 3; 12, 13; 15) pour la fixation de la cavité (4) et au moins un élément de refoulement (7) se déformant lors du dépassement d'une certaine sollicitation de la charge pression exercée par le massif montagneux (5) sur les moyens de support (2, 3; 12, 13; 15), qui se compose d'un matériau contenant une certaine proportion en volume de matériau contenant des cavités, au moins un élément de refoulement est un corps de refoulement (7) qui contient un liant de préférence du ciment ou de la matière plastique **caractérisé en ce que** le corps de refoulement (7) contient en outre des particules formant les cavités, de préférence des particules en matière plastique ou en verre expansé et des éléments de renfort en acier, matière plastique ou verre. 30

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le corps de refoulement (7) présente une résistance à la pression d'au moins 1 MPa et une teneur en cavité de 10 à 90 % de son volume total. 35
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le corps de refoulement (7) présente une résistance à la pression d'au moins 3 MPa et une proportion de cavités de 20 à 70 % de son volume total. 40
11. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** qu'en tant qu'élément de renfort, on utilise des fibres d'acier. 45
12. Dispositifs selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le corps de refoulement (7) réalisé de préférence comme un corps composite multicouches est muni d'au moins un élément d'armature intégré en forme de plaque ou de grille. 50
13. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, avec au moins deux pièces de support (2, 3; 12, 13), destinées à sécuriser la cavité (4), coulissantes l'une par rapport à l'autre sous la pression exercée par le massif montagneux (5), pièces qui sont séparées l'une de l'autre par au moins un espace intercalé (6) s'étendant dans le sens longitudinal de la cavité à sécuriser (4), **caractérisé en ce que** dans l'espace intercalé (6) est inséré au moins un corps de refoulement (7) qui est refoulé ou compressé lors d'un mouvement relatif des pièces de support (2, 3; 12, 13). 55
14. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, avec au moins un ancrage (15) fixable dans le massif montagneux (5) destiné à sécuriser la cavité (4) **caractérisé en ce que** dans la tête (17) de l'ancrage (15), est inséré au moins un corps de refoulement (7) qui est compressé ou refoulé lors d'un mouvement de la zone de paroi (20) de la cavité (4) par rapport à la barre (16) de l'ancrage (15). 60
15. Corps de refoulement (7) pour un dispositif selon les revendications 8 à 14, qui se compose d'un matériau contenant une certaine proportion volumique de cavités et contient un liant de préférence du ciment ou une matière plastique **caractérisé en ce qu'il** contient en outre des particules formant les cavités, de préférence des particules de matière plastique ou de verre expansé et des éléments de renfort en acier, matière plastique ou verre. 65
16. Corps de refoulement selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** qu'il présente une résistance de pression d'au moins 1 MPa et une proportion de cavités de 10 à 90 % de l'ensemble de son volume. 70

17. Corps de refoulement (7) selon la revendication 16, **caractérisé en ce qu'il** présente une résistance de pression d'au moins 3 MPa et une proportion de cavité de 20 à 70 % de l'ensemble de son volume. 5
18. Corps de refoulement (7) selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** des fibres d'acier sont utilisées en tant qu'élément de renfort. 10
19. Corps de refoulement (7) selon l'une des revendications 15 à 18, **caractérisé en ce qu'il** est muni d'au moins un élément d'armature incorporé en forme de plaque ou de grille et qu'il est réalisé de préférence comme un corps composite multicouche. 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG. 2

