

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Juni 2011 (16.06.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/069480 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: *E21D 11/05* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/001389
- (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Dezember 2010 (01.12.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2009 057 521.9
10. Dezember 2009 (10.12.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BOCHUMER EISENHÜTTE HEINTZ-MANN GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Klosterstrasse 46, 44787 Bochum (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PODJADTKE, Rudi** [DE/DE]; Geschwister-Scholl-Strasse 21, 44623 Herne (DE).
- (74) Anwalt: **BOCKERMANN KSOLL GRIEPENSTROH**; Bergstr. 159, 44791 Bochum (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TUBBING WORKS HAVING AN INTEGRATED FLEXIBLE ELEMENT

(54) Bezeichnung : TÜBBING-AUSBAU MIT INTEGRIERTEM NACHGIEBIGKEITSELEMENT

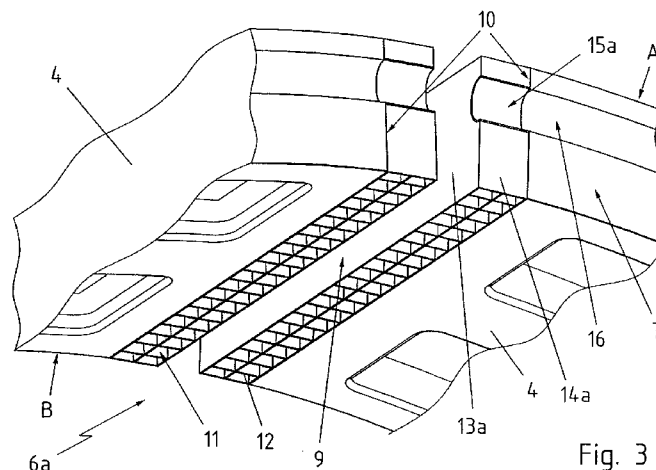


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to tubbing works embodied as a tubular inner shell of a tunnel or shaft, which comprises tube sections arranged one behind the other in the longitudinal direction, respectively formed by a tubbing ring (2) and aligned in relation to each other with the front annular surfaces (7) thereof in an annular joint (3). Each tubbing ring (2) comprises tubbings (4) which are adjacent to each other in the direction of the periphery and form a butt joint (9) between two of the front sides thereof (10) and a deformable flexible element (6a, 6b, 6c, 6d) is arranged in at least one butt joint (9) between two tubbings (4). According to the invention, at least one of the tubbings (4) forms a common prefabricated element with the flexible element (6a, 6b, 6c, 6d), said prefabricated element consisting of a steel reinforcing framework surrounded by concrete to which the flexible element (6a, 6b, 6c, 6d) is connected in a force-fitting manner. The outer transverse contour of the flexible element (6a, 6b, 6c, 6d) is parallel to the butt joint (9) of the outer contour of the front sides (10), and the flexible element (6a, 6b, 6c, 6d) completely covers at least one of two front sides (10) of the tubbings (4).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/069480 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Tübbing-Ausbau als rohrförmige Innenschale eines Tunnels oder Schachtes, der in Längsrichtung hintereinander angeordnete Rohrabschnitte aufweist, die jeweils durch einen Tübbing-Ring (2) gebildet werden und mit ihren stirnseitigen Ringflächen (7) in einer Ringfuge (3) zueinander ausgerichtet sind, wobei jeder Tübbing-Ring (2) in Umfangsrichtung aneinander gereihte Tübbings (4) aufweist, die zwischen zwei ihrer Stirnseiten (10) jeweils eine Stoßfuge (9) bilden und in wenigstens einer Stoßfuge (9) zwischen zwei Tübbings (4) ein deformierbares Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) angeordnet ist. Erfindungsgemäß bildet mindestens einer der Tübbings (4) mit dem Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) ein gemeinsames Fertigelement, welches aus einem mit Beton umgebenen Bewehrungsgeflecht aus Stahl gebildet wird, mit dem das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) kraftschlüssig verbunden ist. Hierbei entspricht die äußere Querschnittskontur des Nachgiebigkeitselements (6a, 6b, 6c, 6d) parallel zur Stoßfuge (9) den äußeren Konturen der Stirnseiten (10), wodurch das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) mindestens eine der beiden Stirnseiten (10) der Tübbings (4) vollflächig abdeckt.

Tübbing-Ausbau mit integriertem Nachgiebigkeitselement

Die Erfindung betrifft einen Tübbing-Ausbau gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Die technischen Grundlagen für die Errichtung moderner unterirdischer Bauten fußen vielfach auf den gesicherten Erkenntnissen des Bergbaus. Neben den durch Tunnelbauten aus der Praxis bekannten Gebirgsdurchdringungen in topografisch anspruchsvollen Gegenden erhöht sich insbesondere in dicht besiedelten Ballungsräumen die zukünftige Notwendigkeit der Auslagerung infrastruktureller Bauten unter die erschlossene Erdoberfläche. Eine hierbei mitunter durchführbare offene Bauweise geht allerdings vielfach mit starken Beeinträchtigungen der oberirdischen Nutzung während der Bauphase einher, so dass dem geschlossenen bergmännischen Vortrieb auch hier der Vorzug gegeben wird. Allen gemein ist die erforderliche Auskleidung des gewonnenen Hohlraums mit mindestens einem statisch tragfähigen Innenausbau. Neben der sicheren Lastabtragung aufliegender Erdschichten stellen insbesondere

dynamische Beanspruchungen und Konvergenzverhalten beispielsweise durch Setzungen des umliegenden Erdreichs und Gesteins, hohe Anforderungen an die zu erstellende Innenschale von Tunneln und Schächten.

Bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist es vorbekannt, für die tragende Innenschale in Längsrichtung hintereinander angeordnete rohrförmige Ringabschnitte zu verwenden, die sich mitunter aus einzelnen Segmenten, beispielsweise einzelnen Tübbings, zusammensetzen. Der Vorteil liegt in einer prozesssicheren und mit hoher Maßhaltigkeit verbundenen Vorfertigung der erforderlichen Bauteile, die mit einer kontinuierlichen Vortriebsgeschwindigkeit eingebracht werden können. Die einzelnen Segmente können beispielsweise aus Gusseisen oder Beton gefertigt sein, wobei die gusseiserne Variante auch als verlorene Schalung für eine anschließende Ortbetonauskleidung Verwendung findet. Tendenziell wird die einschalige Bauweise bevorzugt, die gleichzeitig optische und statische Anforderungen bei gleichzeitiger Dichtheit gegen anstehendes Wasser erfüllt.

Moderne Tübbings werden heute als vorgefertigte Betonsegmente hinter geschlossenen Schildvortrieben als fertiger Unterstützungsausbau eingesetzt. Um einen in sich geschlossenen und statisch tragfähigen Tübbing-Ausbau zu erhalten, werden die einzelnen Tübbings innerhalb der gebohrten Röhre miteinander jeweils zu einem umlaufenden Tübbing-Ring zusammengesetzt. Um eine statische sowie wasserundurchlässige Gesamtwirkung zu erhalten, werden die in sich geschlossenen Tübbing-Ringe ebenfalls untereinander gekoppelt.

Im Ergebnis ergibt sich hierbei ein zuvor festgelegter sowie starrer Umfang der Innenschale, der keinerlei Anpassungsmöglichkeit an Verformungen und sonstige Konvergenzen des Gebirges zulässt. Allerdings setzen derartige Bewegungen zumeist nach dem Auffahren der Tunnelröhre ein und bewirken ein Zusammendrücken der das Rohr umschließenden Gesteinsformationen. Dieser Vorgang kann unterschiedlich schnell ablaufen und bis zu einige Monate andauern. Hierdurch ergibt sich eine deutliche Mehrbelastung der tragenden

Elemente, die bereits im Vorfeld statisch erfasst wird und eine entsprechend größere Dimensionierung der einzelnen Bauteile verlangt. Um den Tübbing-Ausbau wirtschaftlicher zu gestalten, ist es daher notwendig, dass die einzelnen Tübbing-Ringe sich dieser Mehrbelastung entziehen können, indem sie ihren jeweiligen Querschnitt ändern, um so eine Umlagerung der umliegenden Kräfte zu bewirken.

Die EP 1 762 698 A1 offenbart ein Nachgiebigkeitselement für langgestreckte Untertageräume. Die Ausführung sieht vor, dass es zwischen zwei in Umfangsrichtung der Tunnelröhre angeordneten und voneinander getrennten Betonschalen integriert wird. Die auftretenden Kräfte werden in umlaufende Ringkräfte verteilt und auf das Nachgiebigkeitselement übertragen, welches unter dem auftretenden Gebirgsdruck nachgibt, indem es zusammengedrückt wird. Die Ausführung zeigt eine im Wesentlichen wabenförmige Struktur, deren Hohlräume während des Zusammendrückens verkleinert werden. Grundsätzlich erfüllt dieses Element seine nachgiebige Aufgabe gut.

Die EP 2 042 686 B1 beschreibt eine Weiterführung des aus der EP 1 762 698 A1 bekannten Nachgiebigkeitselements. Dieses lässt sich auch nachträglich im bereits verbauten Zustand zwischen den Betonschalen insofern verändern, als das ein erhöhtes Widerstandsvermögen dadurch erzeugt werden kann, indem die vorhandenen Hohlräume durch das Einsetzen weiterer Hohlkörper verstärkt werden. In der Praxis wird hierdurch die individuelle Anpassbarkeit an die örtlichen Gegebenheiten deutlich verbessert.

