



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 016 290.7**

(22) Anmeldetag: **05.11.2014**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2016**

(51) Int Cl.: **E21D 11/38 (2006.01)**

**E04B 1/66 (2006.01)**

**E02D 31/04 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Schälicke, Hendrik, 76275 Ettlingen, DE**

(74) Vertreter:

**Schneiders & Behrendt Rechtsanwälte  
Patentanwälte, 81475 München, DE**

(72) Erfinder:

**gleich Anmelder**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>000002324097</b>	<b>C3</b>
<b>DE</b>	<b>32 03 026</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>44 28 591</b>	<b>C2</b>
<b>US</b>	<b>2 187 324</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>1 267 035</b>	<b>B1</b>

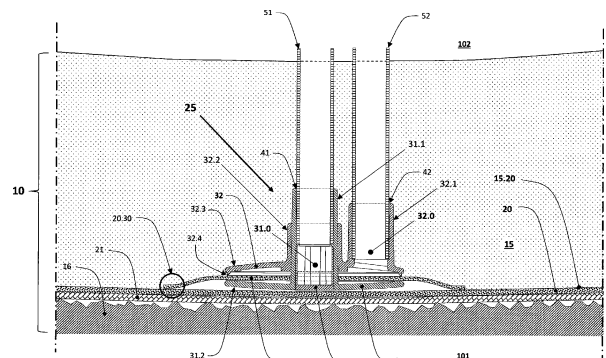
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Dichtungsprüfung von Tunneln**

(57) Zusammenfassung: Eine Einrichtung zur Verwendung beim Abdichten zweischaliger Tunnel (10) mittels der Bauwerk abdeckender Kunststoff-Dichtungsbahn (20) gegen Fluiddurchtritt von der Bergseite (101) her umfasst ein mit Funktionsaggregaten verbindbares Schlauchsystem (51, 52) zum Abführen von Fluid aus der Bauwerksfuge (15.20) zwischen Dichtungsbahn und abgedeckter innerer Tunnelchale (15) zur Luftseite (102) hin sowie zum Zuführen von Fluid zu Dichtungszwecken in die Bauwerksfuge hinein. An der Dichtungsbahn sind mehrere Aufspannstellen (25) mit jeweils zwei Anschlüssen (41, 42) für das Schlauchsystem (51, 52) und gegen die Dichtungsbahn gerichteten Arbeitsöffnungen (31.0, 32.0), ausgebildet, um Fluid zur Dichtigkeitsprüfung aus dem bzw. zur Verfüllung in Form von Dichtungsmaterial in das Schlauchsystem aus- bzw. einströmen zu lassen. Die Einrichtung ist mit dem Schlauchsystem in das Tunnelmaterial integriert. Um eine Mehrfachfunktion des Schlauchsystems vor und nach Wiederaufstieg des Grundwassers zu beliebigen Zeitpunkten sicherzustellen, sind die Arbeitsöffnungen einer Aufspannstelle jeweils relativ zueinander verschließbar. Eine entsprechende Aufspannvorrichtung (25) umfasst einen Basisstutzen (31) mit einer Halteplatte (31.2) sowie mit einem Haupt-Arbeitsstutzen (31.1), einen Doppelstutzen (32) mit einer Verbindungsplatte (32.3) sowie mit einem Neben-Arbeitsstutzen (32.1) und mit einem den Haupt-Arbeitsstutzen lagernden Verbindungsstutzen (32.2), und Schließmittel (33; 32.3, 32.4), um die zwei Arbeitsstutzen relativ zueinander bzw. gegeneinander dichtend zu verschließen. Folglich kann in einem ersten Arbeitsvorgang die Bauwerksfuge über einen ersten Strömungsweg (32.0) mit fließfähigem Material verfüllt werden, das man aushärten lässt, während sich ein zweiter Strömungsweg (31.0) in verschlossenem Zustand befindet. Hingegen wird danach in einem zweiten Arbeitsvorgang über einen zweiten Strömungsweg (31.0) von der Luftseite (102) her die Bauwerksfuge (15.20) auf

eingedrungenes Wasser geprüft sowie bei Undichtigkeiten erneut fließfähiges aushärtendes Material injiziert.



## Beschreibung

### 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Verwendung beim Abdichten von insbesondere mindestens zum Teil vom Erdreich umgebenen Wand- oder Schalenbauwerken, Gebäuden und/oder Teilen davon wie Mauer- oder Betonbauwerken sowie von in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlichen Bauwerken im Tief- und Ingenieurbau mittels Kunststoff-Dichtungsbahn, die das Bauwerk abdeckt und eine zwischen Dichtungsbahn und abgedecktem Bauwerk bzw. Bauwerkteil gebildete Bauwerksfuge in Richtung zur Luftseite hin gegen Fluiddurchtritt von der Außenseite her, insbesondere von der Bergseite her abdichtet, wobei die Einrichtung ein mit Funktionsaggregaten verbindbares Schlauchsystem zum Abführen von Fluid aus der Bauwerksfuge sowie zum Zuführen von Fluid zu Dichtungszwecken in die Bauwerksfuge hinein umfasst, wobei an der Dichtungsbahn auf deren Luftseite mindestens eine Aufspannstelle zum Schlauchanschluss mit gegen die Dichtungsbahn gerichteter Arbeitsöffnung, ausgebildet zum Ein- und Ausströmen von Fluid, angebracht, befestigt und/oder in das Material von Bauwerk bzw. Bauwerkteil integriert ist und wobei über die Arbeitsöffnung der Aufspannstelle ein Fluidstrom zum Prüfen der Bauwerksfuge auf Dichtigkeit aus dieser heraus- und/oder zum Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtendem Material in diese hineinführbar ist.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, insbesondere zum Einsatz in Verbindung mit einer Einrichtung der vorgenannten Art, wobei diese Vorrichtung an der Dichtungsbahn auf deren Luftseite als Aufspannstelle zum Schlauchanschluss mit gegen die Dichtungsbahn gerichteter, zum Ein- und Ausströmen von Fluid geeigneter Arbeitsöffnung und zum Anbringen, Befestigen und/oder Integrieren am bzw. im Material von Bauwerk bzw. Bauwerkteil ausgebildet ist und wobei über die Arbeitsöffnung ein Fluidstrom zum Prüfen der Bauwerksfuge auf Dichtigkeit aus dieser heraus- und/oder zum Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtendem Material in diese hineinführbar ist.

**[0003]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Prüfen der Dichtigkeit und/oder zum Verfüllen beim Herstellen, Kontrollieren und/oder Instandsetzen von Wand- oder Schalenbauwerken, Gebäuden und/oder Teilen davon wie Mauer- oder Betonbauwerken sowie von in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlichen Bauwerken im Tief- und Ingenieurbau der vorgenannten Art, wobei zum Verfüllen der Bauwerksfuge fließfähiges aushärtendes Material in diese injiziert wird.

**[0004]** Darüber hinaus betrifft die Erfindung die Verwendung solcher Einrichtungen, Vorrichtungen und/oder Verfahren bei der Herstellung zweischaliger Tunnelbauwerke.

### 2. Stand der Technik

**[0005]** Einrichtungen, Vorrichtungen und Verfahren der genannten Art werden speziell für sogenannte Prüf- und Injektionssysteme beim Errichten insbesondere zweischaliger Tunnelbauwerke eingesetzt. Zum Dichten von Tunneln gegen Wassereintritt von der Bergseite her wird zwischen den beiden in aller Regel aus bewehrtem Beton bestehenden, als Innen- und Außenschale definierten und angeordneten Schalen eine Kunststoff-Dichtungsbahn (allgemein als KDB bekannt) platziert. Durch diese und die Beton-Innenschale wird, da beide benachbart zueinander, aber in Folge der mangelnden Materialaffinität untereinander separat aneinander liegen, die Bauwerksfuge definiert. Diese umgibt kontinuierlich die Innenschale des gesamten Tunnelquerschnitts.

**[0006]** Die Bauwerksfuge wird in regelmäßigen Abständen (7,5 bis 12,5 m) an den Blockfugen durch das Fugenband unterbrochen. Für Druckwasser haltende Tunnel ist nämlich entsprechend den deutschen Vorschriften jeweils an den Blockfugen ein außen liegendes Fugenband zur Abschottung in Tunnelängsrichtung vorzusehen.

**[0007]** Wegen Einzelheiten der Tunnelherstellung sei auf die Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau (EAG-EDT), des Arbeitskreises AK 5.1 der Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) verwiesen. Dabei findet man dort auch weitere herstellungstechnische Details zur Anordnung einer bergseitigen Schutzschicht zwischen KDB-Abdichtung und Außenschale, zu geeigneten Befestigungsmöglichkeiten für die verschiedenen Elemente, zum Zusammensetzen des Tunnelquerschnitts beispielsweise aus einem Sohlen- und einem Gewölbeabschnitt, zu zweckmäßigen Schalungsanordnungen und zur unterschiedlichen Art und Weise beim Aneinanderfügen der Bauwerksblöcke.

**[0008]** Vorliegend bildet allerdings praktisch allein die Bauwerksfuge zwischen Innenschale und der direkt daran angrenzenden KDB-Abdichtung das für die Realisierung der Erfindung wesentliche Kriterium, so dass es auf die anderen angedeuteten, im Tunnelbau allgemein relevanten Aspekte nicht ankommt und damit auf diese hier nicht näher eingegangen zu werden braucht.

**[0009]** In die Bauwerksfuge, die generell im Sohlenabschnitt wie auch in den unteren Ulmen des Gewölbes weitestgehend geschlossen ist, also relativ eng an ihre Unterlage anliegt, ist nach bestehenden (deutschen) Tunnelbauvorschriften ein vorstehend schon angesprochenes Prüf- und Injektionssystem zu integrieren. Dieses soll einerseits eine Überprüfung der Bauwerksfuge auf Wasserfreiheit und damit die Kontrolle darüber erlauben, ob die KDB in dem entsprechenden Bereich bei der Herstellung des Bauwerks unversehrt geblieben ist. Andererseits kann über ein solches System bei Bedarf eine Materialverfüllung in der Bauwerksfuge zwecks Nachdichtens eines eventuell undichten Blocks erfolgen.

**[0010]** Stand bisher kein solches Prüf- und Injektionssystem zur Verfügung, so musste man sich notfalls damit behelfen, einen Durchgang durch die Innenschale bis zu deren Außenseite zu schaffen, um Zugang zu dem Spalt, also der Bauwerksfuge auf der Bergseite der Innenschale, zu erreichen. Das konnte beispielsweise mittels Betonbohrungen von ca. 20 bis 50 mm Durchmesser geschehen, war aber äußerst zeit- und arbeitsaufwendig, da die empfindliche KDB-Abdichtung nicht berührt und damit verletzt werden durfte.

**[0011]** Um dieser Gefahr zu begegnen und jegliches Betonbohren zu vermeiden, hat man bereits bei der Herstellung der Innenschale ein Schlauchsystem mit Anschlussstellen eingesetzt. Solche Anschlussstellen sind dabei in vorzugsweise regelmäßigen Abständen über die Fläche der Tunnelschale verteilt vorgesehen und stellen die erforderlichen Aus- oder Einlässe des Systems bis zur Bauwerksfuge bereit. Man vergießt das Schlauchsystem mit seinen Anschlussstellen mit dem Beton und ermöglicht so den planmäßigen Durchtritt eines gewünschten Kontroll- und/oder Nachdichtmediums an Ort und Stelle.

**[0012]** In der Fachwelt bestehen heute unterschiedliche Auffassungen darüber, ob ein Verfüllen der Bauwerksfugen bereits vor Wiederanstieg des Bergwasserspiegels (Wasserdruck) erfolgen sollte oder ob ein solches Verfüllen nicht erst nach Prüfung der Dichtigkeitsverhältnisse durch den Bauherrn und/oder die zuständigen Behörden zu erfolgen habe. Daraus ergeben sich zwischen den mit solchen Bauwerken befassten Fachleuten häufig langwierige Dispute, die zu einer nicht unbeträchtlichen Verzögerung in der Abwicklung von Tunnelbauten führen können.

### 3. Aufgabenstellung

**[0013]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, in Beseitigung der dargelegten Nachteile des Standes der Technik einrichtungs-, verfahrens- und vorrichtungsmäßige Maßnahmen vorzuschlagen, die eine Mehrfachfunktion des Schlauchsystems sicherstellen. Im Speziellen ist es eine Aufgabe der Erfindung, der Baufirma/dem Auftragnehmer ein Verfüllen der Bauwerksfuge noch vor Wiederanstieg des Grundwassers zu ermöglichen und gleichzeitig für den Bauherrn/den Auftraggeber für die Möglichkeit einer davon unabhängigen Prüfung der Dichtigkeitsverhältnisse in der Bauwerksfuge Sorge zu tragen, also in der Regel der Wasserfreiheit derselben, sowie gegebenenfalls deren (Nach-)Verfüllung zu gewährleisten. Zudem liegt eine weitere Aufgabe der Erfindung darin, dafür zu sorgen, dass eine funktionsgerechte Mehrfachverwendung einer Anschlussstelle für unabhängig voneinander und nacheinander in beliebigen zeitlichen Zeitabständen durchzuführende Arbeitsvorgänge möglich wird.