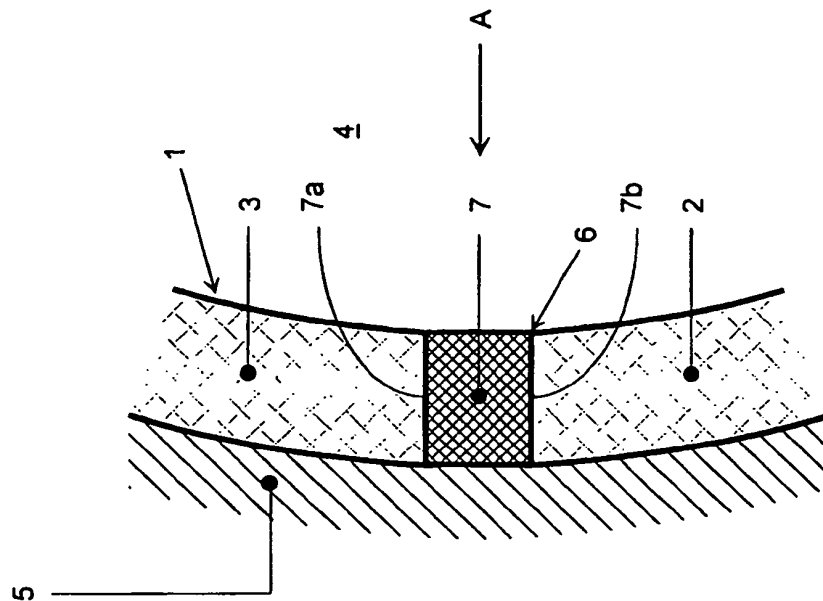


FIG. 1

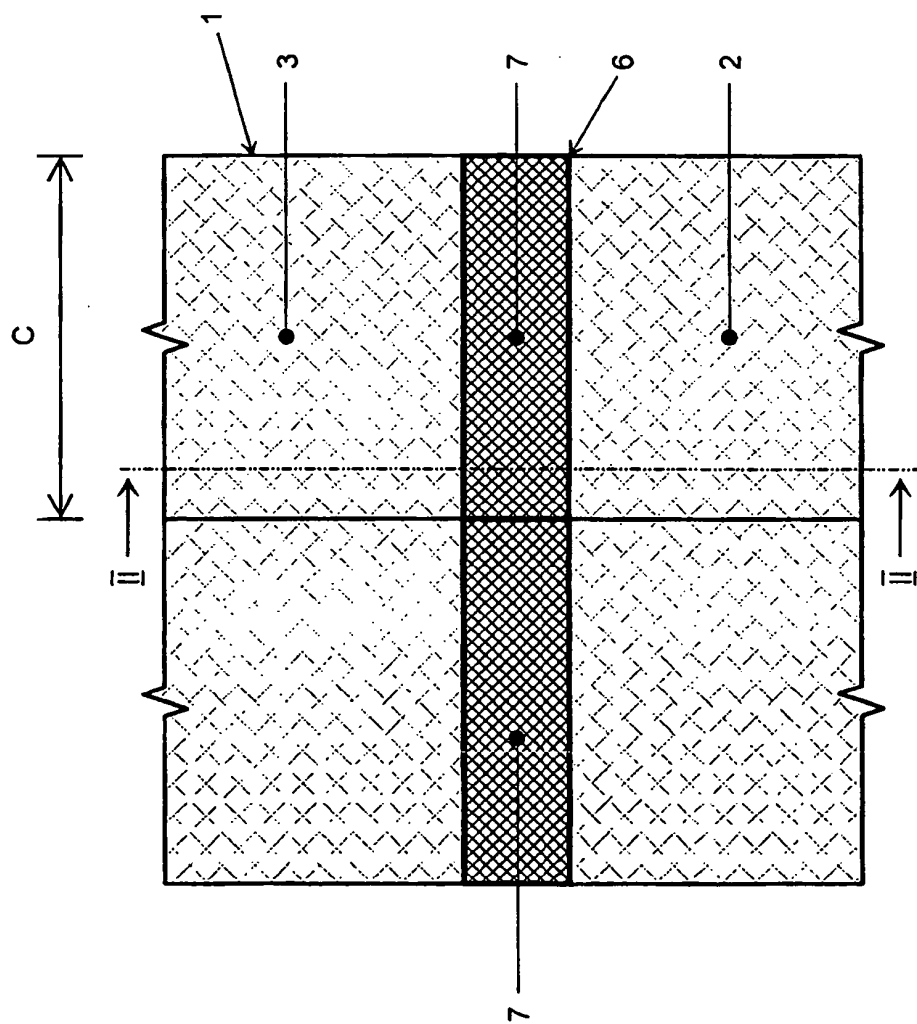


FIG. 3

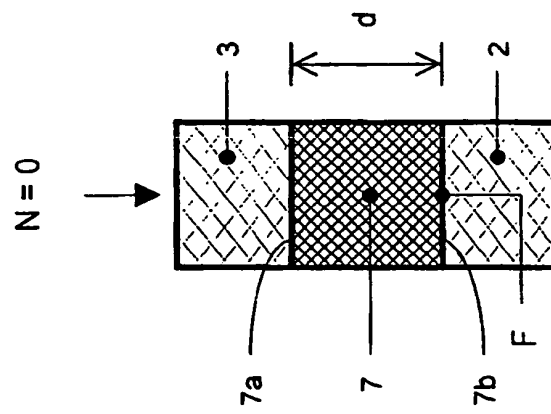