Die aufgezeigten Lösungen eignen sich in besonderer Weise für den örtlichen Einsatz bei untertägigen Verbundausbauten, die sich aus Rinnenprofilen oder Gitterträgern in Kombination mit einer Ortbetonschale zusammensetzen. Hierbei werden die Nachgiebigkeitselement jeweils zwischen zwei voneinander nachgiebig zu gestaltenden Ortbetonschalen eingesetzt und in diese mittels Anschlussbewehrung doppelseitig vor Ort einbetoniert. Zwar wird auch der Hinweis auf den Einsatz in Tübbing-Bauweisen genannt, allerdings ist die praktische Umsetzung hierbei nicht gegeben, da die bekannten Tüblings als

fertige Elemente an den Ort des Einbaus verbracht werden und keinerlei nachträgliche Einbindung in den erstarrten Betonkörper ermöglichen. Überdies erfolgt der Tübbing-Einsatz in der praktischen Anwendung als getaktetes Verfahren, bei dem die örtliche Einbringung eines Nachgiebigkeitselements zwischen zwei sich in Umfangsrichtung gegenüberliegenden Tübbings zu Ungenauigkeiten und nicht zu realisierenden tragfähigen Verbindungen untereinander führen würde. Darüber hinaus weist das Nachgiebigkeitselement keine kompakte Bauform auf, die sich nahtlos in die präzise Fertigung moderner Tübbings integrieren lässt.

Weiterhin offenbart die EP 0 631 034 B1 ein kontrolliert zusammendrückbares Drucklager für Tübbinge in einem Tübbingring aus elastisch deformierbarem Material. Dieses wird jeweils in der Stoßfuge zwischen zwei in Umfangsrichtung hintereinander mit den Stirnseiten zu einem Tübbing-Ring zusammengesetzten Tübbings angeordnet. Der Aufbau des Nachgiebigkeitselements ist optisch an die bekannte Ausführung eines Langlochziegels angelehnt. Dieses wird vorwiegend aus parallel zueinander verlaufenden Stegen zusammengesetzt, die sich untereinander kreuzen und so eine Vielzahl an rechteckigen durchgehenden Hohlräumen bilden. Die Hohlräume erstrecken sich im eingebauten Zustand zwischen den gegenüberliegenden Stirnseiten der Tübbings. Die Kontrolle der elastischen Nachgiebigkeit wird durch das Befüllen der Hohlräume mit einer plastisch verformbaren Füllmasse erreicht, wobei die einzelnen Hohlräume mitunter durch Leitungen untereinander verbunden sind und ein Abfließen der durch Kompression überschüssigen und verdrängten Füllmasse zulassen. Der notwendige Verbund zwischen Tübbings und Drucklager erfolgt mittels einer Verklebung. Durch die Integration eines Manometers kann der tatsächliche Druck innerhalb des Drucklagers abgelesen und bei Bedarf über das Ablassen der Füllmasse reduziert werden.

In der Praxis unterliegen elastische Materialien einer Alterung, die über die gesamte Standzeit des Tübbing-Ausbaus hinweg unerwünschte Eigenschaften annehmen kann. Der Einsatz von druckseitig kontrollierten Füllmassen an jedem einzelnen der innerhalb des gesamten langgezogenen Ausbaus

angeordneten Drucklager verlangt einen hohen Wartungsaufwand. Ein Nachlassen der elastischen Eigenschaften kann zur unbemerkten Perforation, der die einzelnen Hohlkammern bildenden Stege führen, beispielsweise zur uneinsehbaren Außenseite des Tübbing-Rings hin. Hierdurch würde ein freies Austreten des Füllmaterials einsetzen, wodurch sich die Gesamtgeometrie des Tübbing-Ausbaus unkontrolliert verändern kann. Aber auch ohne den Einsatz des Füllmaterials birgt der Einsatz elastischer Materialien gewisse Risiken in sich, da das Ausweichen elastischer Bauteile unter Druckbelastung nur schwer zu kontrollieren ist. So könnte ein innerhalb der unteren Ringhälfte des Tübbing-Rings durch Schubbelastungen bewirktes aneinander vorbei „Gleiten“ zweier Tübbings parallel zur Stoßfuge die Ringstatik in der oberen Ringhälfte gefährden, da der umfangsseitige Verbund zwischen Tübbings und elastischen Drucklagern lediglich auf einer Klebung basiert.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, einen Tübbing-Ausbau als rohrförmige Innenschale eines Tunnels oder Schachtes zu schaffen, der in Umfangsrichtung eine kontrollierte und dauerhaft tragfähige sowie begrenzte Verformbarkeit gestattet, dessen Neuerungen sich dabei nahtlos in die Vorfertigung sowie den schnellen Einbau moderner Tübbings integrieren lassen.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Tübbing-Ausbau gemäß den Merkmalen von Anspruch 1.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 12.

Die Erfindung schafft einen Tübbing-Ausbau als rohrförmige Innenschale eines Tunnels oder Schachtes, der in Längsrichtung hintereinander angeordnete Rohrabschnitte aufweist. Die Rohrabschnitte werden jeweils durch einen Tübbing-Ring gebildet, die mit ihren stirnseitigen Ringflächen in einer Ringfuge zueinander ausgerichtet sind. Hierbei weist jeder einzelne Tübbing-Ring in Umfangsrichtung mit ihren Stirnseiten aneinander gereihte Tübbings auf, die zwischen zwei ihrer Stirnseiten jeweils eine Stoßfuge bilden. In wenigstens

einer Stoßfuge zwischen zwei Tübbings ist hierbei ein deformierbares Nachgiebigkeitselement angeordnet. Erfindungsgemäß bildet mindestens einer der Tübbings zusammen mit dem Nachgiebigkeitselement ein gemeinsames Fertigelement, welches aus einem mit Beton umgebenen Bewehrungsgeflecht aus Stahl gebildet wird, mit dem das Nachgiebigkeitselement kraftschlüssig verbunden ist. Die äußere Querschnittskontur des Nachgiebigkeitselements parallel zur Stoßfuge entspricht hierbei den äußeren Konturen der Stirnseiten, wodurch das Nachgiebigkeitselement mindestens eine der beiden Stirnseiten der Tübbings vollflächig abdeckt.

Der besondere Vorteil liegt in der kraftschlüssigen Verbindung des Nachgiebigkeitselements mit der statisch notwendigen und/oder konstruktiven Bewehrung eines der Tübbings, wodurch eine einfach weiterzuverarbeitende Grundform geschaffen wird, welche direkt in die formgebende Betonierung der vorzufertigenden Tübbings einzugliedern ist. Auch wenn das Nachgiebigkeitselement aus unterschiedlichen Materialien wie beispielsweise Kunststoff gefertigt sein kann, wird es in vorteilhafter Weise aus einem feuerfesten, alterungsbeständigen Material wie beispielsweise Metall gefertigt. Neben diversen Legierungen können diese auch einen Oberflächenschutz wie beispielsweise Zink aufweisen.

Zusammen mit den gleichen Konturverläufen des Nachgiebigkeitselements in Kombination mit einem der Tübbings steht somit jeweils ein einzelnes kompaktes Fertigelement zur Verfügung, welches direkt an den Ort des Einbaus verbracht und integriert wird. Auf diese Weise werden beispielsweise zwei mit jeweils einem halben Nachgiebigkeitselement ausgestattete Tübbings so in Umfangsrichtung des Tübbing-Rings aneinander gereiht, dass die beiden Nachgiebigkeitselemente in der Stoßfuge gegeneinander gelegt und gemeinsam zu einem einzelnen zusammengesetzten Nachgiebigkeitselement kombiniert werden. Die dabei notwendige Kopplung untereinander kann beispielsweise durch Schweißen, Klemmen oder über lösbare Verbindungsmittel sowie eine Kombination aus allem erfolgen.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Nachgiebigkeitselement im Wesentlichen ein Kastenprofil bildet, welches quer zur Umfangsrichtung des jeweiligen Tübbing-Rings angeordnete durchgehende Hohlkammern aufweist. Durch die Kastenform ergibt sich eine kompakte und einfach zu integrierende Bauform, die eine nahezu in sich geschlossene Einheit bildet. Der Vorteil der klaren Formgebung liegt in der einfachen und die Stoßfuge ausfüllenden Integration des Nachgiebigkeitselements in den Tübbing-Ausbau. Insbesondere der Formschluss zu benachbarten Tübbing-Ringen reduziert den Aufwand einer wasserdichten Ausgestaltung auf ein Minimum. Die durchgehenden Hohlkammern „opfern“ sich bei der durch den Gebirgsdruck eintretenden plastischen Deformation des Nachgiebigkeitselements auf, indem ihr Volumen durch kontrolliertes Zusammendrücken in eine Richtung reduziert wird. Über die Größe sowie die Summe der Hohlkammern kann so bereits im Vorfeld Einfluss auf die spätere Form der Nachgiebigkeit genommen werden. Neben dem quer zur Umfangsrichtung möglichen Verlauf der Hohlkammern in Tunnellängsrichtung verlaufen diese in vorteilhafter Weise radial, so dass die Hohlkammern von der Innenseite des Tübbing-Ausbaus einsehbar sind. Neben der so möglichen schnellen optischen Einschätzung der Verformung liegt der Vorteil insbesondere in einem späteren Einbringen von beispielsweise elastisch oder plastisch verformbaren Stoffen und Bauteilen in die Hohlkammern sowie einer den Tübbings eigenschaftsgleichen Versteifung durch ein Auffüllen mit Beton.

In der Ausgestaltung des Nachgiebigkeitselements sieht eine mögliche Variante vor, dass die Hohlkammern durch mehrere parallel zueinander verlaufende Stege gebildet werden, die sich jeweils zwischen zwei gegenüberliegenden und parallel zu den Stirnseiten der Tübbings verlaufenden Längswänden sowie zwei jeweils in Ebene der Ringflächen der Tübbing-Ringe verlaufenden Querwänden erstrecken. Die einzelnen Stege sind hierbei untereinander rechtwinklig gekreuzt, so dass sich eine Gitterstruktur ergibt. Der Vorteil liegt hierbei in einem zu Beginn der Druckbelastung erhöhten Widerstand, da die einzelnen Stege zunächst ihrer Längsrichtung nach belastet werden und „ausknicken“ müssen, um eine plastische Verformung zu erzeugen.