### 4. Erfindungsgemäße Lösung, erzielbare Vorteile und Begriffsdefinitionen

**[0014]** Diese Aufgabe wird bei einer Einrichtung der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, dass je Aufspannstelle mehr als eine Arbeitsöffnung bereitgestellt ist, dass jede Aufspannstelle und jede Arbeitsöffnung mit jeweils einem Schlauch verbunden ist, der Fluid zur Aufspannstelle hin und/oder von dieser weg führt, und dass mindestens eine der Arbeitsöffnungen relativ zu der anderen verschließbar ist.

**[0015]** Auf diese Weise wird es ohne weiteres möglich, dass der Auftragnehmer vor Übergabe bzw. Abnahme des Bauwerkes durch den Auftraggeber und/oder entsprechende Behörden die Bauwerksfuge in dem von ihm gewünschten Maß verfüllt und trotzdem danach seitens des Auftraggebers die notwendigen Schritte der endgültigen Dichtigkeitsprüfung und ein eventuell – d. h. je nach Ergebnis der Prüfung – erforderliches Nachverfüllen vorgenommen werden können.

**[0016]** Bei einer Vorrichtung zur Verwendung beim Abdichten mindestens teilweise vom Erdreich umgebener Wand- oder Schalenbauwerke, Gebäude und/oder Teile davon wie Mauer- oder Betonbauwerke sowie in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlicher Bauwerke im Tief- und Ingenieurbau mittels KDB, die das Bauwerk abdeckt und eine zwischen Dichtungsbahn und abgedecktem Bauwerk bzw. Bauwerkteil gebildete Bauwerksfuge in Richtung zur Luftseite hin gegen Fluiddurchtritt von der Außenseite her, insbesondere von der Bergseite her abdichtet, wie sie insbesondere in Verbindung mit einer zuvor beschriebenen Einrichtung zum Einsatz gelangen kann, wobei die Vorrichtung an der Dichtungsbahn auf deren Luftseite als Aufspannstelle zum Schlauchanschluss mit gegen die Dichtungsbahn gerichteter, zum Ein- und Ausströmen von Fluid geeigneter Arbeitsöffnung und zum Anbringen, Befestigen und/oder Integrieren am bzw. im Material von Bauwerk bzw. Bauwerkteil ausgebildet ist und wobei über die Arbeitsöffnung ein Fluidstrom zum Prüfen der Bauwerksfuge auf Dichtigkeit aus dieser heraus- und/oder zum Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtendem Material in diese hineinführbar ist, wird die genannte Aufgabe dadurch gelöst, dass die Vorrichtung ein Basisstutzen-Teil mit einer Halteplatte sowie mit einem Haupt-Arbeitsstutzen, ein Doppelstutzen-Teil mit einer Verbindungsplatte sowie, von letzterer getragen, mit einem Neben-Arbeitsstutzen und mit einem Verbindungsstutzen, der den Haupt-Arbeitsstutzen lagert, und Schließmittel umfasst, um Haupt- und/oder Neben-Arbeitsstutzen relativ zueinander und/oder gegeneinander dichtend zu verschließen.

**[0017]** Damit wird eine konstruktiv wie auch herstellungstechnisch einfache Vorrichtung zur Verfügung gestellt, die zudem zu einer maßgeblichen Reduzierung der Zahl der Aufspannungsstellen für das Prüf- und Injektionssystem führt. Außerdem ist es möglich, den Neben-Arbeitsstutzen durch Freispülen nach vorangegangener Benutzung mehrfach zu verwenden.

**[0018]** Bei einem Verfahren zum Prüfen der Dichtigkeit und/oder zum Verfüllen beim Herstellen, Kontrollieren und/oder Instandsetzen von insbesondere mindestens teilweise vom Erdreich umgebenen Wand- oder Schalenbauwerken, Gebäuden und/oder Teilen davon wie Mauer- oder Betonbauwerken sowie in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlicher Bauwerken im Tief- und Ingenieurbau, bei deren Erstellung ein Absenken des Grundwasserspiegels erfolgt und die mittels einer das Bauwerk abdeckenden KDB unter Ausbildung einer zwischen Dichtungsbahn und abgedecktem Bauwerk bzw. Bauwerkteil befindlichen Bauwerksfuge in Richtung zur Luftseite hin gegen Fluiddurchtritt von der Außenseite her, insbesondere von der Bergseite her abgedichtet werden, wobei zum Verfüllen der Bauwerksfuge fließfähiges aushärtendes Material in diese injiziert wird, ist zur Lösung der gestellten Aufgabe vorgeschlagen, dass in einem ersten Arbeitsvorgang die Bauwerksfuge über einen ersten Strömungsweg der Aufspannstelle mit dem fließfähigen Material verfüllt wird und man dieses aushärten lässt, wobei sich ein zweiter Strömungsweg der Aufspannstelle in verschlossenem Zustand befindet, und dass nach Abschluss des ersten Arbeitsvorgangs in einem zweiten Arbeitsvorgang über einen zweiten Strömungsweg von der Luftseite der Dichtungsbahn her die Bauwerksfuge auf eingedrungenes Wasser geprüft sowie bei Feststellen von Undichtigkeiten weiteres fließfähiges aushärtendes Material injiziert wird.

**[0019]** Diese klare Abgrenzung der beiden Verfahrensoptionen untereinander ermöglicht es der Fachwelt, Dispute über das Wann und Wo bzw. die von wem auszuführenden Schritte weitgehend zu vermeiden. Auch kann dadurch unterschiedlichen Verhältnissen, Positionen und Erfordernissen in den Tunnelbauvorschriften in anderen Rechtsräumen Rechnung getragen, mit anderen Worten einer globalen Einsatzfähigkeit der einschlägigen Methoden zumindest näher gekommen werden.

**[0020]** In diesem Kontext sei darauf hingewiesen, dass in Weiterbildung des Verfahrensgedankens das Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtendem Material über den ersten Strömungsweg vor Auslösen des Grundwasser-Wiederanstiegs, d. h. dieses zwischen erstem und zweitem Arbeitsvorgang erfolgt. Auch ist es in Verfolgung dieses Gedankens als besonders zweckmäßig anzusehen, wenn der vor Beginn des ersten Arbeitsvorgangs geschlossene zweite Strömungsweg nach Abschluss des ersten Arbeitsvorgangs sowie vor Beginn des zweiten Arbeitsvorgangs geöffnet wird. Besonders vorteilhaft kann dabei, um ohnehin an Ort und Stelle vorhandene Mittel zu nutzen, das Öffnen des zweiten Strömungswegs mittels Druckfluid oder mechanisch erfolgen.

**[0021]** Gerade diese Maßnahmen tragen dazu bei, dass beim Bau des Tunnels Prüf- und Nachverfüll-Schritte zügig von den jeweils relevanten und verantwortlichen Partnern am Bau ohne besondere Berücksichtigung längerer Wartezeiten seitens bestimmter Firmen, Bauleiter, Experten usw. durchgeführt werden können.

**[0022]** Ein weiterer, wesentlicher Vorteil der Erfindung kann darin gesehen werden, dass im Zuge der Herstellung eines Tunnelbauwerks eine Mehrzahl über die Bauwerkslänge und den Umfang vorzugsweise regelmäßig angeordneter Einrichtungen bzw. Vorrichtungen eingesetzt werden kann, von denen sukzessive jeweils

nur ein Teil zum Injizieren benutzt zu werden braucht und die übrigen zum Entlüften bzw. Entwässern der Bauwerksfuge nutzbar bleiben.

**[0023]** Im Sinne der Erfindung handelt es sich bei einer KDB um eine Folienbahn, die das Bauwerk zwischen Innenschale und Außenschale über den gesamten Umfang abdeckt, wobei Bahnteile von bis zu mehreren Metern Breite fortlaufend entlang ihrer Überlappungskanten miteinander verbunden, in der Regel verklebt bzw. verschweißt werden.

**[0024]** Im Sinne der Erfindung ist eine Bauwerksfuge der Bereich zwischen einer Betonschalenwand und der diese abdeckenden KDB, der in Folge der vom Material her bestimmten Trennung zwischen Schalenbeton und Kunststoffolie zwischen beiden ausgebildet ist. In diesem Bereich können sich Luft, Wasser oder Verfüllmaterial, also ein Fluid im Sinne der Erfindung, befinden. Verfüllmaterial im Sinne der Erfindung ist fließfähiges, in der Bauwerksfuge aushärtendes Material, das eventuelle Undichtigkeiten in der KDB und/oder in dem Beton abdichtet.

**[0025]** Luftseite im Sinne der Erfindung ist, jeweils mit Bezug auf die betroffene Schicht, Schale oder Bahn des Tunnels, die zum Innenraum desselben hin gerichtete Seite, wohingegen die Bergseite die in entgegengesetzter Richtung liegende Seite ist.

**[0026]** Ein Schlauchsystem im Sinne der Erfindung ist das zum Zuleiten oder Abführen von Fluid an die Anschlussstelle oder von dieser weg führende System von Schläuchen, Stutzen, Rohren oder sonstigen geeigneten Leitungen, das mit den erforderlichen Armaturen ausgerüstet ist, die auf dem einschlägigen Gebiet unter anderem zum An- und Abschalten, Messen oder sonstigen physikalischen bzw. verfahrensbestimmten Vorgängen üblicherweise Verwendung finden.

**[0027]** Eine Aufspannstelle im Sinne der Erfindung ist der Ort, bezogen auf das Tunnelsystem, an dem das Schlauchsystem mit der Bauwerksfuge verbunden wird. Damit ist die Aufspannstelle im Sinne der Erfindung gleichzeitig die räumliche Zuordnung zum Tunnelsystem für die Anbringung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0028]** Eine Arbeitsöffnung im Sinne der Erfindung ist die Stelle, über die Fluid, in aller Regel Wasser, aus der Bauwerksfuge in das Schlauchsystem eingeleitet wird oder über die Fluid, in aller Regel fließfähiges Verfüllmaterial, in die Bauwerksfuge eingeleitet wird.

**[0029]** Ein Prüf- und Injektionssystem im Sinne der Erfindung wird im Wesentlichen durch die Aufspannstelle, das Schlauchsystem (mit Armaturen etc.), die Arbeitsöffnung(en) und die Bauwerksfuge bestimmt und/oder gebildet.

## 5. Weiterbildungen der Erfindung

**[0030]** Als zweckmäßig sowohl hinsichtlich des konstruktiven Zusatzaufwandes für Einrichtung bzw. Vorrichtung einerseits und der verfahrensmäßigen Abwicklung andererseits kann vorgesehen werden, dass jede Aufspannstelle jeweils zwei Arbeitsöffnungen aufweist.

**[0031]** Um die Strömungswege besonders einfach für ihre Nutzung zu unterschiedlichen Zeitpunkten gegeneinander abgrenzen bzw. sie leicht funktionsgerecht voneinander trennen zu können, können in Weiterbildung der Erfindung die Ebenen der Arbeitsöffnungen einer Aufspannstelle in Bezug auf ihren Abstand zur Kunststoff-Dichtungsbahn versetzt sein.

**[0032]** Zu Montagezwecken wie auch zur Herstellung, Vorfertigung, Lagerhaltung und zum Transport an die Baustelle sowie zur platzsparenden Ablage daselbst nur eines Minimums an Bauteilen schlägt die Erfindung weiterhin vor, dass die Arbeitsöffnungen an einem zum Anbringen an der Kunststoff-Dichtungsbahn ausgebildeten Träger sitzen. Hierbei kann vorzugsweise der Träger ein flächiges Element, vorzugsweise aus flexiblem, auf die Kunststoff-Dichtungsbahn abgestimmtem Material, sein. Vorteilhaft kann darin gerade bei versetzten Austrittsebenen der Arbeitsöffnungen von diesen nur eine den Träger durchgreifen und an dessen Unterseite enden.

**[0033]** Um ein in jeder Beziehung fehlerfreies Arbeiten der Einrichtung sicherzustellen, können die Arbeitsöffnungen gegen Fluideintritt von außen verschließbar sein. Dabei ist es vorteilhaft, insbesondere angesichts

einer einwandfreien Funktion über einen längeren Zeitraum hinweg, wenn solche verschließbaren Arbeitsöffnungen mit öffnungsfähigen Verschlüssen ausgebildet sind.