FIG. 4

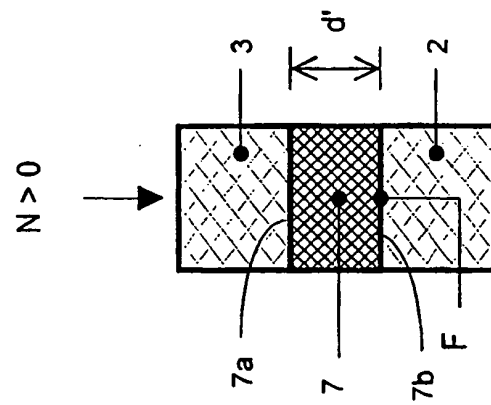


FIG. 5

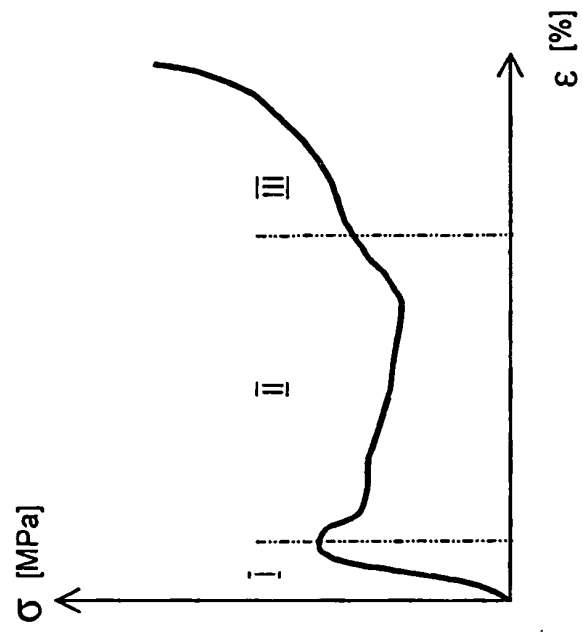


FIG. 8

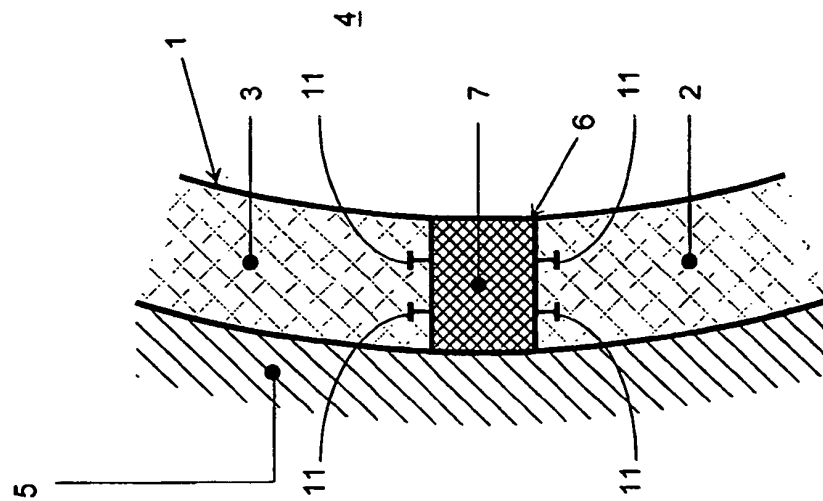