In einer Weiterführung der Erfindung unter Einbeziehung der zuvor erläuterten Gitterstruktur sind die Längswände des Nachgiebigkeitselements parallel zur Längsachse des Tübbing-Rings zueinander nach innen in das Innere des Kastenprofils gewölbt. Auch hierbei ergibt sich, dass die so ausgestalteten Längswände des Nachgiebigkeitselements einen vollflächigen Kontakt mit den angrenzenden formangepassten Stirnseiten der Tübbings aufweisen. Durch die bikonkav zueinander verlaufende Form der Längswände und die darin jeweils plankonvex formangepassten Stirnseiten der Tübbings ergibt sich die Möglichkeit, dass nur eine Seite des Nachgiebigkeitselements einen festen Verbund mit einer der Stirnseiten der Tübbings aufweist, während die gegenüberliegende Seite lediglich im formangepassten Kontakt zu der Stirnseite des anderen Tübbings steht. Hierdurch ergibt sich eine Gelenkwirkung zwischen den in Umfangsrichtung benachbarten Tübbings, welche eine Winkelverstellung untereinander ermöglicht. Trotz der verformungsfreien Beweglichkeit, die beispielsweise bei einer ungleichförmigen Querschnittsveränderung des Tübbing-Ausbaus auftritt, ist die Lage der beiden Tübbings zueinander klar positioniert und Schubkräfte werden zwischen den halbrund ausgeformten Längswände sowie Stirnseiten problemlos übertragen. Dieser Effekt wirkt sich auch begünstigend auf die Schubkraftübertragung aus, sofern beide Stirnseiten der Tübbings mit dem dazwischen befindlichen Nachgiebigkeitselement verbunden sind.

In Anlehnung an die bikonkave Ausführung der Längswände sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung vor, dass die beiden Längswände des Nachgiebigkeitselements jeweils aus einer Seitenwange gebildet sind, wobei die Seitenwange ein Hohlprofil ist, dessen Querschnittsform ein Kreissegment aufweist. Das Kreissegment liegt hierbei mit seinem Kreisbogen jeweils in den ebenfalls formangepassten Stirnseiten der Tübbings. Durch die jeweils plankonvexe Form der Längswände ergeben sich auch hierbei die zuvor geschilderten Vorteile einer Gelenkwirkung bei einseitigem Verbund des Nachgiebigkeitselements mit einem der Tübbings sowie eine verbesserte Übertragung der Schubkräfte. Die Ausführung der Längswände als Hohlprofil bewirkt zudem eine einfachere Herstellung der aus Stegen im Inneren

erzeugten Gitterstruktur, da die eingesetzten Hohlprofile auf der dem Kreisbogen gegenüberliegenden Seite jeweils eine parallel zu den Stegen verlaufende gerade Fläche aufweisen, zwischen denen sich die quer verlaufenden Stege erstrecken und gerade enden können.

In einer Variante zu der Gitterstruktur sieht die Erfindung vor, dass das Nachgiebigkeitselements zwei sich gegenüberliegende und parallel zu den beiden Stirnseiten der Tübbings verlaufende ebene Längswände aufweist und die dazwischen liegenden Hohlkammern aus einzelnen Rohrkörpern gebildet werden. Die Rohrkörper sind hierbei jeweils in einer Reihe parallel zu den Längswänden angeordnet und stehen in einem umfangsseitigen Kontakt zueinander. Zwischen zwei benachbarten Reihen aus Rohrkörpern ist zudem mindestens ein Zwischensteg angeordnet, an dem die einzelnen Rohrkörper in ihrer jeweiligen Lage fixiert sind. Durch die runde Querschnittsform der Rohrkörper ergibt sich zu Beginn gegenüber der Gitterstruktur ein etwas geringerer Widerstand, da die Mantelflächen der Rohrkörper direkt auf Biegung beansprucht werden. Grundsätzlich können die Rohrkörper in einer Reihe auch einen beispielsweise dem Radius entsprechenden Abstand der Mantelflächen zueinander aufweisen, wodurch die Nachgiebigkeit des Rohrquerschnitts bis zu dessen planer Verformung untereinander berührungslos verläuft. Durch die Aneinanderreihung der Rohrkörper stützen sich die Mantelflächen gegeneinander ab, so dass die jeweilige Verformung in das Innere des Rohrquerschnitts erfolgen muss, wodurch sich ein erhöhter Widerstand ergibt. Über die Dicke der Wandung, sowie den Durchmesser, Abstand und die Stück- sowie Reihenanzahl der Rohrkörper lässt sich der Widerstand des Nachgiebigkeitselements gezielt „einstellen“, um dieses an die jeweiligen Anforderungen anzupassen. Auch hierbei ist das Befüllen der Hohlräume innerhalb und zwischen den Rohrkörpern analog der Gitterstruktur anwendbar.

Vor dem Hintergrund eines als Gesamtsystem zusammenwirkenden unterirdischen Ausbaus wird es als vorteilhaft angesehen, dass ein Verstellelement in der Stoßfuge zwischen den Stirnseiten der Tübbings angeordnet ist, wodurch ein durch das Verstellelement bewirkter Abstand der

Stirnseiten zueinander veränderbar ist. Auch wenn das Verstellelement außerhalb der zwischen den benachbarten Stoßfugen liegenden Stoßfuge beispielsweise in den Tübbings oder generell neben der Ringebene angeordnet sein kann und über eine geeignete Verbindung mit den Tübbings gekoppelt ist, wird die erfindungsgemäße Anordnung des Verstellelements in Umfangsebene der einzelnen Ringabschnitte bevorzugt. Hierdurch ergibt sich ein kompaktes geschlossenes System, innerhalb dem die auftretenden Ringkräfte statisch vorteilhaft durchgeleitet werden. Überdies bewirkt die Integration des Verstellelements innerhalb der Tübbing-Ringe die bestmögliche Ausnutzung des durch den Tübbing-Ausbau geschaffenen Innenvolumens.

Alternativ ist das Nachgiebigkeitselement ein stauchbarer Teil des zuvor erwähnten Verstellelements oder wird mit diesem innerhalb der einzelnen Tübbing-Ringe kombiniert. Durch die Kombination innerhalb eines Bauteils erhöht sich das Maß der Vorfertigung und lässt eine einheitliche Produktionsweise zu.

Durch die umfangsseitige Variabilität der Tübbing-Ringe sieht eine bevorzugte Ausgestaltung des Tübbing-Ausbaus vor, dass die Tübbing-Ringe untereinander über eine Koppereinheit räumlich nachgiebig verbunden sind. Die Koppereinheit zwischen den Tübbing-Ringen sowie weiteren Rohrabschnitten ist hierbei eine lösbare Verbindung. Hierdurch wird sichergestellt, dass das unterschiedliche "Atmen" in Form von Umfangsänderungen der Tübbing-Ringe untereinander ermöglicht wird und weitestgehend spannungsfrei verlaufen kann, da benachbarte Tübbing-Ringe somit unterschiedliche Durchmesser einnehmen können, ohne durch einen starren Verbund mit benachbarten Tübbing-Ringen daran gehindert zu werden. Insgesamt werden hierdurch die einzelnen Segmente sicher und exakt untereinander positioniert bei gleichzeitiger räumlicher Bewegungsfreiheit.

Um einen dichten Kontakt zwischen dem Nachgiebigkeitselement und einem in Längsrichtung des Tübbing-Ausbaus benachbarten Tübbing-Ring oder anderweitig gestalteten Rohrabschnitt innerhalb der Ringfuge zu erhalten, sieht

eine bevorzugte Ausgestaltung vor, dass das Nachgiebigkeitselement zu den Ringflächen des Tübbing-Rings hin jeweils eine Aussparung für eine Dichtung aufweist. Diese Aussparung erstreckt sich hierbei jeweils über die Seiten des Nachgiebigkeitselements zwischen den beiden Stirnseiten der Tübbings und bildet im Querschnitt eine im Wesentlichen halbe Kreisfläche. Diese Ausführung kann grundsätzlich auch bei dem Verstellelement Verwendung finden. Neben der so erreichten Dichtwirkung sorgt insbesondere die Formgestaltung der Aussparung für eine sichere und lagegenaue Positionierung einer Dichtschnur innerhalb der Ringfuge, die so auch bei möglichen Verschiebungen der Tübbing-Ringe untereinander in Ebene der Ringflächen gewahrt bleibt. Die Tübbings selbst weisen an ihren Stirnseiten entsprechende Dichtungen auf, die hierdurch direkt gegeneinander oder gegen in der Stoßfuge befindliche Bauteile dichten. Beim Einsatz des Verstellelements sowie des Nachgiebigkeitselements können diese direkt mit einer das jeweilige Element vom Außenumfang her übergreifenden Dichtungen kombiniert werden. In anderen Ausführungen sind die Elemente bereits in sich gedichtet.

In Kombination mit der Aussparung an dem Nachgiebigkeitselement wird es als besonders vorteilhaft angesehen, dass in der Ringfuge zwischen den Tübbing-Ringen und weiteren Rohrabschnitten insgesamt eine sich jeweils über die Ringflächen umlaufend erstreckende Dichtung eingegliedert ist. Durch die geschlossene Gestalt in Form eines O-Rings werden die Ringflächen gegeneinander sicher gegen mögliches Eindringen von umgebendem Wasser gedichtet. Neben möglicherweise anstehendem Grundwasser ist dies grundsätzlich auch bei allen Ausführungen unterhalb der Wasseroberfläche vorzusehen. Auch wenn die Dichtung beispielsweise aus einzelnen Abschnitten zusammengesetzt ihre dichtende Wirkung entfalten kann, wird in vorteilhafter Weise hierfür eine einteilige kreisförmige Vollgummidichtung verwendet. Der Pressdruck innerhalb der Ringfuge durch die Kopplung der Tübbing-Ringe untereinander reicht aus, um den notwendigen Dichtheitsgrad zu erreichen. Durch die Ausbildung einer umlaufenden Ringnut innerhalb der Ringflächen analog der Aussparung des Nachgiebigkeitselements und des Verstellelements werden auch die jeweiligen Bewegungen der Rohrabschnitte untereinander

sicher durch Verformungen und lagegenaue Fixierung der Dichtung aufgenommen.