**[0034]** In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung kann die Einrichtung einen gemeinsamen Schlauchhalter für die Arbeitsöffnungen einer Aufspannstelle mittels Anschlussstutzen umfassen. Damit vermeidet man bei Erhöhung der Zahl der Arbeitsöffnungen um praktisch das Doppelte eine Verdopplung von Zusatz- oder Hilfsmitteln wie Klemmen, Haltern, Montagestellen od. dgl.

**[0035]** Um im Weiterbildung der Erfindung insbesondere für ein funktionsgerechtes und präzises Arbeiten mit der erfindungsgemäßen Einrichtung zu sorgen, kann bei letzterer eine der Arbeitsöffnungen einer Aufspannstelle als Primäröffnung allein zum Verfüllen mit fließfähigem aushärtendem Material und eine zweite der Arbeitsöffnungen einer Aufspannstelle als Sekundäröffnung zum insbesondere nach Wiederaanstieg des Grundwassers vorzunehmendem Prüfen des Bauwerks auf Dichtigkeit gegenüber der Bergseite und/oder Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtendem Material in dem Schlauchsystem funktionsgerecht verbindbar sein.

**[0036]** Dabei kann vorzugsweise, und zwar um vor allem menschliche Fehler durch Übersehen auszuschließen, die Primäröffnung als nach Fluiddurchtritt selbsttätig verschließbar ausgebildet werden. Eine solche Verschließbarkeit lässt sich besonders einfach und ohne größeren Kostenaufwand erreichen, wenn, je nach Einsatzzweck und -gegebenheiten, als zur Verschließbarkeit geeignete Mittel kraftschlüssige Vorspannung, O-Ringe, Verschweißen oder Verkleben vorgesehen werden.

**[0037]** Um das Öffnen jeweils zur exakt gewünschten Zeit zu gewährleisten, kann die Sekundäröffnung mit einem aktiv zu öffnenden Verschluss ausgebildet sein. Will man ein zu schnelles Wiederverschließen verhindern, kann der aktiv zu öffnende Verschluss der Sekundäröffnung vorteilhaft mit Mitteln zum Offenhalten ausgebildet sein.

**[0038]** In konstruktiv angemessener und unter Kostenaspekten vertretbarer Weiterbildung der Erfindung kann der aktiv zu öffnende Verschluss der Sekundäröffnung als Stopfen, Zug-Stöpsel, Schraubverschluss, Membran od. dgl. ausgebildet sein.

**[0039]** Will man bei der Vorrichtung in besonders einfacher, zweckmäßiger Weise das Abdichten der Arbeitsöffnungen im Haupt- und im Neben-Arbeitsstutzen konstruktiv und für den Arbeitsablauf logisch realisieren, können in Weiterbildung des Erfindungsgedankens Basisstutzen-Teil und Doppelstutzen-Teil gegeneinander verspannbar ausgebildet sein. Vorteilhaft ist es dabei, wenn Basisstutzen-Teil und Doppelstutzen-Teil mittels Halteplatte und Verbindungsplatte gegeneinander verspannbar ausgebildet sind.

**[0040]** Besonders im Sinne vereinfachter Vorfertigung, Bereitstellung und Vorratshaltung der Bauteile, der platzsparenden Verpackung derselben für den Transport vom Lager zur Montagestelle sowie der Handhabbarkeit insgesamt und mit speziellem Blick auf die Verspannungs- und Dichtungsoptionen der Vorrichtung ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass Halteplatte und Verbindungsplatte mit deckungsgleicher Außenkontur ausgebildet sind, besonders bevorzugt als konzentrische Kreisscheiben. Dabei können zweckmäßig beide mittels in dem Verbindungsstutzen aufgenommenem Haupt-Arbeitsstutzen gelagert sein.

**[0041]** Um in sinnfälliger Weise die erwähnte Verspannung der beiden Platten zu erzielen, kann in bevorzugter Weiterbildung des Erfindungsgedankens die Halteplatte gegen die Verbindungsplatte konkav gewölbt ausgebildet sein, während andererseits die Verbindungsplatte entlang ihres Umfangs mit einem gegen die Halteplatte gerichteten Steg ausgebildet sein kann. Dieser Steg sollte sich mindestens teilweise über die Umfangslänge erstrecken. Durch ihn lässt sich neben der erforderlichen Anlage-Federkraft eine besonders einfache Dichtwirkung in Bezug auf die Gesamtfunktion der beiden relativ zueinander verschließbaren Öffnungen der Vorrichtung erzielen.

**[0042]** Um die relative Dichtwirkung in strukturell einfacher Weise bereits im Wege der Vorfertigung sicherzustellen, zugleich aber auch ein schnelles Öffnen im Einsatzfall zu ermöglichen, kann in Weiterbildung der Vorrichtung der Haupt-Arbeitsstutzen einen relativ zu ihm beweglich gelagerten, die Sekundär-Arbeitsöffnung wahlweise verschließenden mechanischen Verschluss aufnehmen. Dieser mechanische Verschluss kann je nach Zweck und Handhabbarkeit als Stopfen, Zug-Stöpsel, Schraubverschluss, Membran od. dgl. ausgebildet sein. Dabei ist es für den konstruktiven Aufbau eines solchen als Stopfen ausgebildeten mechanischen Verschlusses, speziell im Hinblick auf einen einfachen Aufbau sowie das spätere Arbeiten damit, günstig, wenn er in einer Kulissenführung an der Innenwand des Haupt-Arbeitsstutzens beweglich und leicht feststellbar/ar-

retierbar vorgesehen wird. Daher ist es ebenfalls vorteilhaft, wenn dieser mechanische Verschluss unter Verschieben in axialer Richtung des Haupt-Arbeitsstutzens und unter Verdrehen darin mittels mit Hinterschneidungen versehenen Funktionselementen zu arretieren ist.

**[0043]** In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtendem Material über den ersten Strömungsweg vor Auslösen des Grundwasser-Wiederanstiegs erfolgen, also unmittelbar von dem den Bau ausführenden Unternehmen veranlasst werden, so dass sich eine klare Funktionsabgrenzung zwischen den am Bau beteiligten und für eine saubere, fehlerfreie Ausführung verantwortlichen Parteien ziehen lässt. Zu diesem Zweck ist es auch bevorzugt, wenn der erste Strömungsweg selbsttätig verschließt und für weitere Injektionsvorgänge funktionsgerecht wiederverwendbar freigespült werden kann. Allerdings ist es angesichts der vorliegenden Druckverhältnisse mit gegenüber der Verfüllmaterial wesentlich niedrigerem Arbeitsdruck der Betonschlämpe ebenso gut möglich, dass der erste Strömungsweg nach Abschluss des ersten Arbeitsvorgangs im gegebenen Zustand bleibt, also offen. Hingegen muss bei Berücksichtigung der gegebenen Druckverhältnisse der zweite Strömungsweg während des Verfüllens mit fließfähigem aushärtendem Material über den ersten Strömungsweg, und zwar vor Wiederanstieg des Grundwasserdrucks, immer verschlossen bleiben.

**[0044]** Als besonders vorteilhaft stellt sich die Verwendung einer Einrichtung und/oder einer Vorrichtung und/oder eines Verfahrens mit den beschriebenen Merkmalen bei der Herstellung zweischaliger, rundum mit Kunststoffdichtungsbahn abgedichteter Tunnelbauwerke dar. In diesem Fall wird der Einbau von Einrichtung bzw. Vorrichtung im Zuge des Erstellens der Beton-Innenschale des Tunnels in Verbindung mit dem Anbringen der KDB, genau genommen unmittelbar nach deren Schließen vollzogen.

**[0045]** Ebenfalls vorteilhaft kann die Verwendung einer Einrichtung und/oder einer Vorrichtung und/oder eines Verfahrens mit den beschriebenen Merkmalen bei der Herstellung zweischaliger, rundum mit Kunststoffdichtungsbahn abgedichteter Tunnelbauwerke sein, bei denen im Zuge der Herstellung des Tunnelbauwerks eine Mehrzahl über die Bauwerkslänge und den Umfang vorzugsweise regelmäßig verteilter Einrichtungen bzw. Vorrichtungen eingesetzt wird, von denen sukzessive jeweils nur ein Teil zum Injizieren benutzt wird, während die übrigen Einrichtungen bzw. Vorrichtungen zum Entlüften bzw. Entwässern der Bauwerksfuge nutzbar bleiben.

## 6. Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0046]** Weitere Möglichkeiten der Realisierung der Erfindung und Details derselben gehen aus der folgenden Beschreibung der in den Zeichnungen dargestellten, rein exemplarischen Ausführungsformen hervor. In den Zeichnungen zeigt:

**[0047]** Fig. 1 einen Querschnitt durch einen unter Einsatz einer erfindungsgemäßen Einrichtung sowie mit einem erfindungsgemäßen Verfahren zu erstellenden Tunnel mit einer zweischaligen, hier aus einem unterem Sohlenabschnitt und einem oberem Gewölbeabschnitt aufgebauten Tunnelwandung;

**[0048]** Fig. 2 einen Längsschnitt eines Teils des in Fig. 1 gezeigten Tunnels, hier drei Tunnelblöcke zumindest teilweise zeigend;

**[0049]** Fig. 3 die Einzelheit III der Fig. 1 als maßstäblich vergrößerten Querschnitt der in Fig. 1 angedeuteten Aufspannstelle mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Einsatz;

**[0050]** Fig. 4 eine schematische Darstellung der in Fig. 3 gezeigten Vorrichtung in Explosionsdarstellung;

**[0051]** Fig. 5 eine konkretisierte und vervollständigte Ausbildungsform (Ausschnitt) einer erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fig. 4 in perspektivischer, teilgeschnittener Ansicht im Einbauzustand bei weggelassenem Material der Tunnelwand;

**[0052]** Fig. 6 eine Schnitt-Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ähnlich der Fig. 3 beim Verfüllen der Bauwerksfuge vor Wiederanstieg des Grundwasserspiegels;

**[0053]** Fig. 7 eine der Fig. 6 entsprechende Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung beim aktiven Öffnen des Verschlusses der Sekundäröffnung nach Wiederanstieg des Grundwasserspiegels;

**[0054]** Fig. 8 eine der Fig. 7 entsprechende Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei aktiv geöffnetem Verschluss der Sekundäröffnung und bei nach Wiederanstieg des Grundwasserspiegels zur Luftseite hin strömendem Wasser in Folge von Undichtigkeit in der KDB; und

**[0055]** Fig. 9 eine den Fig. 7 und Fig. 8 entsprechende Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei aktiv geöffnetem Verschluss der Sekundäröffnung und bei nach Wiederanstieg des Grundwasserspiegels von der Luftseite her einströmendem Verfüllmaterial zum Nachdichten der Bauwerksfuge.

## 7. Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

### 7.1. Struktureller Aufbau

**[0056]** Ein im vorliegenden konkreten Ausführungsbeispiel in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigter Tunnel **10**, der vom Erdreich oder Gebirge **100** umgeben ist, weist eine zweischalige Tunnelwand auf. Diese umfasst im Wesentlichen eine Tunnel-Innenschale **15** und eine Tunnel-Außenschale **16**. Die Tunnel-Innenschale **15** ist in Tunnel-längsrichtung in eine die Gesamtlänge entsprechend ihren Einzeldimensionen bestimmende Vielzahl Tunnelblöcke **11**, **12**, **13** aufgeteilt. Die einzelnen Tunnelblöcke sind durch Blockfugen **14** voneinander getrennt.

**[0057]** Der luftseitige Bereich des Tunnels, also seine Innenseite, ist mit **102** bezeichnet, während außen um den Tunnel herum ein bergseitiger Bereich **101** liegt. Der Querschnitt des Tunnels ist im konkreten Beispiel zweiteilig ausgestaltet, nämlich bestehend aus Sohlenabschnitt **15.1** und Gewölbeabschnitt **15.2**.

**[0058]** Zwischen den Tunnelschalen **15**, **16** befindet sich eine Tunnel-Abdichtung **20** in Form einer Kunststoff-Dichtungsbahn/KDB sowie eine bergseitig zu dieser angeordnete Schutzschicht **21**. Letztere besteht üblicherweise aus geotextilem Material. Die Blockfugen **14** sind mittels an der KDB angebrachten, üblicherweise damit verschweißten Blockfugenbändern **22** überbrückt. Zwischen Tunnel-Innenschale **15** und KDB **20** ist eine Bauwerksfuge **15.20** gebildet, die im Falle von Undichtigkeiten in der KDB-Abdichtung Wasser von der Bergseite **101** her aufnimmt und (hier jeweils zwischen den Blockfugenbändern) führt.