FIG. 7

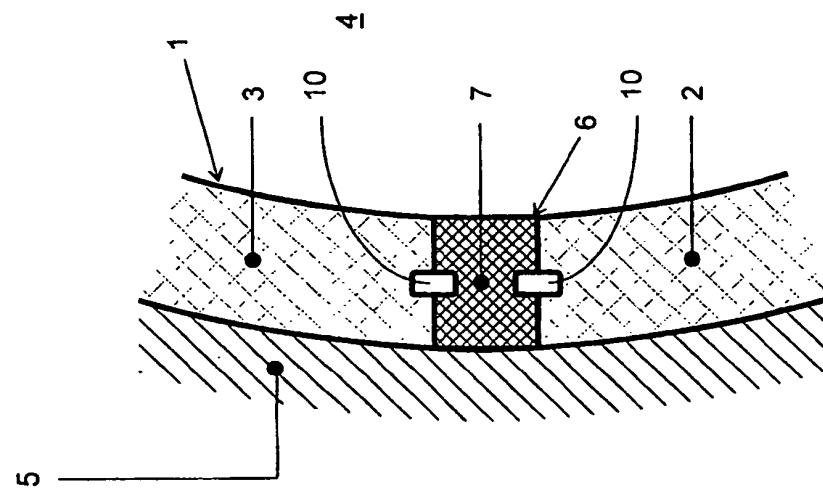


FIG. 6

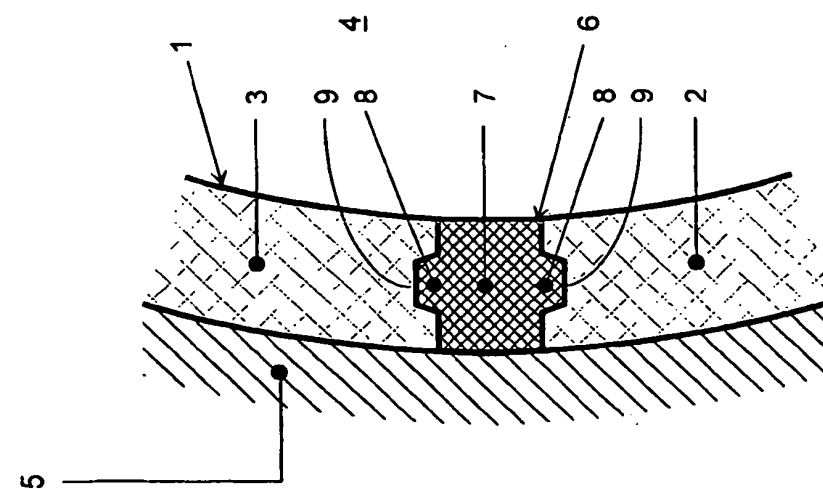


FIG. 10