Speziell unter extremen Bedingungen sieht eine weitere Ausgestaltung der Erfindung vor, dass die Dichtung aus einem Vollmaterial oder einem mit unterschiedlichen Medien befüllbaren radial flexiblen Schlauch gebildet ist. Durch das Einbringen eines Mediums in das Innere des Schlauchs wird eine elastische Querschnittsänderung der Schlauchdichtung bewirkt, die auch bei fehlendem oder nur geringem Anpressdruck innerhalb der Ringfuge ihre dichtende Wirkung erzielt, indem sie selbst den notwendigen Anpressdruck durch Volumenzuwachs erzeugt. Über ein von der Innenseite des Tübbing-Ausbau erreichbares Ventil, welches als Stichleitung eine Verbindung zum Inneren der Dichtung schafft, kann auch im Nachhinein ein Befüllen sowie Verpressen der Dichtung erfolgen. Neben gasförmigen Medien können beispielsweise auch dauerelastische oder aushärtende Materialien in die Dichtung eingebracht werden. Vorteilhafter Weise ist die Schlauch-Dichtung hierfür mit einer zweiten Stichleitung ausgestattet, über die ein innerhalb der Dichtung befindliches und beim Nachverpressen verdrängtes Medium austreten kann.

Der erfindungsgemäße Tübbing-Ausbau wird somit höchsten Ansprüchen an einen modernen und in der Handhabung flexiblen einschaligen Innenausbau gerecht. Neben einer räumlich nachgiebigen Kopplung zweier benachbarter Ringabschnitte untereinander, ist eine gute Erreichbarkeit und ein problemloser späterer Austausch der Koppeleinheit oder Teile davon gegeben. In Kombination mit einem Verstellelement oder einem Nachgiebigkeitselement oder einer Kombination aus beiden wird durch die räumlich nachgiebige Kopplung sichergestellt, dass das unterschiedliche "Atmen" in Form von Umfangsänderungen der einzelnen Ringabschnitte untereinander möglich ist und auch weitestgehend spannungsfrei verlaufen kann. Hierdurch können die benachbarten Ringabschnitte unterschiedliche Durchmesser einnehmen, ohne durch einen starren Verbund mit benachbarten Ringabschnitten daran gehindert zu werden. Insgesamt werden hierdurch die einzelnen Segmente

sicher und exakt untereinander positioniert bei gleichzeitiger räumlicher Bewegungsfreiheit.

Durch die Möglichkeit einer sich den jeweiligen Gegebenheiten umfangsseitig aktiv anpassbaren Ausgestaltung jedes einzelnen der Ringabschnitte ergibt sich im praktischen Einsatz ein jeweils individueller Mehrwert, der eine vereinfachte Handhabung und einen deutlich erhöhten Gestaltungsspielraum generiert. Insgesamt wird der Einbau erleichtert und mitunter beschleunigt, da jede einzelne Koppereinheit der Ringabschnitte leicht zu erreichen ist und die sonst starre Form der Innenschale problemlos und sicher angepasst werden kann. Durch die Kombination mit passiven Nachgiebigkeitselementen und räumlich nachgiebigen Koppereinheiten steht dem Fachmann nunmehr ein vor Ort anpassungsfähiges und leistungsstarkes Baukastensystem für den modernen Innenausbau unterirdischer Ausbauten, insbesondere von Tunneln und Schächten zu Verfügung.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 in einer Seitenansicht einen erfindungsgemäßen Tübbing- Ausbau als Ausschnitt aus einer durchlaufenden Tunnelröhre;
- Figur 2 der Tübbing-Ausbau aus Figur 1 in einer Frontansicht mit Blick in Richtung der Längsachse in das Innere des Ausbaus;
- Figur 3 zwei innerhalb eines Tübbing-Rings benachbarte Tübbings im Ausschnitt mit jeweils einer der Hälften eines stauchbaren Nachgiebigkeitselements;
- Figur 4 ein Nachgiebigkeitselement in einer Variante der Figur 3 innerhalb eines Ausschnitts mit einem der Tübbings mit geänderten Innenformen;

- Figur 5 ein Nachgiebigkeitselement in einer Variante der Figur 4 in gleicher Darstellungsweise in Kombination mit einem der Tübbings im Ausschnitt;
- Figur 6 ein Nachgiebigkeitselement als Variante der Figur 5 mit geänderten Seitenflächen in gleicher Darstellungsweise;
- Figur 7 in einer perspektivischen Darstellung ein erfindungsgemäßes Verstellelement innerhalb des Ausschnitts zweier Tübbing-Ringe;
- Figur 8 das aus dem Tübbing-Ring extrahierte Verstellelement gemäß der Darstellung der Figur 9 in teilweiser Explosionsdarstellung;
- Figur 9 das Verstellelement gemäß der Darstellungen der Figur 8 in einer geänderten Perspektive;
- Figur 10 ein Verstellelement in einer Variante der Figuren 7 bis 9 mit einem der Tübbings im Ausschnitt in perspektivischer Darstellungsweise;
- Figur 11 das Verstellelement gemäß der Darstellung der Figur 10 mit teilweise geschnittenen Bauteilen in geänderter Perspektive;
- Figur 12 das Verstellelement gemäß der Darstellungen der Figuren 10 und 11 in einer teilweisen Explosionsdarstellung mit teilweise geschnittenen Komponenten in einer geänderten Perspektive;
- Figur 13 einen Ausschnitt zweier benachbarter Tübbing-Ringe in perspektivischer Darstellungsweise mit einer Koppereinheit in einer Explosionsdarstellung;
- Figur 14 eine Koppereinheit als Variante der Figur 13 in einer Aufsicht mit geänderter Befestigung;
- Figur 15 eine Koppereinheit gemäß der Darstellung der Figur 13 in einer Variante mit stabförmigem Verbindungselement;

- Figur 16 eine Koppereinheit gemäß der Darstellung der Figur 15 in einer Variante mit geänderten Koppelflächen;
- Figur 17 eine Koppereinheit als Variante zu den Figuren 13 bis 16 gemäß der Darstellungen der Figuren 15 und 16 in einer geänderten Perspektive mit einer geänderten Verbindungsanordnung;
- Figur 18 eine Koppereinheit gemäß der Darstellungen der Figur 17 in einer Variante mit geänderten Koppelflächen und
- Figur 19 eine Dichtung innerhalb eines perspektivischen Ausschnitts der Stirnseite eines Tübbing-Rings.

Figur 1 zeigt als Ausschnitt die einzelnen Bauteile des Tübbing-Ausbaus 1 in einer seitlichen Außenansicht einer Tunnelröhre, der aus drei erkennbaren und daneben angedeuteten in Längsrichtung hintereinander angeordneten Tübbing-Ringen 2 gebildet wird. Zwischen den einzelnen Tübbing-Ringen 2 befindet sich jeweils eine umlaufende Ringfuge 3. Die Tübbing-Ringe 2 setzen sich in Umfangsrichtung aus aneinander gereihten Tübbings 4 zusammen, wobei zwischen einigen benachbarten Tübbings 4 in Umfangsrichtung jeweils ein Verstellelement 5a, 5b oder jeweils ein Nachgiebigkeitselement 6a, 6b, 6c, 6d angeordnet ist.

Mit Blick in Tunnellängsrichtung stellt Figur 2 eine perspektivische Innenansicht der kreisrunden Tübbing-Ringe 2 dar. Der vor Kopf gelegene Teil der Tübbing-Ringe 2 weist sichtbar eine von zwei stirnseitig umlaufenden Ringflächen 7 auf, über die die Tübbing-Ringe 2 zueinander ausgerichtet sind. Im Bereich der Ringflächen 7 ist eine umlaufende kreisrunde Dichtung 8 zu erkennen, die innerhalb der Ringfuge 3 verläuft und die Tübbing-Ringe 2 untereinander dichtet. Zwischen jeweils zwei Tübbings 4 befindet sich in Umfangsrichtung der Tübbing-Ringe 2 jeweils eine Stoßfuge 9, innerhalb der das Verstellelement 5a, 5b oder das Nachgiebigkeitselement 6a, 6b, 6c, 6d angeordnet ist. Die Stoßfuge 9 verläuft jeweils radial von einer Außenseite A zu einer Innenseite B der Tübbing-Ringe 2.

Figur 3 stellt den Ausschnitt zweier sich in der Stoßfuge 9 gegenüberstehender Tübbings 4 dar, wobei deren beiden Stirnseiten 10 jeweils mit einer Hälfte eines Nachgiebigkeitselements 6a verbunden sind. Die Tübbings 4 bilden hierbei mit einer Hälfte des Nachgiebigkeitselements 6a jeweils ein gemeinsames Fertigelement, wobei die jeweilige Hälfte des Nachgiebigkeitselements 6a mit einem hier nicht näher dargestellten Bewehrungsgeflecht aus Stahl des Stahlbetonkörpers der Tübbings 4 kraftschlüssig verbunden ist. Die äußere Querschnittskontur des Nachgiebigkeitselements 6a parallel zur Stoßfuge 9 entspricht hierbei den äußeren Konturen der Stirnseiten 10, wodurch die beiden Stirnseiten 10 vollflächig abgedeckt sind. Die beiden Hälften des Nachgiebigkeitselements 6a werden hierbei jeweils aus einem Kastenprofil gebildet, welches jeweils von der Innenseite B zur Außenseite A durchgehend verlaufende Hohlkammern 11 aufweist. Die Hohlkammern 11 werden hierbei jeweils durch parallel zueinander verlaufende Stege 12 gebildet, die sich jeweils zwischen zwei gegenüberliegenden und parallel zu den Stirnseiten 10 verlaufenden Längswänden 13a des jeweiligen Kastenprofils sowie zwei jeweils in Ebene der Ringflächen 7 verlaufenden Querwände 14a erstrecken. Die Stege 12 sind hierbei untereinander rechtwinklig gekreuzt. Die Querwände 14a weisen hierbei jeweils eine Aussparung 15a auf, die sich formschlüssig in eine auf der Ringfläche 7 umlaufende Ringnut 16 der Tübbing-Ringe 2 einpasst.