**[0059]** Diese Bauwerksfuge **15.20** ist faktisch dem Umstand zu verdanken, dass der Beton der Tunnel-Innenschale und das Material der etwa 2 bis 4 mm starken KDB keine Verbindung eingehen. Vielmehr liegen diese Stoffe auf Grund fehlender Affinität zueinander benachbart separat aneinander und bilden zwischen sich einen in seiner Stärke nicht genau zu definierenden Hohlraum aus, in dem, insbesondere bei Druckbeaufschlagung, flüssige Medien wie Fluide, Gas, Flüssigkeiten etc. strömen können. Dieser als Bauwerksfuge bezeichnete Hohlraum kann hinsichtlich der in ihm herrschenden physikalischen Parameter wie Druckverhältnissen, Feuchtigkeit, Wasserführung etc. überwacht und geprüft werden und bietet vor allem die richtige Stelle, um zu überwachen, ob die KDB möglicherweise im Laufe der Benutzung undicht geworden sein könnte.

**[0060]** Über den Umfang des Tunnels ist, vorzugsweise in regelmäßigen Abständen, eine Mehrzahl Aufspannstellen **25** angeordnet, deren Strukturen und konstruktive Einzelheiten nachfolgend näher erläutert werden und die Teil eines Prüf- und Injektionssystems sind.

**[0061]** So zeigen Fig. 3 und Fig. 4, letztere in detaillierter Explosionsdarstellung, eine einzelne Aufspannstelle **25**, die eine erfindungsgemäße Vorrichtung wiedergibt und damit Teil der erfindungsgemäßen Einrichtung bildet.

**[0062]** Diese wesentlichen Teil der Aufspannstelle bildende Vorrichtung **25** umfasst einen Träger **30**, mit dessen Hilfe sie an Befestigungspunkten **20.30** durch Schweißen, Kleben oder Heften an der KDB **20** befestigt ist. In aller Regel genügt für einen sicheren Sitz solch eine punktuelle Befestigung des Trägers **30** an der KDB **20**, da ja die Vorrichtung, wie erkennbar, insgesamt in die Wand des Tunnels **10** eingebettet ist.

**[0063]** An dem Träger **30** sitzen ein Basisstutzen-Teil **31**, das einen Haupt-Arbeitsstutzen **31.1** mit einer (bezogen auf die spätere Funktionsfolge) Sekundäröffnung **31.0** als Arbeitsöffnung sowie, diese umgebend, eine Halteplatte **31.2** umfasst, und ein Doppelstutzen-Teil **32**, das mit einem Verbindungsstutzen **32.2**, einem Neben-Arbeitsstutzen **32.1** sowie einer Verbindungsplatte **32.3** ausgebildet ist.

**[0064]** Der Verbindungsstutzen **32.2** ist so konfiguriert, dass er den Haupt-Arbeitsstutzen **31.1** des Basisstutzen-Teils **31** lagernd aufnimmt. Dagegen definiert der Neben-Arbeitsstutzen **32.1** eine (ebenfalls bezogen auf die spätere Funktionsfolge) Primäröffnung **32.0**. Haupt- und Neben-Arbeitsstutzen **31.1** bzw. **32.1** sind ausgebildet, die Enden von Schläuchen **51** und **52** des Prüf- und Injektionssystems aufzunehmen. Die Sekundär-



Öffnung **31.0** als Arbeitsöffnung in dem Haupt-Arbeitsstutzen **31.1** nimmt einen (mechanischen) Verschluss **33** auf. Dieser ist mittels einer nach Art von Nut und Feder arbeitenden Kulissenführung **31.3** bzw. **33.3** an der Innenseite des Haupt-Arbeitsstutzens **31.1** bzw. der Außenseite des Verschlusses **33** geführt. Er kann durch eine für sich dem Fachmann bekannte, z. B. elastisch zu betätigende Hinterschneidung leicht lösbar in seiner Öffnungsstellung arretiert werden. Auch kann innerhalb des Durchgangs im Haupt-Arbeitsstutzen **31.1** ein Anschlag **31.4** vorgesehen sein, mit dem die Einschubtiefe sowohl des Schlauchendes **51** als auch des entgegengesetzt einführbaren Verschlusses **33** begrenzt werden können.

**[0065]** Die Halteplatte **31.2** liegt mit ihrer Oberseite von unten her gegen die Unterseite **30.31** des Trägers **30** an, die Verbindungsplatte **32.3** hingegen mit ihrer Unterseite gegen die Oberseite **30.32** des Trägers **30**. Die beiden Platten **31.2** bzw. **32.3** sind zueinander gegenläufig konkav derart gewölbt, dass sie gegeneinander bzw. gegen den zwischen ihnen eingeklemmten Träger **30** verspannt werden können. Damit lässt sich nicht nur ein fester Sitz am Träger **30** erreichen, sondern zugleich in einfacher Weise das Verschließen der Primäröffnung **32.0** bewerkstelligen.

**[0066]** Um die notwendige Dichtigkeit im Öffnungsbereich der Primäröffnung **32.0** sicherzustellen, ist die Unterseite der Verbindungsplatte **32.3** mit einem umlaufenden Steg **32.4** oder Rand ausgebildet.

**[0067]** In der detaillierteren Ausbildungsform der **Fig. 5** erkennt man zusätzlich zu **Fig. 3** den oben nur angedeuteten Aufbau der im Haupt-Arbeitsstutzen **31.1** angeordneten Kulissenführung **31.3**, **33.3** mit einem Hinterschnitt **33.4** sowie zwei Anschlussstücken **41**, **42** für einen festen Sitz der Enden der Schläuche **51** bzw. **52**.

## 7.2 Funktions- und Arbeitsweise

**[0068]** Die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Systems wird nunmehr anhand der Funktionsdarstellungen der **Fig. 6** bis **Fig. 9** erläutert; im Vergleich zu den vorangehenden **Fig. 3** bis **Fig. 5**, insbesondere den Struktur-detaillierten Einzelheit-Darstellungen in diesen Figuren, sind in **Fig. 6** bis **Fig. 9** vor allem die Strömungen (A, B, C, D) der verschiedenen Fluide sowie die bei den diversen Arbeitsvorgängen eintretenden Lage- und Schichtenveränderungen wiedergegeben. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in diesen Figuren mit unterschiedlich stark zueinander differierenden Maßstäben in der Wiedergabe von Bauwerk/Tunnel, Vorrichtung und dem Bereich der Bauwerksfuge gearbeitet werden musste, um beispielsweise die Bauwerksfuge und in dieser abzulagerndes Verfüllmaterial A', D' halbwegs verständlich zeigen zu können.

**[0069]** So zeigen die **Fig. 6** bis **Fig. 9** mit gepunkteter Linienführung **15.20'**, wie man sich etwa und stark vergrößert die Bauwerksfuge **15.20** als eine Art Spalt oder Trennzone zwischen der Betoninnenschale **15** und der KDB-Abdichtung **20** vorzustellen hat und wie dies vorstehend bereits im Abschnitt „Struktureller Aufbau“ umrissen wurde. Dieser Bereich **15.20'** weist im Bauwerk benachbarte Materiallagen auf, die ihrerseits neben- und teils aneinander, teils getrennt voneinander liegen, die wegen ihrer unterschiedlichen Materialeigenschaften aber keinerlei Verbindung miteinander eingehen. Er stellt also eine variable, durch die Betonfläche der Tunnelchale **15** bestimmte „Innenfläche“ der vereinfacht als Zylinder (genau genommen: „Hohlzylinder“ mit Tunnelkonturen und Wandstärke der Bauwerksfuge) anzusehenden Bauwerksfuge **15.20** dar.

**[0070]** Im Zuge der Verfüllung der Bauwerksfuge **15.20** wird über die Primäröffnung **32.0** gemäß Strom A (strich-doppelpunktiert) fließfähiges aushärtendes Injektionsmaterial unter Druck eingeleitet. Durch diesen Druck wird der Träger **30** von der konkaven Verbindungsplatte **32.3** in Richtung Bergseite, also in Richtung der KDB **20**, weggedrückt, so dass sich das Verfüllmaterial in der Bauwerksfuge verteilen kann. Etwaige Undichtigkeiten in der KDB werden auf diese Weise verschlossen, d. h. abgedichtet. Solches abgelagertes Material ist in **Fig. 7** bis **Fig. 9**, mit A' bezeichnet, erkennbar.

**[0071]** Während dieses Arbeitsvorgangs ist die Sekundäröffnung **31.0**, also die Arbeitsöffnung des Haupt-Arbeitsstutzens, verschlossen, indem der Verschluss **33** den Haupt-Arbeitsstutzen **31.1** verschließt. Wird der Zustrom A unterbunden, so schließt der Neben-Arbeitsstutzen **32.1** durch Wiederanlage des Stegs **32.4** gegen die Oberfläche (= Innenseite) des Trägers **30** (wie am besten aus einer gemeinsamen Betrachtung der **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** mit den einschlägigen Bezugszeichen hervorgeht).

**[0072]** Nach **Fig. 7**, die in vereinfachender Darstellung nur im linken Teil während des Vorgangs der **Fig. 6** abgelagertes Verfüllmaterial (Injektionsmaterial, Verfüllmasse) A' zeigt, wird mittels eines Wasserstroms B (Druckfluid, das sogar auch Luft sein könnte) der Verschluss **33** geöffnet. Infolge des Drucks von B geben die Befestigungsstellen (Punktheftung) des Trägers **30** an der KDB einen genügenden Raum zum ungehinderten Fluss des Druckfluids B frei. Dieses kann sich gemäß der strichpunktierten Linie verteilen.

**[0073]** Der Fugenbereich auf dem Träger **30** ist bereits abgedichtet, d. h. hier liegen Beton und Dichtmaterial der KDB (in Form der Innenfläche des Trägers **30**) dichtend aneinander, während die Verhältnisse im Spaltbereich **15.20** nicht notwendigerweise gleichmäßig abdichtend sein müssen/sind, was z. B. je nach Streckung oder Faltung, durch Ritzung oder durch eine sonstwie ungleichmäßige Lage der KDB verursacht wird.

**[0074]** Der Verschluss **33** arretiert selbsttätig in der Öffnungsstellung, so dass die Sekundäröffnung **31.0** nunmehr anstelle der durch die Rückstellkraft der Verbindungsplatte **32.3** bzw. Halteplatte **31.2** wieder verschlossenen Primäröffnung **32.0** arbeiten kann.

**[0075]** Nach Abschalten des Stroms B (**Fig. 7**) funktioniert jetzt die Vorrichtung (**Fig. 8**) als Prüfeinrichtung, indem nach Wiederanstieg des Wasserspiegels in die Bauwerksfuge infolge Undichtigkeiten der KDB eingedrungenes Wasser zur Luftseite **102** des Tunnels hin austreten kann (Strom C).

**[0076]** Werden solche Undichtigkeiten festgestellt, so kann als dann, wie dies **Fig. 9** zeigt, analog zu **Fig. 6** mittels eines unter Druck einfließenden Verfüllmaterial-Stroms D ein Verfüllen erfolgen. Solches Verfüllmaterial, hier mittels quader-punktierter Anordnung D' angedeutet, lagert sich zusätzlich zu schon vorhandener Dichtmasse A' in der Bauwerksfuge **15.20** ab.

**[0077]** Bezüglich der Befestigungsstellen (Punktheftung) des Trägers **30** an der KDB **20** gilt das bereits zuvor Gesagte: Die gegebenen Druckverhältnisse sind geeignet, immer einen genügenden Spalt zum ungehinderten Fluss des jeweiligen Fluids freizugeben (D) bzw. offen zu lassen (C).

#### 8. Kompendium von Vorteilen gegenüber dem Stand der Technik

**[0078]** Wesentliche Vorteile der Erfindung seien hier nochmals zusammengefasst wiedergegeben: Statt eines einfach wirkenden Injektionssystems mit vorheriger Prüffunktion wird ein doppeltes Injektionssystem mit vorheriger Prüffunktion zur Verfügung gestellt. Bei Nutzung der Primäröffnung, also des ersten Injektions- bzw. Neben-Arbeitsstutzens bleibt die Prüffunktion durch einen zweiten Injektionsstutzen (Sekundäröffnung im Haupt-Arbeitsstutzen) erhalten.

**[0079]** Der erste Injektionsstutzen (= Neben-Arbeitsstutzen) ist durch die „Ventilfunktion“ des auf das KDB-Stück (Träger **30**) durch Formgebung gepressten „Tellers“ nach der ersten Nutzung freispülbar. Das ergibt die Möglichkeit einer mehrfachen Nutzung (mehrfach injizierbar).