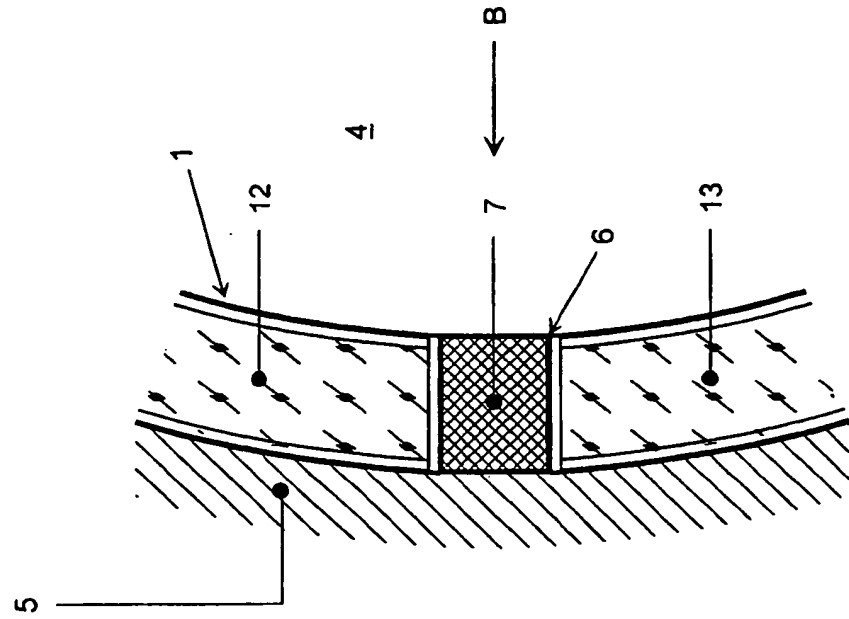


FIG. 9

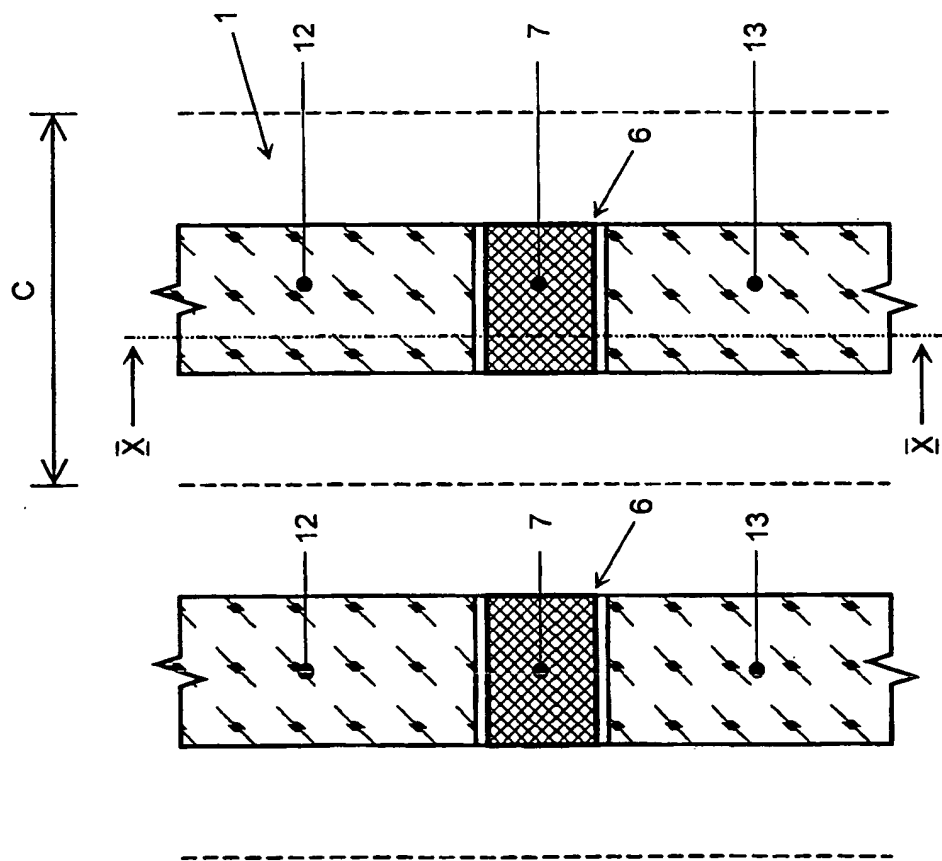


FIG. 11

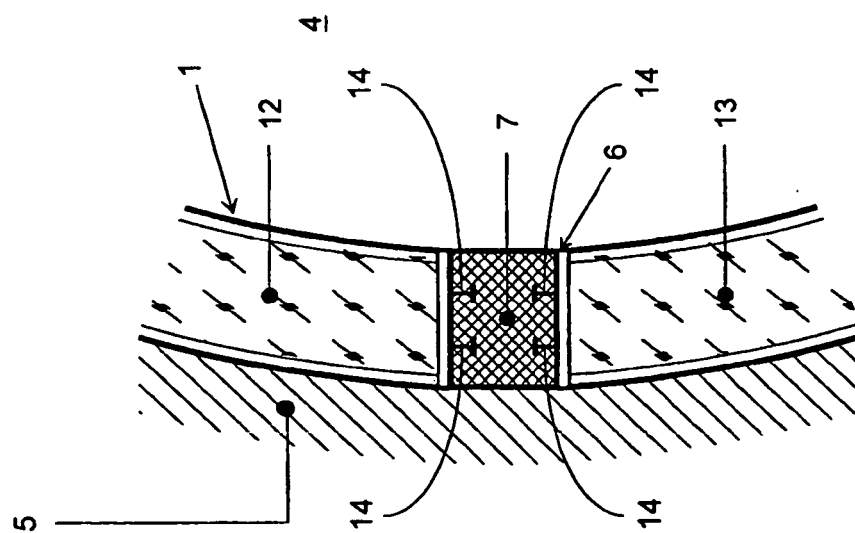