Figur 4 stellt eine Variante des bereits in Figur 3 dargestellten Nachgiebigkeitselements 6a dar, wobei hierbei nur einer der Tübbings 4 in Kombination mit einer Hälfte eines Nachgiebigkeitselements 6b gezeigt wird. Das Nachgiebigkeitselement 6b wird hierbei durch zwei sich gegenüberliegende Längswände 13b gebildet, die parallel zu einer der Stirnseiten 10 angeordnet sind. Die äußere Querschnittskontur einer der Längswände 13b deckt hierbei ebenfalls eine der Stirnseiten 10 vollflächig ab. Die zwischen den beiden Längswänden 13b befindlichen Hohlkammern 11 sind hierbei aus einzelnen Rohrkörpern 17 gebildet, die jeweils in einer Reihe parallel zu den Längswänden 13b angeordnet sind und in einem umfangsseitigen Kontakt zueinander stehen. Die Rohrkörper 17 bilden hierbei zwei Reihen, die untereinander durch einen schmalen Blechstreifen als

Zwischensteg 18 getrennt sind. Der Verlauf der umlaufenden Ringnut 16 entlang der Ringflächen 7 wird hierbei formschlüssig durch eine Aussparung 15b an den beiden Seiten des Nachgiebigkeitselements 6b jeweils in Ebene der Ringflächen 7 aufgenommen.

Die Figur 5 stellt eine Variante eines Nachgiebigkeitselements 6c dar, welches im Wesentlichen ein einteiliges Kastenprofil aufweist. Analog Figur 3 werden auch hierbei die einzelnen Hohlkammern 11 durch rechtwinklig miteinander gekreuzte Stege 12 gebildet. Zwei Längswände 19 parallel zur Stoßfuge 9 werden jeweils aus Hohlprofilen gebildet, deren Querschnittsform ein Kreissegment aufweist. Der Kreisbogen einer der Längswände 19 liegt hierbei formangepasst in einer der Stirnseiten 10 und ist mit der hier nicht näher dargestellten Bewehrung eines der Tübbings 4 kraftschlüssig verbunden. Die in Ebene der Ringflächen 7 befindlichen Seiten des Nachgiebigkeitselements 6c weisen geschlossene Querwände 14b auf, in denen in Verlängerung der umlaufenden Ringnut 16 jeweils eine Aussparung 15c angeordnet ist. Diese erstreckt sich hierbei über die Querwände 14b hinaus bis zu den beiden äußeren Kreisbögen der jeweiligen Längswände 19.

Figur 6 stellt eine weitere Variante eines Nachgiebigkeitselements 6d dar, welches in seiner Anordnung der Hohlkammern 11 dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht. Die beiden parallel zu den Stirnseiten 10 verlaufenden Seitenwände werden hierbei nicht durch Hohlprofile gebildet, sondern durch in den inneren Bereich des Nachgiebigkeitselements 6d zueinander gewölbte Längswände 13c. In Ebene der Ringflächen 7 befindliche Querwände 14c weisen analog der Figur 5 Aussparungen 15d auf, die eine formschlüssige Weiterführung der umlaufenden Ringnut 16 bewirken.

Figur 7 zeigt das innerhalb der Stoßfuge 9 zwischen zwei Tübbings 4 angeordnete Verstellelement 5a, welches zwischen zwei sich in einem Abstand C mit ihren Stirnseiten 10 gegenüberliegende Tübbings 4 angeordnet ist. Das Verstellelement 5a weist im Wesentlichen zwei in Ebene der Stoßfuge 9 spiegelbildlich gegenüberliegende Seitenwangen 20a sowie zu den beiden

äußeren Ringflächen 7 hin jeweils ein keilförmiges Spreizelement 21a auf. Das Spreizelement 21a steht dem anderen Spreizelement 21a rechtwinklig zur Stoßfuge 9 spiegelbildlich gegenüber. In Ebene der Ringflächen 7 ist der Ausschnitt der in die Ringflächen 7 eingebrachten umlaufenden Ringnut 16 erkennbar. Der Verlauf der Ringnut 16 erstreckt sich durch die in Ebene der Ringflächen 7 liegenden Teile des Verstellelements 5a und bildet in den beiden Seitenwangen 20a jeweils eine Aussparung 22a. Die umlaufende Form der Ringnut 16 lässt das Einlegen der kreisrunden Dichtung 8 zu.

Zur besseren Darstellung der einzelnen Komponenten des Verstellelements 5a stellt Figur 8 dieses mit auseinander gezogenen Seitenwangen 20a dar. Die Seitenwangen 20a weisen jeweils ein langgezogenes Kastenprofil auf, welches mit seiner Verbindungsseite 23a die Stirnseiten 10 der Tübbings 4 in Figur 7 vollständig bedeckt. Darüber hinaus beinhaltet die Verbindungsseite 23a jeweils eine aus einem Blech geformte Wölbung, die im Querschnitt ein Kreissegment bildet, wobei der Scheitel des Kreissegments jeweils hinter die Stirnseiten 10 in die in Figur 4 hierzu formangepasst dargestellten Tübbings 4 hinein verläuft.

Auf einer der Verbindungsseite 23a gegenüberliegenden Seite des Kastenprofils ist dieses jeweils mit zwei schräg verlaufenden Ebenen ausgebildet, wodurch die beiden Seitenwangen 20a zueinander gerichtete Schrägflächen 24a aufweisen, deren gemeinsamer höchster Kantenbereich jeweils mittig der Seitenwangen 20a liegt und zu den beiderseitigen Ringflächen 7 der Tübbing-Ringe 2 hin linear abflachen, wodurch der jeweilige Querschnitt der Seitenwangen 20a zu den beiden am Rand gelegenen Aussparungen 22a hin verjüngt wird.

Die sich jeweils zu den stirnseitigen Ringflächen 7 öffnenden keilförmigen Spalten zwischen den Seitenwangen 20a werden jeweils durch das keilförmige Spreizelement 21a zumindest teilweise ausgefüllt, wobei sich diese, wie bereits in Figur 7 dargestellt, jeweils mit ihrer stumpfen Keilspitze 25a gegenüberliegen.

Eine der Keilspitze 25a gegenüberliegende Seite des Spreizelements 21a ist als Ankerplatte 26a ausgebildet. Die beiden parallel zu den Schrägflächen 24a verlaufenden Seiten des keilförmigen Spreizelements 21a weisen jeweils Druckflächen 27a auf, die im vollflächigen Kontakt zu den Schrägflächen 24a der Seitenwangen 20a stehen. Das Spreizelement 21a ist über lösbare Verbindungsmittel jeweils mit den Seitenwangen 20a des Verstellelements 5a gekoppelt. Für eine lineare Verschieblichkeit des Spreizelements 21a zwischen den beiden Seitenwangen 20a weisen diese jeweils zwei in ihren Schrägflächen 24a angeordnete Langlöcher auf, deren Längsrichtung sich jeweils zwischen den beiden stirnseitigen Ringflächen 7 erstreckt und in dessen Verlauf die lösbaren Verbindungsmittel und damit das jeweilige Spreizelement 21a verschiebbar gelagert sind. Untereinander ist das Spreizelement 21a mit dem gegenüberliegenden Spreizelement 21a durch zwei Zuganker 28a verbunden, wobei die Zuganker 28a parallel zueinander angeordnet sind und jeweils von Ankerplatte 26a zu Ankerplatte 26a durch das jeweilige Spreizelement 21a sowie die jeweilige Ankerplatte 26a hindurch verlaufen. Die Zuganker 28a sind innerhalb des Spreizelements 21a drehbar gelagert und weisen an einem Ende einen mit üblichen Werkzeugen kraftschlüssig fassbaren Sechskantkopf auf, wobei das gegenüberliegende Ende der Zuganker 28a ein Außengewinde aufweist, welches jeweils in einem fest mit der Ankerplatte 26a verbundenen Element mit entsprechendem Innengewinde im Eingriff steht. An den jeweiligen Enden des Verstellelements 5a zu den Ringflächen 7 der Tübbing-Ringe 2 hin weisen die Seitenwangen 20a jeweils eine Aussparung 22a auf, die sich jeweils von einer Verbindungsseite 23a der Seitenwangen 20a zu der gegenüberliegenden Verbindungsseite 23a in Ebene der Ringflächen 7 erstreckt.

In Figur 9 sind von der Innenseite B der Tübbing-Ringe 2 aus zu erreichende Wartungsöffnungen 29a in den Seitenwangen 20a des Verstellelements 5a zu erkennen. Über diese sind die lösbaren Verbindungsmittel zu erreichen, über die das Spreizelement 21a jeweils mit den Seitenwangen 20a verschieblich gekoppelt ist. Die Wartungsöffnungen 29a innerhalb der Seitenwangen 20a sind nur von der Innenseite B der Tübbing-Ringe 2 aus erreichbar, während die

Seitenwangen 20a zur Außenseite A der Tübbing-Ringe 2 hin vollflächig geschlossen sind.