**[0080]** Das Injektionssystem kann infolge Steck-Klemmverbindung von Basis-Stutzenteil und Doppelstutzen-Teil (Gegenstück) schnell und einfach vorkonfektioniert werden. Es sind keine Bohrungen, z. B. für einen Sicherungssplint; Verklebungen oder Verschweißungen einzelner Bauteile erforderlich.

**[0081]** Nach Einbau des Verschlussstopfens (Verschluss **33**) ist das Injektionssystem durch die Steck-Klemmverbindung und die damit einhergehende Verspannung der gewölbten tellerförmigen Teile gegen das KDB-Stück ohne das Erfordernis weiterer Maßnahmen dicht gegen das Eindringen von Fluiden von außen. Die Kanten des Trägers **30** müssen nicht mit Klebeband verschlossen werden.

**[0082]** Der für die Prüfung der Bauwerksfuge geöffnete Verschluss **33** bleibt durch Einrasten auch bei hohem Wasserdruck von außen offen. Es besteht nicht die Gefahr des versehentlichen Schließens, wie es beispielsweise bei der sonst üblichen Kantenverklebung des KDB-Stücks der Fall sein kann (ungewünschte Ventilfunktion durch Wieder-auf-die-Abdichtung-drücken durch anströmendes Wasser). Durch Entfallen jeglicher Kantenverklebung des KDB-Stücks ist der Einbauaufwand geringer als zuvor, obwohl doppelt so viele Möglichkeiten bestehen, in die Bauwerksfuge zu injizieren.

**[0083]** Der Verschlussstopfen kann ausgebildet werden, um hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch von innen heraus geöffnet zu werden. Vor allem die zuletzt genannte Möglichkeit erfordert keinen Fremdeintrag von Wasser oder Luft in die zu prüfende Bauwerksfuge. Dies stellt einen erheblichen Vorteil für den Bauherrn dar, weil dieser den Verschluss auch ohne das Zutun Dritter für eine Prüfung der Bauwerksfuge öffnen kann (bisher musste für die Prüfung immer eine Injektionsfirma beauftragt werden, um die Kantenverklebung mit Wasser aufzusprengen).

Bezugszeichen	
<b>10</b>	Tunnel
<b>11, 12, 13</b>	Tunnelblock
<b>14</b>	Blockfuge
<b>15</b>	Innenschale
<b>15.1</b>	Innenschale, Sohlenabschnitt
<b>15.2</b>	Innenschale, Gewölbeabschnitt
<b>15.12</b>	Arbeitsfuge zwischen Sohle und Gewölbe
<b>15.20</b>	Bauwerksfuge zwischen Innenschale ( <b>15</b> ) und KDB ( <b>20</b> )
<b>15.20'</b>	Außenfläche Innenschale/Grenzfläche zur Bauwerksfuge
<b>16</b>	Außenschale
<b>20</b>	KDB-Abdichtung
<b>20.30</b>	Verbindungsstelle KDB ( <b>20</b> ) und Träger ( <b>30</b> )
<b>21</b>	Schutzschicht
<b>22</b>	Blockfugenband
<b>25</b>	Aufspannstelle, Vorrichtung
<b>30</b>	Träger
<b>30.31</b>	Trägerunterseite
<b>30.32</b>	Trägeroberseite
<b>31</b>	Basisstutzen-Teil
<b>31.0</b>	Sekundäröffnung (allg. Arbeitsöffnung)
<b>31.1</b>	Haupt-Arbeitsstutzen
<b>31.2</b>	Halteplatte
<b>31.3</b>	Kulissenführung (Innenwand Haupt-Arbeitsstutzen)
<b>31.4</b>	Anschlag (für Schlauch ( <b>51</b> ) und Verschluss ( <b>33</b> ))
<b>32</b>	Doppelstutzen-Teil
<b>32.0</b>	Primäröffnung (allg. Arbeitsöffnung)
<b>32.1</b>	Neben-Arbeitsstutzen
<b>32.2</b>	Verbindungsstutzen
<b>32.3</b>	Verbindungsplatte
<b>32.4</b>	Steg
<b>33</b>	Verschluss
<b>33.3</b>	Kulissenführung (Außenwand Verschluss)
<b>33.4</b>	Hinterschnitt
<b>41</b>	Anschluss/Anschlussstück für Schlauch des Haupt-Arbeitsstutzens
<b>42</b>	Anschluss/Anschlussstück für Schlauch des Neben-Arbeitsstutzens
<b>51</b>	Schlauch für Haupt-Arbeitsstutzen
<b>52</b>	Schlauch für Neben-Arbeitsstutzen
<b>100</b>	Gebirge
<b>101</b>	Bergseite
<b>102</b>	Luftseite

## Patentansprüche

1. Einrichtung zur Verwendung beim Abdichten von insbesondere mindestens teilweise vom Erdreich (**100**) umgebenen Wand- oder Schalenbauwerken, Gebäuden und/oder Teilen davon wie Mauer- oder Betonbauwerken sowie von in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlichen Bauwerken (**10; 11, 12, 13**) im Tief- und Ingenieurbau mittels Kunststoff-Dichtungsbahn (**20**), die das Bauwerk abdeckt und eine zwischen Dichtungsbahn und abgedecktem Bauwerk bzw. Bauwerkteil gebildete Bauwerksfuge (**15.20**) in Richtung zur Luftseite (**102**) hin gegen Fluiddurchtritt von der Außen- oder Bergseite (**101**) her abdichtet, wobei die Einrichtung ein mit Funktionsaggregaten verbindbares Schlauchsystem (**51, 52**) zum Abführen von Fluid aus der Bauwerksfuge (**15.20**) sowie zum Zuführen von Fluid zu Dichtungszwecken in die Bauwerksfuge hinein umfasst, wobei an der Dichtungsbahn (**20**) auf deren Luftseite (**102**) mindestens eine Aufspannstelle (**25**) mit Anschluss (**41, 42**) für das Schlauchsystem (**51, 52**) und mit gegen die Dichtungsbahn (**20**) gerichteter Arbeitsöffnung (**31.0, 32.0**), ausgebildet zum Ein- und Ausströmen von Fluid aus dem bzw. in das Schlauchsystem, angebracht, befestigt und/oder in das Material von Bauwerk bzw. Bauwerkteil (**10; 11, 12, 13**) integriert ist und wobei über die Arbeitsöffnung der Aufspannstelle und das Schlauchsystem ein Fluidstrom zum Prüfen der Dichtigkeitsverhältnisse in der Bauwerksfuge (**15.20**) aus dieser herausleitbar und/oder zum Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtenden Material in diese hinein führbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass je Aufspannstelle (**25**) mehr als eine Arbeitsöffnung (**31.0, 32.0**) bereitgestellt ist, dass jede Aufspannstelle (**25**) und jede Arbeitsöffnung (**31.0, 32.0**) mit jeweils einem Schlauch (**51, 52**) verbunden ist, der Fluid zur Aufspannstelle hin und/oder von dieser weg führt, und dass mindestens eine der Arbeitsöffnungen (**31.0** bzw. **32.0**) relativ zu der anderen (**32.0** bzw. **31.0**) verschließbar ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Aufspannstelle (**25**) jeweils zwei Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) aufweist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ebenen der Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) einer Aufspannstelle (**25**) in Bezug auf ihren Abstand zur Kunststoff-Dichtungsbahn (**20**) versetzt sind.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) an einem zum Anbringen an der Kunststoff-Dichtungsbahn (**20**) ausgebildeten Träger (**30**) sitzen.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (**30**) ein flächiges Element, vorzugsweise aus flexiblem, auf die Kunststoff-Dichtungsbahn (**20**) abgestimmtem Material, ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass von den Arbeitsöffnungen nur eine (**31.0**) den Träger (**30**) durchgreift und an dessen Unterseite (**30.31**) endet.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) gegen Fluideintritt von außen verschließbar sind.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass verschließbare Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) mit öffnungsfähigen Verschlüssen (**33**) ausgebildet sind.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen gemeinsamen Schlauchhalter für die Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) einer Aufspannstelle mittels Anschlussstutzen umfasst.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Arbeitsöffnungen (**31.0, 32.0**) einer Aufspannstelle (**25**) als Primäröffnung (**32.0**) allein zum Verfüllen mit fließfähigem aushärtenden Material und eine zweite der Arbeitsöffnungen einer Aufspannstelle als Sekundäröffnung (**31.0**) zum Prüfen des Bauwerks (**10**) auf Dichtigkeit gegenüber der Bergseite (**101**) und/oder Verfüllen der Bauwerksfuge (**15.20**) mit fließfähigem aushärtenden Material in dem Schlauchsystem (**51, 52**) funktionsgerecht verbindbar ist.
11. Einrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Primäröffnung (**32.0**) als nach Fluid-durchtritt selbsttätig verschließbar ausgebildet ist.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7, 8 und 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass als zur Verschließbarkeit geeignete Mittel kraftschlüssige Vorspannung, O-Ringe, Verschweißen oder Verkleben vorgesehen sind.

13. Einrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sekundäröffnung (31.0) mit einem aktiv zu öffnenden Verschluss (33) ausgebildet ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der aktiv zu öffnende Verschluss (33) der Sekundäröffnung (31.0) mit Mitteln zum Offenhalten ausgebildet ist.

15. Einrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der aktiv zu öffnende Verschluss (33) der Sekundäröffnung (31.0) als Stopfen, Zug-Stöpsel, Schraubverschluss, Membran od. dgl. ausgebildet ist.

16. Vorrichtung zur Verwendung beim Abdichten mindestens teilweise vom Erdreich umgebener Wand- oder Schalenbauwerke, Gebäude und/oder Teile davon wie Mauer- oder Betonbauwerke sowie in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlicher Bauwerke (10; 11, 12, 13) im Tief- und Ingenieurbau mittels Kunststoff-Dichtungsbahn (20), die das Bauwerk abdeckt und eine zwischen Dichtungsbahn und abgedecktem Bauwerk bzw. Bauwerkteil gebildete Bauwerksfuge (15.20) in Richtung zur Luftseite (102) hin gegen Fluid-durchtritt von der Außenseite her, insbesondere von der Bergseite (101) her abdichtet, insbesondere zum Einsatz in Verbindung mit einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Vorrichtung an der Dichtungsbahn auf deren Luftseite als Aufspannstelle (25) zum Schlauchanschluss (41, 42; 51, 52) mit gegen die Dichtungsbahn gerichteter, zum Ein- und Ausströmen von Fluid geeigneter Arbeitsöffnung und zum Anbringen, Befestigen und/oder Integrieren am bzw. im Material von Bauwerk bzw. Bauwerkteil ausgebildet ist und wobei über die Arbeitsöffnung (31.0, 32.0) ein Fluidstrom zum Prüfen der Bauwerksfuge auf Dichtigkeit aus dieser heraus- und/oder zum Verfüllen der Bauwerksfuge mit fließfähigem aushärtenden Material in diese hineinführbar ist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (25)

ein Basisstutzen-Teil (31) mit einer Halteplatte (31.2) sowie mit einem Haupt-Arbeitsstutzen (31.1);

ein Doppelstutzen-Teil (32) mit einer Verbindungsplatte (32.3) sowie, von letzterer getragen, mit einem Neben-Arbeitsstutzen (32.1) und mit einem Verbindungsstutzen (32.2), der den Haupt-Arbeitsstutzen (31.1) lagert; und

Schließmittel (33; 32.3, 32.4), um Haupt- und/oder Neben-Arbeitsstutzen (31.1 bzw. 32.1) relativ zueinander und/oder gegeneinander dichtend zu verschließen; umfasst.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass Basisstutzen-Teil (31) und Doppelstutzen-Teil (32) gegeneinander verspannbar ausgebildet sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass Basisstutzen-Teil (31) und Doppelstutzen-Teil (32) mittels Halteplatte (31.2) und Verbindungsplatte (32.3) gegeneinander verspannbar ausgebildet sind.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass Halteplatte (31.2) und Verbindungsplatte (32.3) mit deckungsgleicher Außenkontur ausgebildet sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass Halteplatte (31.2) und Verbindungsplatte (32.3) als konzentrische Kreisscheiben ausgebildet sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass Halteplatte (31.2) und Verbindungsplatte (32.3) mittels in dem Verbindungsstutzen (32.2) aufgenommenem Haupt-Arbeitsstutzen (31.1) gelagert sind.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteplatte (31.2) gegen die Verbindungsplatte (32.3) konkav gewölbt ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsplatte (32.3) entlang ihres Umfangs mit einem gegen die Halteplatte (31.2) gerichteten Steg (32.4) ausgebildet ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steg (32.4) sich mindestens teilweise über die Umfangslänge erstreckt.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haupt-Arbeitsstutzen (31.1) einen relativ zu ihm beweglich gelagerten, die Sekundär-Arbeitsöffnung (31.0) wahlweise verschließenden mechanischen Verschluss (33) aufnimmt.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mechanische Verschluss (33) als Stopfen, Zug-Stöpsel, Schraubverschluss, Membran od. dgl. ausgebildet ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der als Stopfen ausgebildete mechanische Verschluss (33) in einer Kulissenführung (33.3) an der Innenwand des Haupt-Arbeitsstutzens (31.1) beweglich und arretierbar ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mechanische Verschluss (33) unter Verschieben in axialer Richtung des Haupt-Arbeitsstutzens (31.1) und unter Verdrehen in jenem mittels Hinterschnitt (33.4) arretierbar ist.