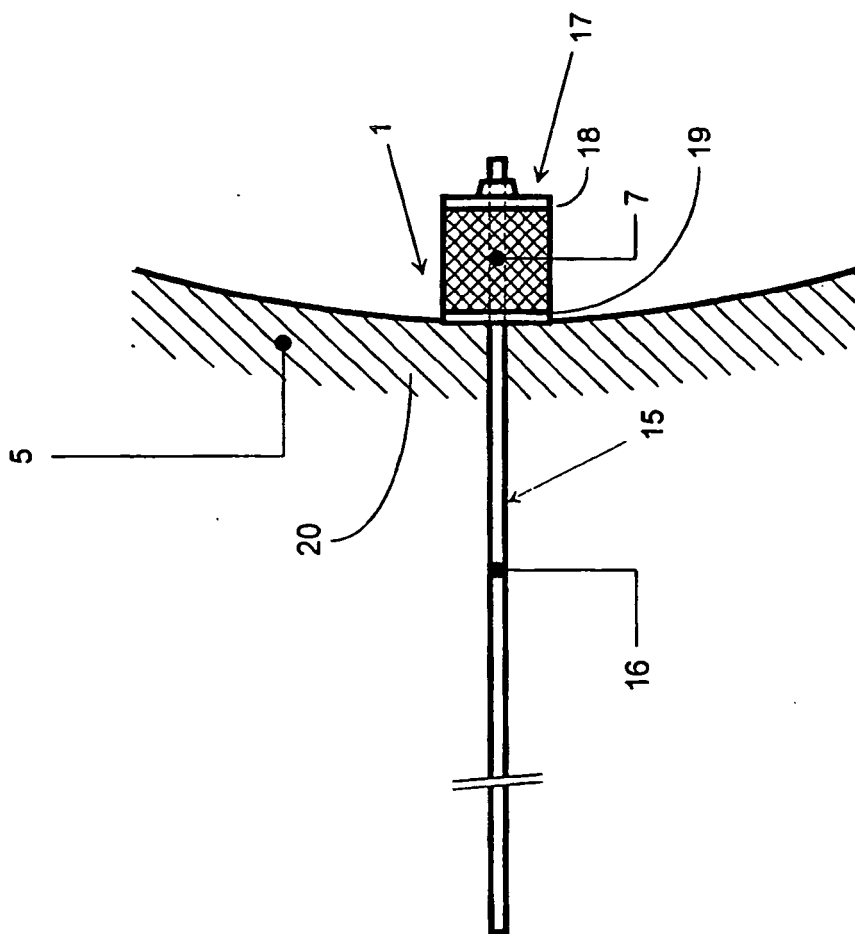


FIG. 12



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

- EP 1034096 B [0003]
- EP 0089403 A [0005]