Figur 10 zeigt eine Variante eines Verstellelements 5b, welches einseitig mit einem der Tübbings 4 stirnseitig verbunden ist. Das Verstellelement 5b weist im Wesentlichen zwei langgezogene keilförmige Seitenwangen 20b auf, die sich parallel zu einer der Stirnseiten 10 spiegelbildlich gegenüberstehen. Eine der beiden Seitenwangen 20b steht hierbei mit ihrer Verbindungsseite 23b im vollflächigen Kontakt zu einer der Stirnseiten 10 und deckt diese vollständig ab. Die sich gegenüberliegenden Seiten der Seitenwangen 20b sind jeweils als schräg verlaufende Ebene ausgebildet, die zwischen sich einen keilförmigen Spalt bilden, der sich von der Außenseite A zur Innenseite B hin verjüngt. Die schrägen Ebenen werden hierbei jeweils durch Schrägflächen 24b gebildet, zwischen denen ein keilförmiges Spreizelement 21b angeordnet ist. Dieses erstreckt sich ebenfalls über die jeweilige Breite der Tübbing-Ringe 2, wobei die schräg verlaufenden Seitenflächen nur die halbe Höhe zwischen der Außenseite A und der Innenseite B einnehmen und in einer stumpfen Keilspitze 25b münden. Eine der Keilspitze 25b gegenüberliegende Seite des Spreizelements 21b ist als durchgehende Ankerplatte 26b ausgebildet. Die schrägen Seitenflächen des Spreizelements 21b sind hierbei als Druckflächen 27b ausgebildet, die zu beiden Seiten hin vollflächig mit den Schrägflächen 24b des Verstellelements 5b in Kontakt stehen. Die umlaufende Ringnut 16 der einzelnen Tübbing-Ringe 2 erstreckt sich auch hierbei durch die in Ebene der Ringflächen 7 befindlichen Teile des Verstellelements 5b und bildet zwischen den beiden Seitenwangen 20b jeweils eine durchgehende Aussparung 22b. In Ebene der Innenseite B sind drei symmetrisch verteilte Querlaschen 30 angeordnet, die sich ihrer Länge nach in Umfangsrichtung der Tübbing-Ringe 2 erstrecken und an ihren jeweiligen Enden Langlöcher aufweisen. Die Langlöcher liegen jeweils hinter den Stirnseiten 10, wodurch die Querlaschen 30 über lösbare Verbindungsmittel 31 mit einem der Tübbings 4 gekoppelt sind. Während eine der Querlaschen 30 jeweils mittig der Tübbing-Ringe 2 verläuft, liegen die anderen beiden jeweils nah den äußeren Ringflächen 7, ohne über die jeweilige Breite der Tübbing-Ringe 2 hinauszugehen.

Figur 11 stellt durch eine geänderte Perspektive weitere Details des Verstellelements 5b dar, wobei ein Schnitt durch eine der Seitenwangen 20b den Blick in das Innere frei gibt. Die Seitenwangen 20b sowie das Spreizelement 21b sind hierbei jeweils aus Hohlprofilen gebildet, die durch quer zur Längsrichtung angeordnete Querwände 32 ausgesteift sind. Das Verstellelement 5b weist hierbei drei parallel zueinander angeordnete Zuganker 28b auf, die sich jeweils von der Innenseite B aus mittig durch die Querlaschen 30 zu der Ankerplatte 26b erstrecken und hierbei das Spreizelement 21b an der Keilspitze 25b und der Ankerplatte 26b durchdringen. Die Zuganker 28b weisen an ihrem von der Innenseite B aus zu erreichenden Ende einen mit üblichen Werkzeugen koppelbaren Sechskantkopf auf, wobei die Zuganker 28b selbst drehbar in den Querlaschen 30 und dem Spreizelement 21b gelagert sind.

In Figur 12 wird ersichtlich, dass das dem Sechskantkopf der Zuganker 28b gegenüberliegende Ende ein Außengewinde aufweist, welches mit dem Innengewinde von fest mit der Ankerplatte 26b verbundenen Elementen im Eingriff steht. Durch die teilweise Explosionsdarstellung ist erkennbar, dass das Spreizelement 21b mit über seine Druckflächen 27b hinausreichenden Führungswänden 33 ausgestattet ist, wobei die Querwände 32 parallel zu den Ringflächen 7 der Tübbing-Ringe 2 verlaufen und über entsprechende Schlitze 34 in den Schrägflächen 24b in die Seitenwangen 20b hineinreichen. An den jeweiligen in den Seitenwangen 20b befindlichen Enden der Führungswände 33 sind lösbare Verbindungsmittel angeordnet, die wiederum mit Führungsschlitz 35 in den Querwänden 32 der Seitenwangen 20b in einem verschieblichen Eingriff stehen.

In Figur 13 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, welches die Verbindung zweier benachbarter Tübbing-Ringe 2 aufzeigt. Zur besseren Verdeutlichung zeigt die Ringfuge 3 hierbei einen großen Spalt, und gibt den Blick auf eine der umlaufenden Ringflächen 7 sowie die darin befindliche umlaufende Ringnut 16 frei. In Ebene der Ringnut 16 ist die darin befindliche umlaufende Dichtung 8 als schlauchartiger Körper dargestellt. Zur Verbindung der beiden Tübbing-Ringe 2 ist in einer Explosionsdarstellung eine Koppereinheit 36a aufgezeigt,

die im Wesentlichen aus zwei zu verbindenden Gegenlagern besteht. Die Gegenlager sind hierbei jeweils in einem der Tübbings 4 nahe der Ringflächen 7 im Bereich der Innenseite B in Form von Ankerzapfen 37 angeordnet. Diese sind fest mit den Tübbings 4 verbunden und stehen jeweils senkrecht auf der Innenseite B der beiden Tübbing-Ringe 2. Um die beiden Ankerzapfen 37 miteinander zu verbinden, ist ein Kopppelement in Form eines Ringbauteils 38a angeordnet, welches in einer formangepassten Vertiefung in den Tübbings 4 liegt und die sich gegenüberstehenden Ankerzapfen 37 umschließt. Neben den Ankerzapfen 37 sind jeweils zwei weitere stabförmige Elemente angeordnet, die genau wie die Ankerzapfen 37 ein Außengewinde aufweisen. Um das Ringbauteil 38a in seiner Lage parallel zur Innenseite B der jeweiligen Tübbing-Ringe 2 um die Ankerzapfen 37 herum zu fixieren, weist die Kopppeleinheit 36a an den Ankerzapfen 37 jeweils eine halbkreisförmige Koppelplatte 39 auf, die über entsprechende Löcher auf die Ankerzapfen 37 sowie die stabförmigen Elemente der Kopppeleinheit 36a aufgesetzt werden und über auf die Außengewinde aufgeschraubte lösbare Verbindungsmittel in Form von Sechskantmuttern befestigt werden.

Figur 14 stellt in einer Aufsicht eine Variante des Ausführungsbeispiels der Figur 13 in Form einer Kopppeleinheit 36b dar, bei der zwei Gegenlager in Form von Klemmblechen 40 ausgebildet sind. Die Tübbings 4 weisen hierbei im Bereich der Kopppeleinheit 36b ebenfalls halbkreisförmige Ausnehmungen auf, in denen ein Ringbauteil 38b über die Ringfuge 3 hinweg integriert ist und an den Klemmblechen 40 eine Klemmung erfährt. Die beiden Klemmbleche 40 sind hierbei jeweils über ein lösbares Verbindungsmittel mit den Tübbings 4 gekoppelt.

In Figur 15 ist eine weitere Variante einer Kopppeleinheit 36c dargestellt, die analog der Figuren 13 und 14 zwei sich gegenüberliegende Gegenlager räumlich nachgiebig miteinander verbindet. Die Gegenlager werden hierbei jeweils durch ein in Ebene der Ringflächen 7 verlaufendes Ankerblech 41a gebildet, das jeweils ein durchgehendes Loch als Spielöffnung 42 aufweist und fest mit einem der Tübbings 4 verbunden ist. Um die beiden Gegenlager

miteinander zu verbinden, ist in einer Explosionsdarstellung der Koppereinheit 36c ein stabförmiger Bolzen 43a aufgezeigt, der durch jede einzelne Spielöffnung 42 des Ankerblechs 41a geführt wird. Der Bolzen 43a selbst stellt hierbei ein lösbares Verbindungsmittel dar und weist eine deutliche Überlänge auf, wobei der Durchmesser wenigstens 50 % kleiner ist als der Durchmesser des jeweiligen Lochs der Ankerbleche 41a. Beidseitig der Gegenlager sind Federelemente 44a in Form von Spiralfedern auf den Bolzen 43a geschoben, so dass sich die beiden Bolzenenden über diese jeweils federnd zu dem jeweiligen Ankerblech 41a um die Spielöffnung 42 hin abstützen.

In einer weiteren Variante stellt Figur 16 eine Koppereinheit 36d dar, die neben zwei zu verbindenden Gegenlagern ebenfalls einen Bolzen 43b sowie an beiden Enden das Federelement 44a aufweisen. Der Bolzen 43b ist hierbei deutlich länger ausgeführt, da die Gegenlager hierbei jeweils durch eine Ausformung 45a in Form einer durchgehenden Spielöffnung 42 innerhalb eines Stegs der Tübbings 4 selbst gebildet werden.

Eine weitere Variante einer Koppereinheit 36e stellt die Figur 17 dar. Hierbei wird eines der beiden Gegenlager der zu verbindenden Tübbing-Ringe 2 durch ein Ankerblech 41b gebildet, während das gegenüberliegende Gegenlager ein gebogenes Ankerblech 41c aufweist. Analog dem Ankerblech 41a weist das Ankerblech 41b eine Spielöffnung 42 auf, wobei dessen Lagerung in einer Ausnehmung innerhalb eines der Tübbing-Ringe 2 im Bereich der Ringfuge 3 erfolgt, bei der das Ankerblech 41b in einem flachen Winkel zur Innenseite B in einen der Tübbings 4 integriert ist. Das gegenüberliegende Ankerblech 41c ist hierbei ebenfalls mit einem der benachbarten Tübbing-Ringe 2 fest verbunden und weist als gekanteter Blechstreifen eine trapezförmige Biegeform auf. Diese Biegeform wird im gegenüberliegenden Gegenlager durch die Ausnehmung in Kombination mit dem im flachen Winkel verlaufenden Ankerblech 41b flächenparallel mit einem Lagerspiel aufgenommen. Das gebogene Ankerblech 41c weist im Bereich der Spielöffnung 42 des Ankerblechs 41b ein Innengewinde auf. Über einen Bolzen 43c werden das Ankerblech 41b sowie das gebogene Ankerblech 41c miteinander verbunden, wobei der Bolzen 43c

analog der Figuren 15 und 16 zuvor mit einem Federelement 44b ausgestattet ist, welches sich an einem Ende des Bolzens 43c gegen dessen Sechskantkopf und an der gegenüberliegenden Seite um die Spielöffnung 42 des Ankerblechs 41b herum abstützt.