29. Verfahren zum Prüfen der Dichtigkeit und/oder zum Verfüllen beim Herstellen, Kontrollieren und/oder Instandsetzen von insbesondere mindestens teilweise vom Erdreich umgebenen Wand- oder Schalenbauwerken, Gebäuden und/oder Teilen davon wie Mauer- oder Betonbauwerken sowie von in ihrer Funktion hinsichtlich Dichtigkeitserfordernissen ähnlichen Bauwerken im Tief- und Ingenieurbau, bei deren Erstellung ein Absenken des Grundwasserspiegels erfolgt und die mittels einer das Bauwerk abdeckenden Kunststoff-Dichtungsbahn unter Ausbildung einer zwischen Dichtungsbahn und abgedecktem Bauwerk bzw. Bauwerkteil befindlichen Bauwerksfuge in Richtung zur Luftseite hin gegen Fluiddurchtritt von der Außenseite her, insbesondere von der Bergseite her abgedichtet werden,

wobei zum Verfüllen der Bauwerksfuge fließfähiges aushärtendes Material über eine Aufspannstelle in die Bauwerksfuge injiziert wird,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

– in einem ersten Arbeitsvorgang (A) die Bauwerksfuge (15.20) über einen ersten Strömungsweg (32.0) der Aufspannstelle (25) mit dem fließfähigen Material (A') verfüllt wird und man dieses aushärten lässt,

– wobei sich ein zweiter Strömungsweg (31.0) der Aufspannstelle (25) in verschlossenem Zustand befindet, und dass

– nach Abschluss des ersten Arbeitsvorgangs in einem zweiten Arbeitsvorgang (B, C, D) über einen zweiten Strömungsweg (31.0) von der Luftseite (102) der Dichtungsbahn (20) her die Bauwerksfuge (15.20) auf eingedrungenes Wasser geprüft (C)

sowie

– bei Feststellen von Undichtigkeiten weiteres fließfähiges aushärtendes Material (D') injiziert (D) wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen erstem und zweitem Arbeitsvorgang das Auslösen des Grundwasser-Wiederanstiegs erfolgt.

31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vor Beginn des ersten Arbeitsvorgangs (A) verschlossene zweite Strömungsweg (31.0) nach Abschluss des ersten Arbeitsvorgangs (A) sowie vor Beginn des zweiten Arbeitsvorgangs (C, D) geöffnet (B) wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Öffnen (B) des zweiten Strömungswegs (31.0) mittels Druckfluid erfolgt.

33. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Öffnen (B) des zweiten Strömungswegs (31.0) mechanisch erfolgt.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Strömungsweg (32.0) nach Abschluss des ersten Arbeitsvorgangs (A) im gegebenen Zustand bleibt.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Verfüllen mit fließfähigem aushärtendem Material (A') über den ersten Strömungsweg (32.0) der zweite Strömungsweg (31.0) leicht wiederöffnungsfähig verschlossen wird.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Strömungsweg (**32.0**) selbsttätig verschließt und für weitere Injektionsvorgänge funktionsgerecht wiederverwendbar freizuspülen ist.

37. Verwendung einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und/oder einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28 und/oder eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 29 bis 36 bei der Herstellung zweischaliger, rundum mit Kunststoffdichtungsbahn abgedichteter Tunnelbauwerke.

38. Verwendung einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und/oder einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28 und/oder eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 29 bis 35 bei der Herstellung zweischaliger, rundum mit Kunststoffdichtungsbahn abgedichteter Tunnelbauwerke, wobei im Zuge der Herstellung des Tunnelbauwerks eine Mehrzahl über die Bauwerkslänge und den Umfang vorzugsweise regelmäßig angeordneter Einrichtungen bzw. Vorrichtungen eingesetzt wird, von denen sukzessive jeweils nur ein Teil zum Injizieren benutzt wird und die übrigen Einrichtungen bzw. Vorrichtungen zum Entlüften bzw. Entwässern der Bauwerksfuge nutzbar bleiben.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

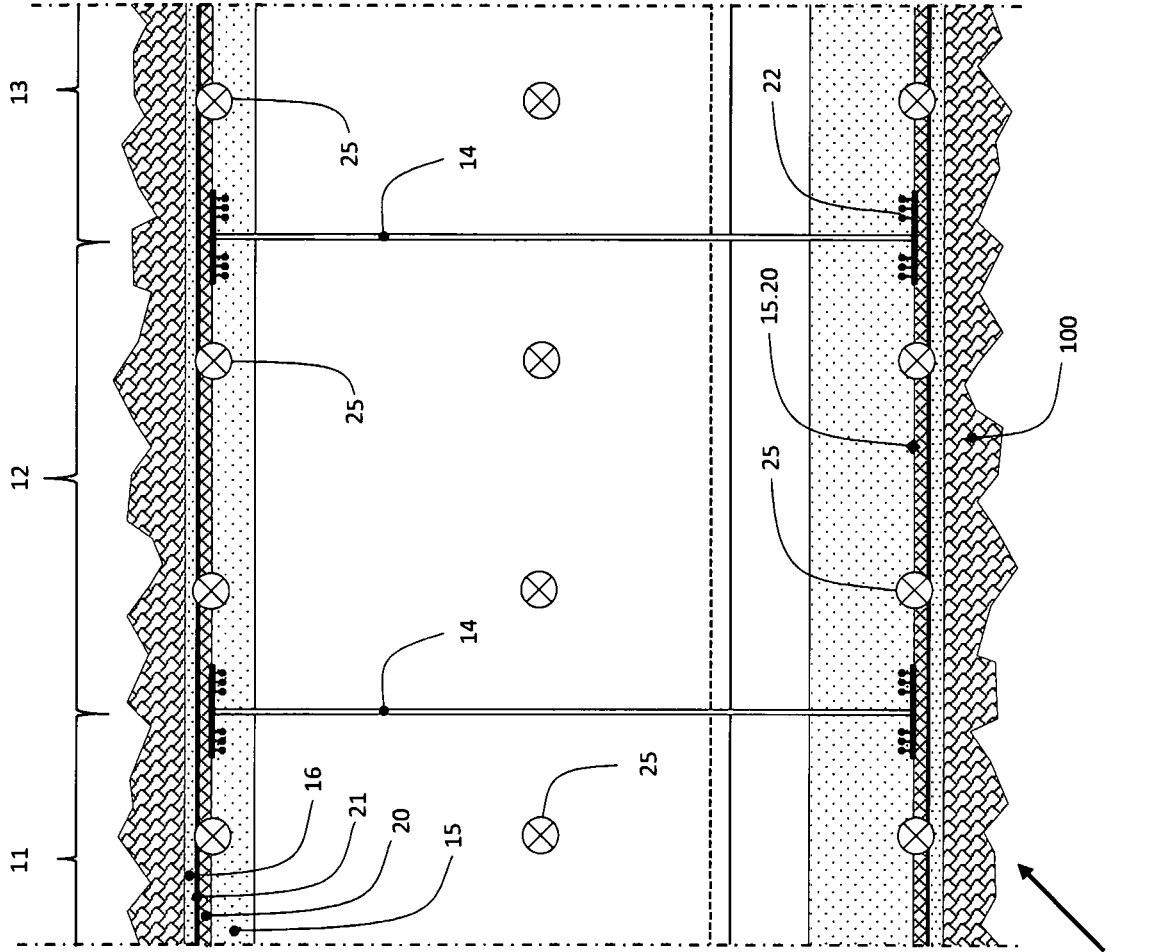


Fig. 2

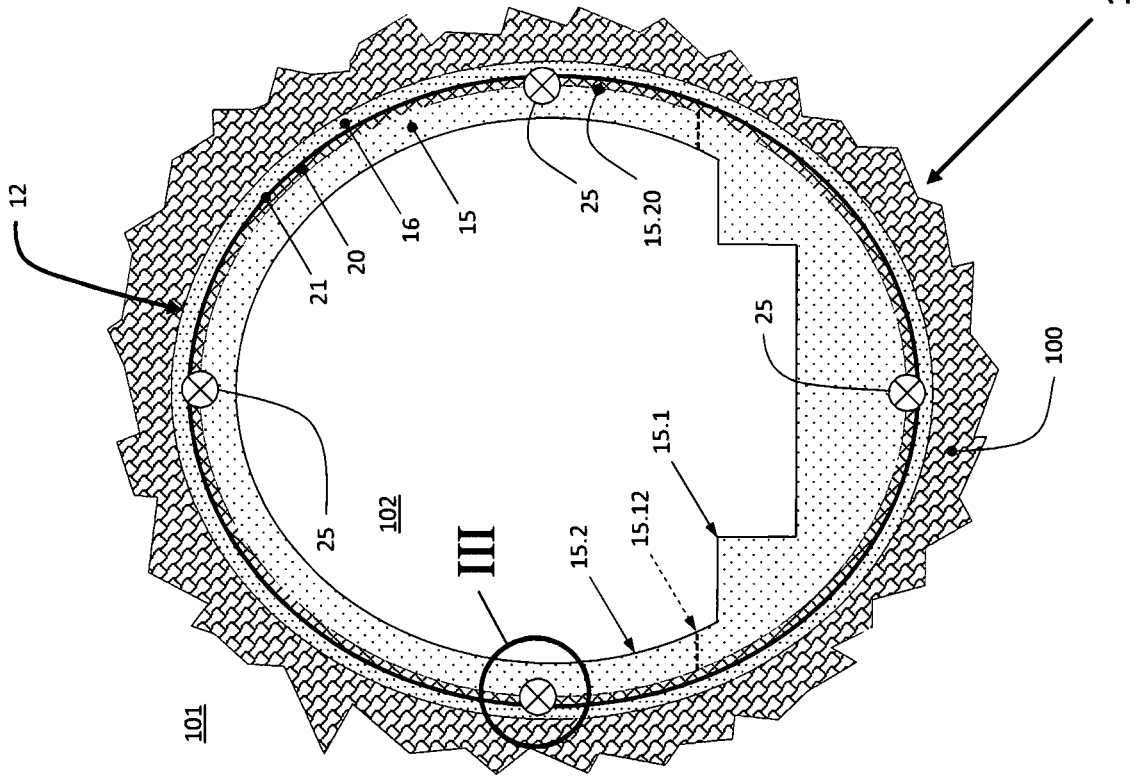


Fig. 1



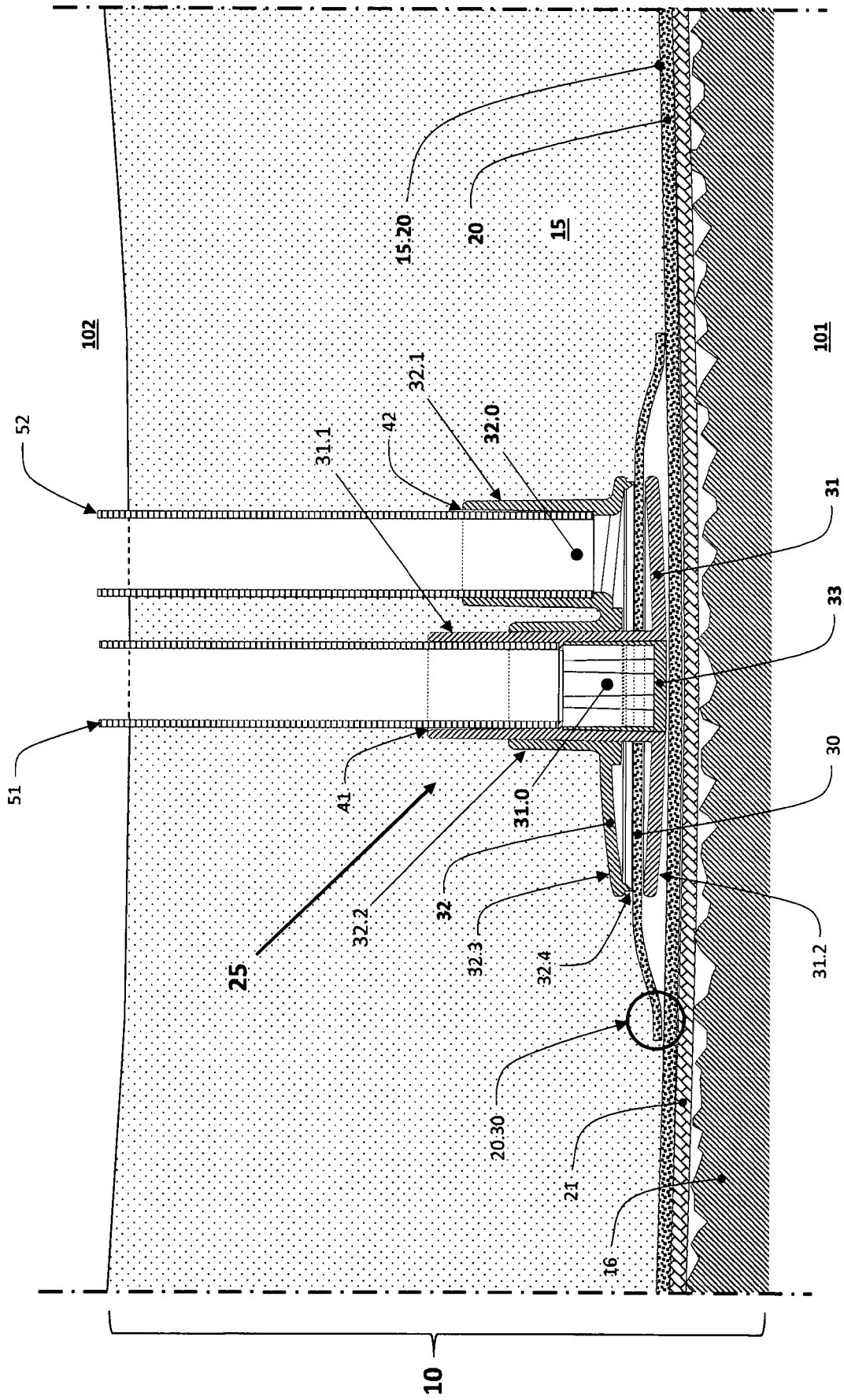


Fig. 3

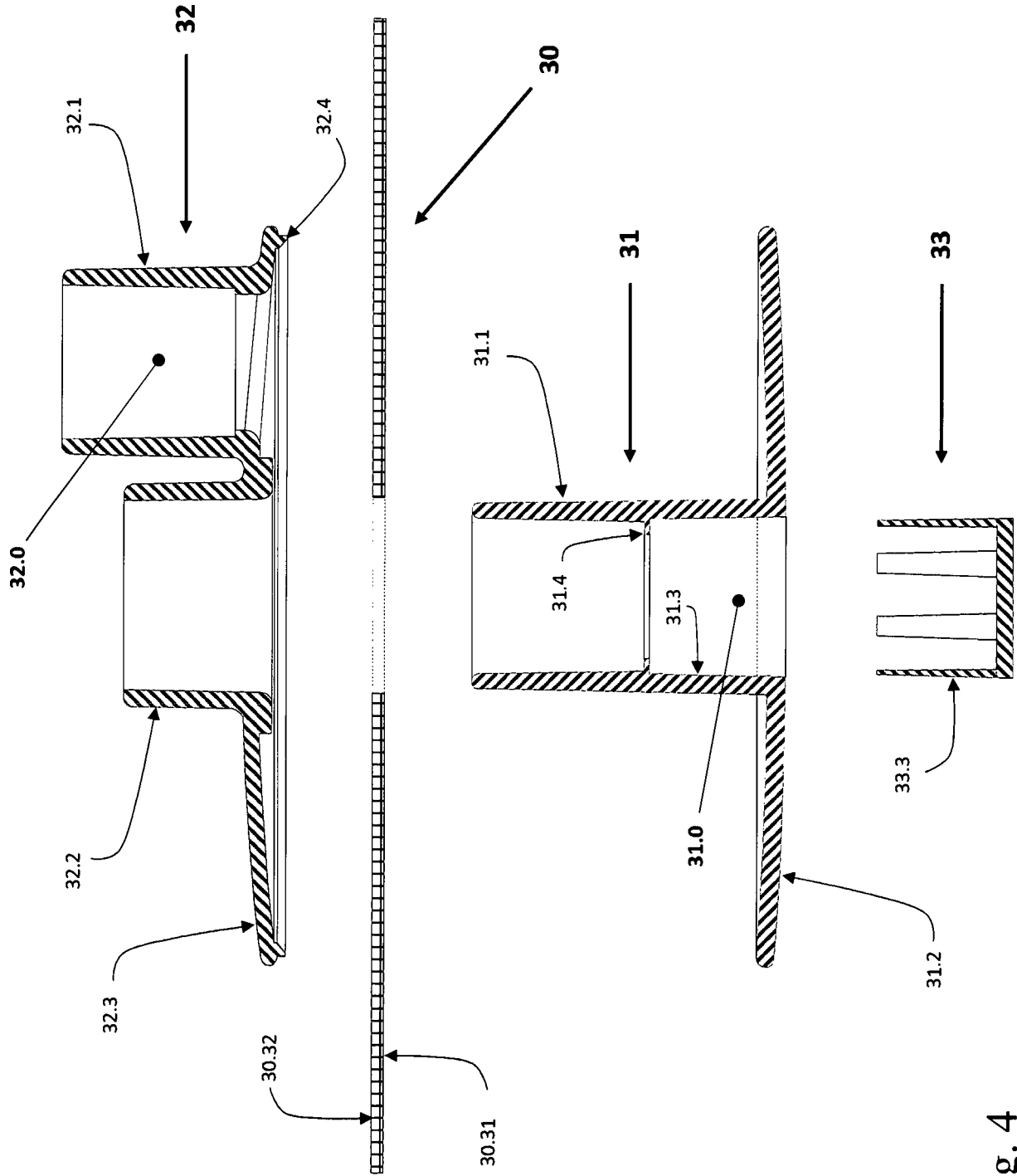


Fig. 4

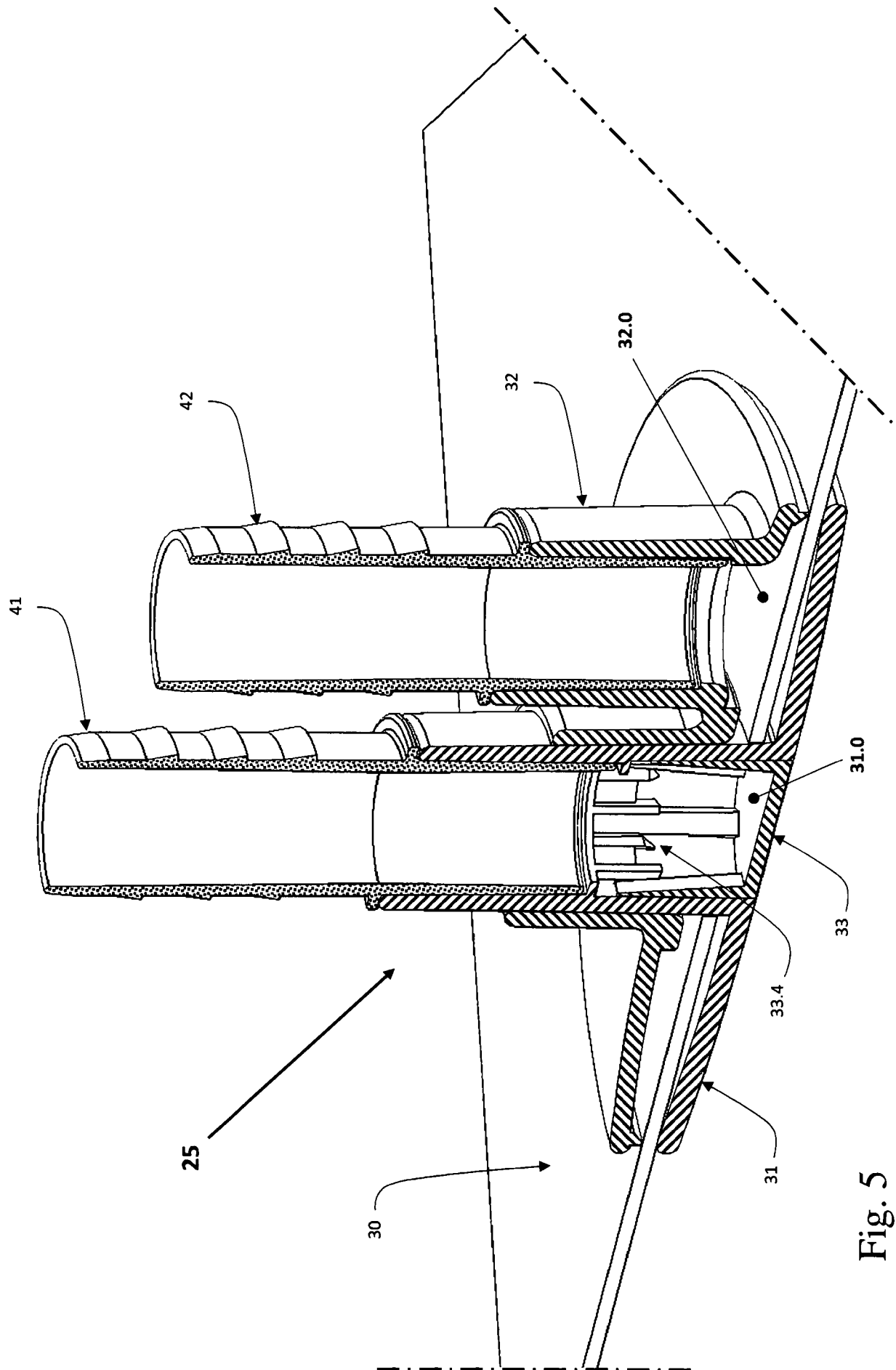