Figur 18 zeigt eine Variante der in Figur 17 dargestellten Koppereinheit 36e auf. Hierbei wird eine Koppereinheit 36f dargestellt, die eine Ausformung 45b sowie einen Bolzen 43d und ein Ankerblech 41d aufweist. Die Ausformung 45b befindet sich hierbei in einem der Tübbings 4 der Tübbing-Ringe 2, die zur formangepassten Spielaufnahme des analog dem Ankerblech 41c gebogenen Ankerblechs 41d dient, welches fest mit einem der gegenüberliegenden Tübbings 4 verbunden ist. Neben der Ausformung 45b weist das Gegenlager ein fest integriertes Innengewinde sowie eine Passöffnung 46 auf, in die der Bolzen 43d eingesetzt wird. Das gebogene Ankerblech 41d weist hierfür zwei Durchgangsbohrungen auf, durch die der Bolzen 43d geführt wird, bevor ein an seinem Ende befindliches Außengewinde mit dem Innengewinde des Gegenlagers verbunden wird.

Figur 19 stellt die bereits in Figur 2 aufgezeigte umlaufende Dichtung 8 in einem Detailausschnitt dar. Hierbei ist ersichtlich, dass die Dichtung 8 hälftig in einer im Querschnitt überwiegend halbkreisförmigen Ringnut 16 angeordnet ist. Die Dichtung 8 weist hierbei einen Anschluss 47 auf, der durch einen Verschlusskörper 48 verschlossen wird. Der Anschluss 47 ist hierbei als rohrförmige Stichleitung ausgebildet, die mit der als hohler Schlauch ausgebildeten Dichtung 8 derart verbunden ist, dass ein Medium über die Öffnung des Anschlusses 47 über diesen sowohl in als auch aus dem Inneren der Dichtung 8 gelangen kann. Der Anschluss 47 erstreckt sich hierbei von der Dichtung 8 innerhalb der Ringfuge 3 bis zu der Innenseite B der Tübbing-Ringe 2.

In der praktischen Anwendung wird zur Errichtung einer langgestreckten unterirdischen Tunnelstrecke in der Regel eine Schildvortriebseinrichtung eingesetzt, welche eine zusätzliche Vorrichtung zum Tübbing-Einbau aufweist.

Hierbei wird ein rotierendes rundes Schneidwerkzeug in das Bergmaterial vorgeschoben. Dieser als Schild bezeichnete Fräser weist Aussparungen auf, über die das herausgeschnittene Material mittels Förderbändern abtransportiert wird.

Im so genannten Nachläufer hinter dem Schild wird die frisch geschnittene Tunnelöffnung direkt mit hintereinander angeordneten Rohrabschnitten ausgekleidet. Diese Rohrabschnitte stellen ein einschaliges Tragwerk dar, welches neben den statischen Ansprüchen auch den Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit genügt. Hierfür werden die Ringabschnitte jeweils aus Tübbing-Ringen 2 gebildet, die in Umfangsrichtung mit ihren jeweiligen Stirnseiten 10 aneinander gereihte Tübbings 4 aufweisen.

Um sich den örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen bestmöglich anzupassen, werden unterschiedlich vorkonfektionierte Tübbings 4 eingesetzt. In Form eines Baukastensystems werden diese jeweils an den Stirnseiten 10 mit einem Verstellelement 5a, 5b und/oder einem Nachgiebigkeitselement 6a, 6b, 6c, 6d ausgestattet. Die in sich steifen und unveränderbaren Tübbings 4 aus Stahlbeton sind hierdurch zu einem anpassbaren sowie anpassungsfähigen System in Form verstellbarer Tübbing-Ringe 2 kombiniert.

In Bereichen, in denen mit dynamischen, hohen Drücken sowie großem Konvergenzverhalten gerechnet werden muss, werden die Tübbing-Ringe 2 durch den Einsatz des Nachgiebigkeitselements 6a, 6b, 6c, 6d in mindestens einer Stoßfuge 9 zwischen den jeweiligen Stirnseiten 10 der Tübbings 4 nachgiebig gestaltet, so dass die Tübbing-Ringe 2 in die Lage versetzt werden, sich dem Gebirgsdruck durch das Stauchen des Nachgiebigkeitselements 6a, 6b, 6c, 6d und der damit einhergehenden Umfangsänderung zu entziehen. Durch die Verkleinerung des Durchmessers des Tübbing-Ausbaus 1 lagern sich die im umgebenden Material auftretenden Kräfte um.

In Bereichen, in denen beim Auffahren der Tunnelröhre der Durchmesser der Tunnelbohrung größer geschnitten werden muss, werden die Tübbing-Ringe 2 durch das in die Stoßfuge 9 eingesetzte Verstellelement 5a, 5b verstellbar

ausgestaltet, so dass der Umfang und damit der Durchmesser der Tübbing-Ringe 2 vergrößert und an den wahren Bohrdurchmesser angepasst wird.

Um die jeweiligen Umfangsänderungen sowie Verschiebungen der einzelnen Rohrabschnitte untereinander zu ermöglichen, wird jeder einzelne der Tübbing-Ringe 2 mit seinen benachbarten Rohrabschnitten über eine räumlich nachgiebige Koppereinheit 36a, 36b, 36c, 36d, 36e, 36f verbunden, die jeweils zwischen zwei benachbarten Tübbings 4 im Bereich der Ringfuge 3 angeordnet sind. Trotz der nachgiebigen Verbindung werden die einzelnen Bauteile sicher und lagerichtig untereinander gekoppelt sowie positioniert.

Damit die einzelnen Rohrabschnitte auch in der Ringfuge 3 sicher gegeneinander gedichtet sind, ist jeweils an den stirnseitigen Ringflächen der Tübbing-Ringe 2 eine umlaufende Ringnut 16 angeordnet, in der eine kreisförmige Dichtung 8 eingelegt wird. Über den Anpressdruck in der Ringfuge 3 werden die sich gegenüberliegenden Ringflächen 7 durch die Dichtung 8 sicher gegen anstehendes Wasser gedichtet. In extremen Situationen wird die Dichtung 8 in Form eines mit Medien befüllbaren Schlauchs verwendet, dessen Querschnitt radial elastisch veränderbar ist. Bei einer Vergrößerung der Ringfuge 3 kann so die Dichtung 8 auch durch nachträgliches Verpressen den Erfordernissen eines vergrößerten Querschnitts angepasst werden.

Bezugszeichen:

- 1 - Tübbing-Ausbau
- 2 - Tübbing-Ringe
- 3 - Ringfuge
- 4 - Tübbings
- 5a - Verstellelement in 9
- 5b - Verstellelement in 9
- 6a - Nachgiebigkeitselement in 9
- 6b - Nachgiebigkeitselement in 9
- 6c - Nachgiebigkeitselement in 9
- 6d - Nachgiebigkeitselement in 9
- 7 - Ringflächen von 2
- 8 - Dichtung in 3
- 9 - Stoßfuge zwischen 4
- 10 - Stirnseiten von 4
- 11 - Hohlkammern von 6a, 6b, 6c, 6d
- 12 - Stege von 6a, 6c, 6d
- 13a - Längswände von 6a
- 13b - Längswände von 6b
- 13c - Längswände von 6d
- 14a - Querwände von 6a
- 14b - Querwände von 6c
- 14c - Querwände von 6d
- 15a - Aussparung von 6a
- 15b - Aussparung von 6b
- 15c - Aussparung von 6c
- 15d - Aussparung von 6d
- 16 - Ringnut in 7
- 17 - Rohrkörper von 6b
- 18 - Zwischensteg von 6b
- 19 - Längswände von 6c
- 20a - Seitenwangen von 5a

- 20b - Seitenwangen von 5b
- 21a - Spreizelement von 5a
- 21b - Spreizelement von 5b
- 22a - Aussparung von 5a
- 22b - Aussparung von 5b
- 23a - Verbindungsseite von 20a
- 23b - Verbindungsseite von 20b
- 24a - Schrägflächen von 20a
- 24b - Schrägflächen von 20b
- 25a - Keilspitze von 21a
- 25b - Keilspitze von 21b
- 26a - Ankerplatte von 21a
- 26b - Ankerplatte von 21b
- 27a - Druckflächen von 21a
- 27b - Druckflächen von 21b
- 28a - Zuganker von 5a
- 28b - Zuganker von 5b
- 29a - Wartungsöffnungen von 5a
- 29b - Wartungsöffnungen von 5b
- 30 - Querlaschen von 5b
- 31 - Verbindungsmittel von 5b
- 32 - Querwände von 20b
- 33 - Führungswände von 21b
- 34 - Schlitze von 20b
- 35 - Führungsschlitz von 32
- 36a - Koppeleinheit in 3
- 36b - Koppeleinheit in 3
- 36c - Koppeleinheit in 3
- 36d - Koppeleinheit in 3
- 36e - Koppeleinheit in 3
- 36f - Koppeleinheit zwischen 2
- 37 - Ankerzapfen von 36a

- 38a - Ringbauteil von 36a
 - 38b - Ringbauteil von 36b
 - 39 - Koppelplatten von 36a
 - 40 - Klemmbleche von 36b
 - 41a - Ankerblech von 36c
 - 41b - Ankerblech von 36e
 - 41c - Ankerblech von 36e
 - 41d - Ankerblech von 36f
 - 42 - Spielöffnung
 - 43a - Bolzen von 36c
 - 43b - Bolzen von 36d
 - 43c - Bolzen von 36e
 - 43d - Bolzen von 36f
 - 44a - Federelement von 36c und 36d
 - 44b - Federelement von 36e
 - 45a - Ausformung in 4
 - 45b - Ausformung in 4
 - 46 - Passöffnung
 - 47 - Anschluss von 8
 - 48 - Verschlusskörper von 47
-
- A - Außenseite von 2
 - B - Innenseite von 2
 - C - Abstand zwischen 10