Fig. 5

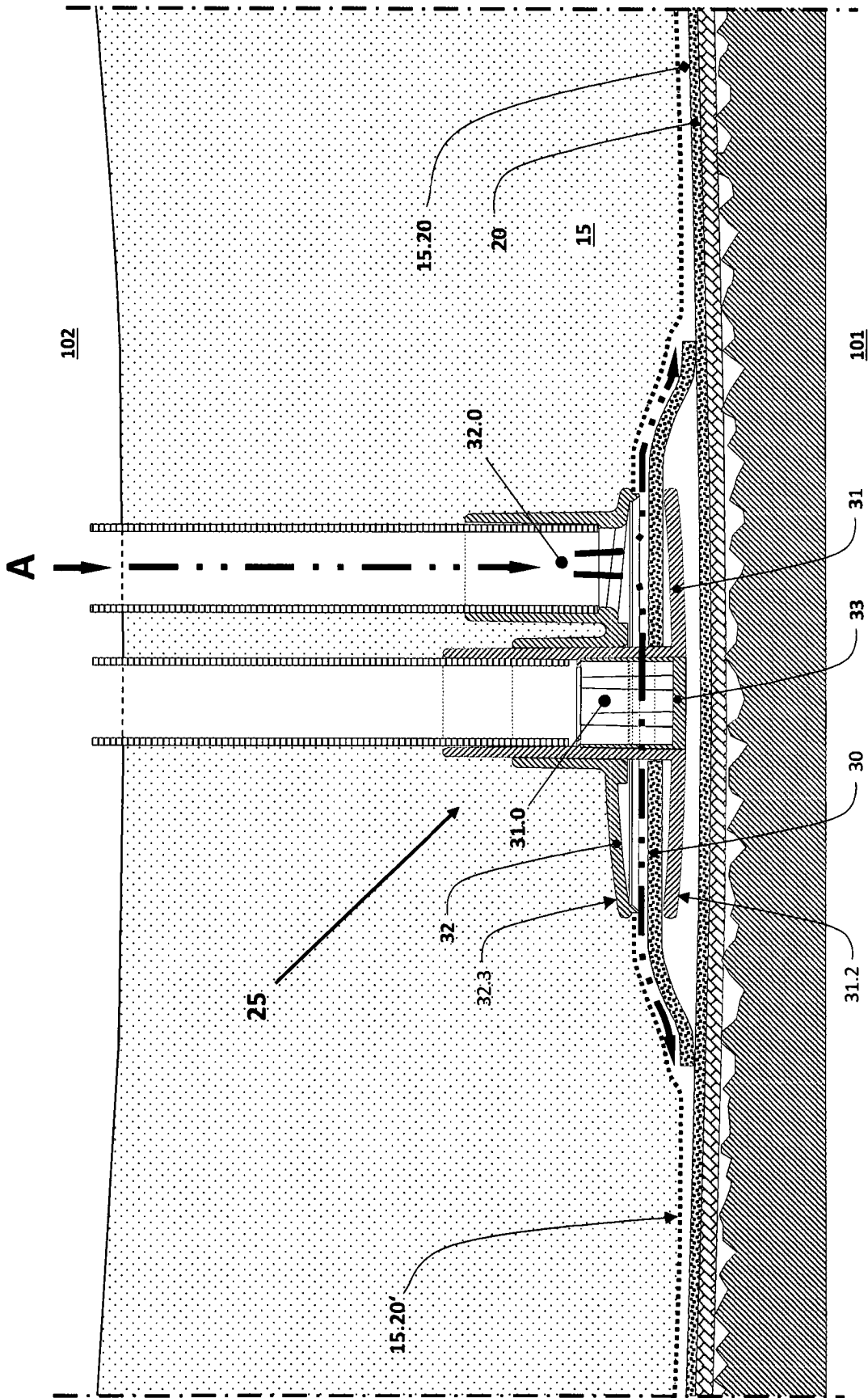


Fig. 6

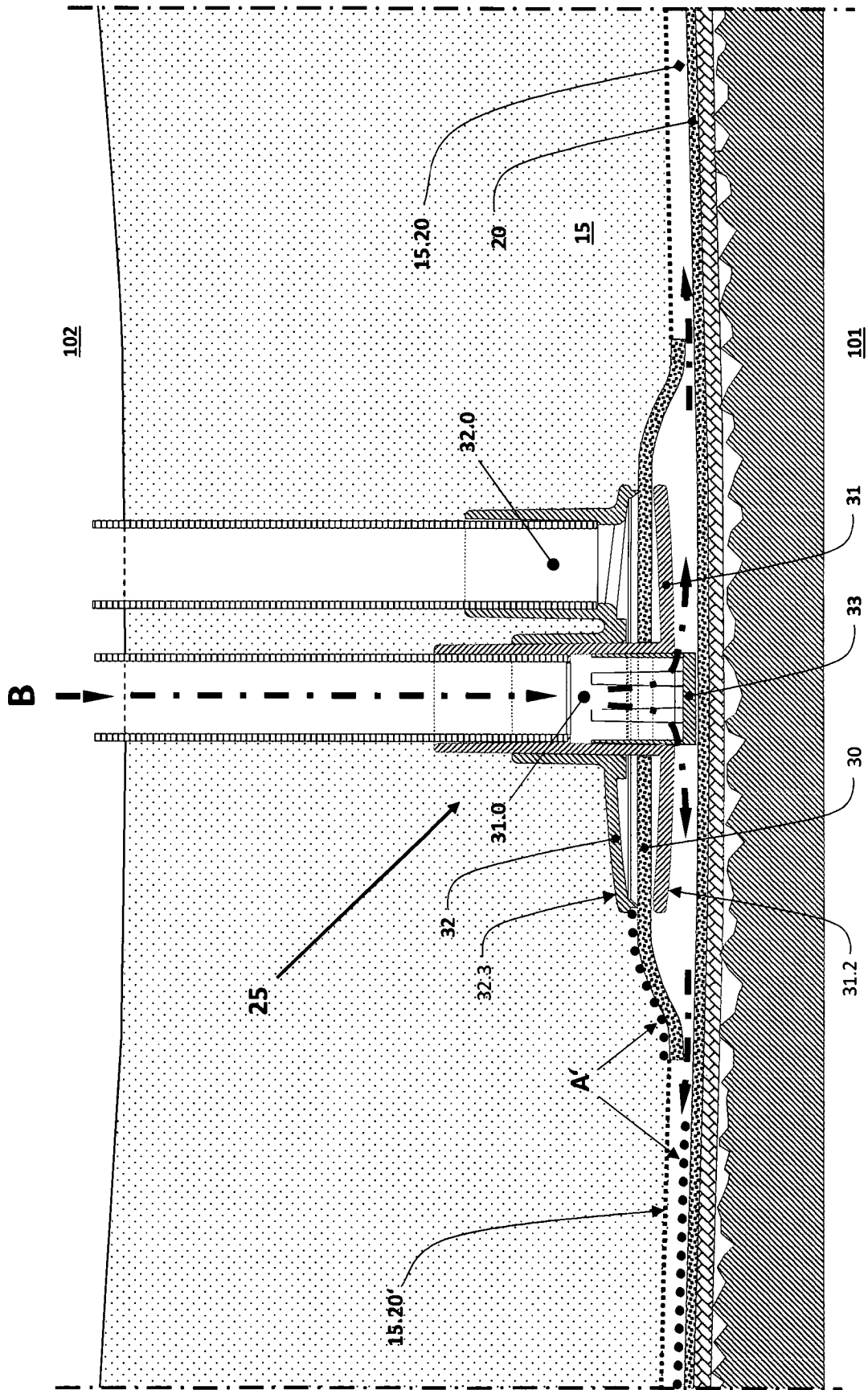


Fig. 7

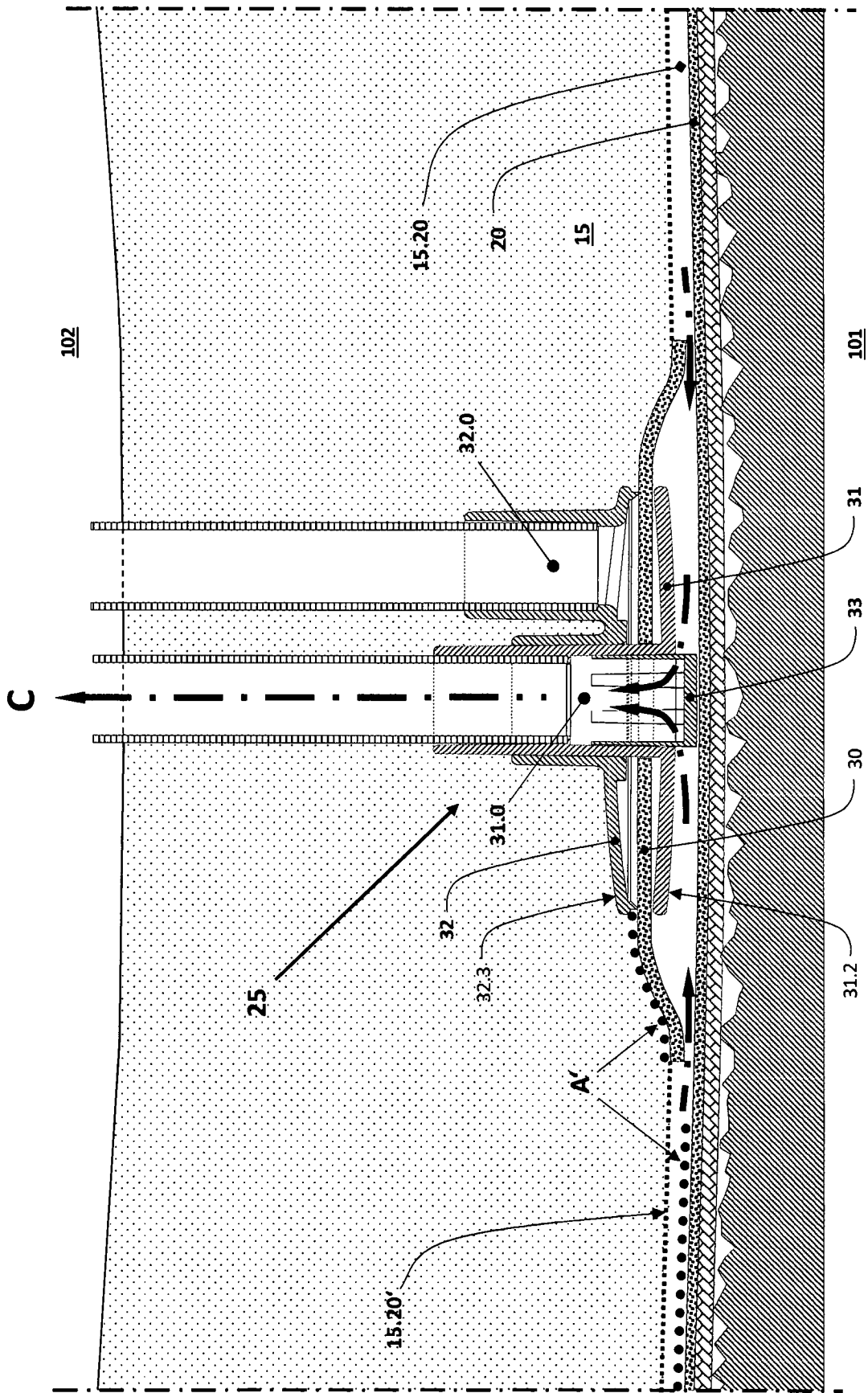


Fig. 8

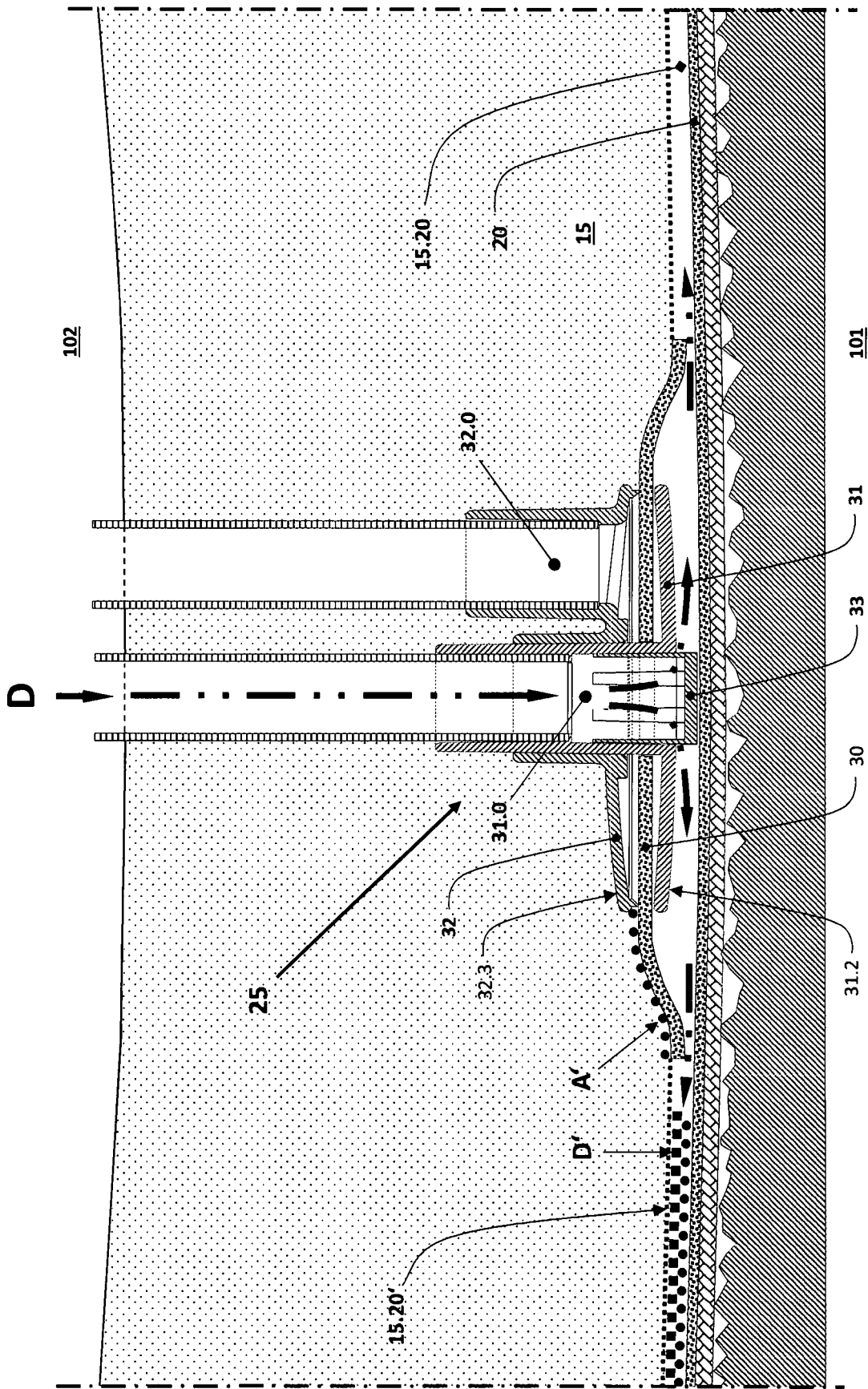


Fig. 9