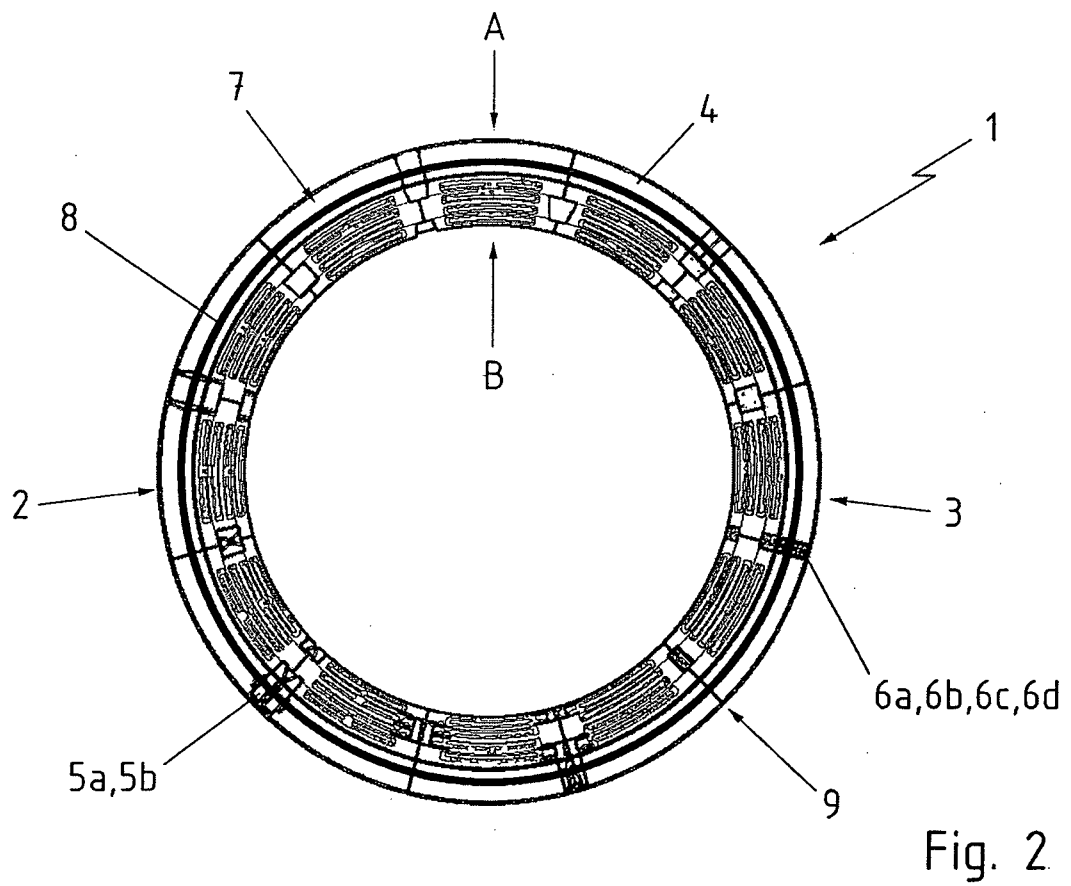
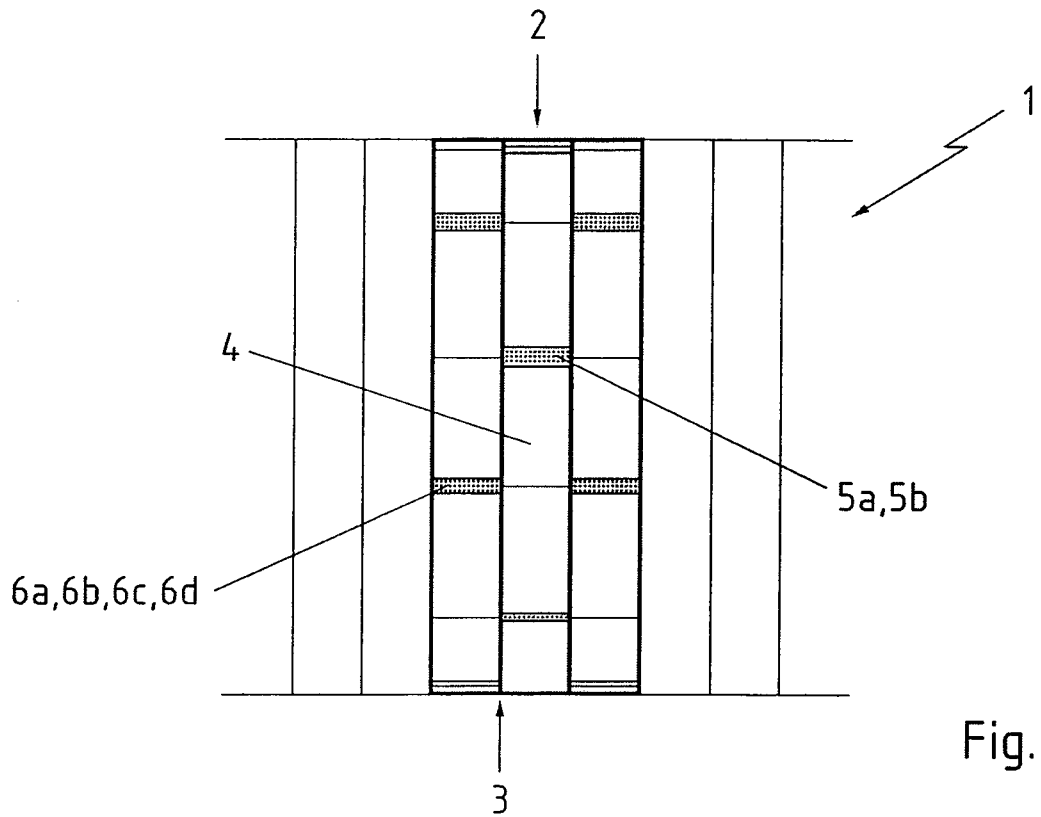
Patentansprüche

1. Tübbing-Ausbau als rohrförmige Innenschale eines Tunnels oder Schachtes, der in Längsrichtung hintereinander angeordnete Rohrabschnitte aufweist, die jeweils durch einen Tübbing-Ring (2) gebildet werden und mit ihren stirnseitigen Ringflächen (7) in einer Ringfuge (3) zueinander ausgerichtet sind, wobei jeder Tübbing-Ring (2) in Umfangsrichtung aneinander gereihte Tübbings (4) aufweist, die zwischen zwei ihrer Stirnseiten (10) jeweils eine Stoßfuge (9) bilden und in wenigstens einer Stoßfuge (9) zwischen zwei Tübbings (4) ein deformierbares Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Tübbings (4) mit dem Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) ein gemeinsames Fertigelement bildet, welches aus einem mit Beton umgebenen Bewehrungsgeflecht aus Stahl gebildet wird, mit dem das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) kraftschlüssig verbunden ist, wobei die äußere Querschnittskontur des Nachgiebigkeitselements (6a, 6b, 6c, 6d) parallel zur Stoßfuge den äußeren Konturen der Stirnseiten (10) entspricht, wodurch das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) mindestens eine der beiden Stirnseiten (10) vollflächig abdeckt.
2. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) ein Kastenprofil bildet, welches quer zur Umfangsrichtung des Tübbing-Rings (2) angeordnete durchgehende Hohlkammern (11) aufweist.
3. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlkammern (11) durch parallel zueinander verlaufende Stege (12) gebildet werden, die sich jeweils zwischen zwei gegenüberliegenden und parallel zu den Stirnseiten (10) verlaufenden Längswänden (13a, 13c, 19) sowie zwei jeweils in Ebene der Ringflächen (7) verlaufenden Querwänden (14a, 14b, 14c) erstrecken, wobei die Stege (12) untereinander rechtwinklig gekreuzt sind.

4. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Längswände (13c) des Nachgiebigkeitselements (6d) parallel zur Längsachse des Tübbing-Rings (2) zueinander nach innen gewölbt sind und einen vollflächigen Kontakt mit den angrenzenden formangepassten Stirnseiten (10) der Tübbings (4) aufweisen.
5. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Längswände (19) des Nachgiebigkeitselements (6c) jeweils aus einem Hohlprofil gebildet sind, dessen Querschnittsform ein Kreissegment aufweist und der Kreisbogen jeweils in den formangepassten Stirnseiten (10) der Tübbings (4) liegt.
6. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Nachgiebigkeitselement (6b) zwei sich gegenüberliegende und parallel zu den Stirnseiten (10) verlaufende Längswände (13b) aufweist und die dazwischen liegenden Hohlkammern (11) aus einzelnen Rohrkörpern (17) gebildet werden, die jeweils in einer Reihe parallel zu den Längswänden (13b) angeordnet sind und in einem umfangsseitigen Kontakt zueinander stehen, wobei zwischen zwei benachbarten Reihen mindestens ein Zwischensteg (18) angeordnet ist.
7. Tübbing-Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verstellelement (5a, 5b) in der Stoßfuge (9) angeordnet ist, wodurch ein durch das Verstellelement (5a, 5b) bewirkter Abstand (C) der Stirnseiten (10) zueinander veränderbar ist.
8. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) ein stauchbarer Teil des Verstellelements (5a, 5b) ist.
9. Tübbing-Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Tübbing-Ring (2) über eine Koppereinheit (36a, 36b, 36c, 36d, 36e, 36f) mit einem benachbarten Tübbing-Ring (2)

räumlich nachgiebig verbunden ist, wobei die Koppereinheit (36a, 36b, 36c, 36d, 36e, 36f) eine lösbare Verbindung ist.

10. Tübbing-Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Nachgiebigkeitselement (6a, 6b, 6c, 6d) zu den Ringflächen (7) des Tübbing-Rings (2) hin jeweils eine Aussparung (15a, 15b, 15c, 15d) für eine Dichtung (8) aufweist, wobei sich die Aussparung (15a, 15b, 15c, 15d) zwischen den beiden Stirnseiten (10) erstreckt und im Querschnitt eine im Wesentlichen halbe Kreisfläche bildet.
11. Tübbing-Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ringfuge (3) eine sich über die Ringfläche (7) umlaufend erstreckende Dichtung (8) eingegliedert ist.
12. Tübbing-Ausbau nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (8) aus einem Vollmaterial oder einem mit Medien befüllbaren Schlauch gebildet ist.



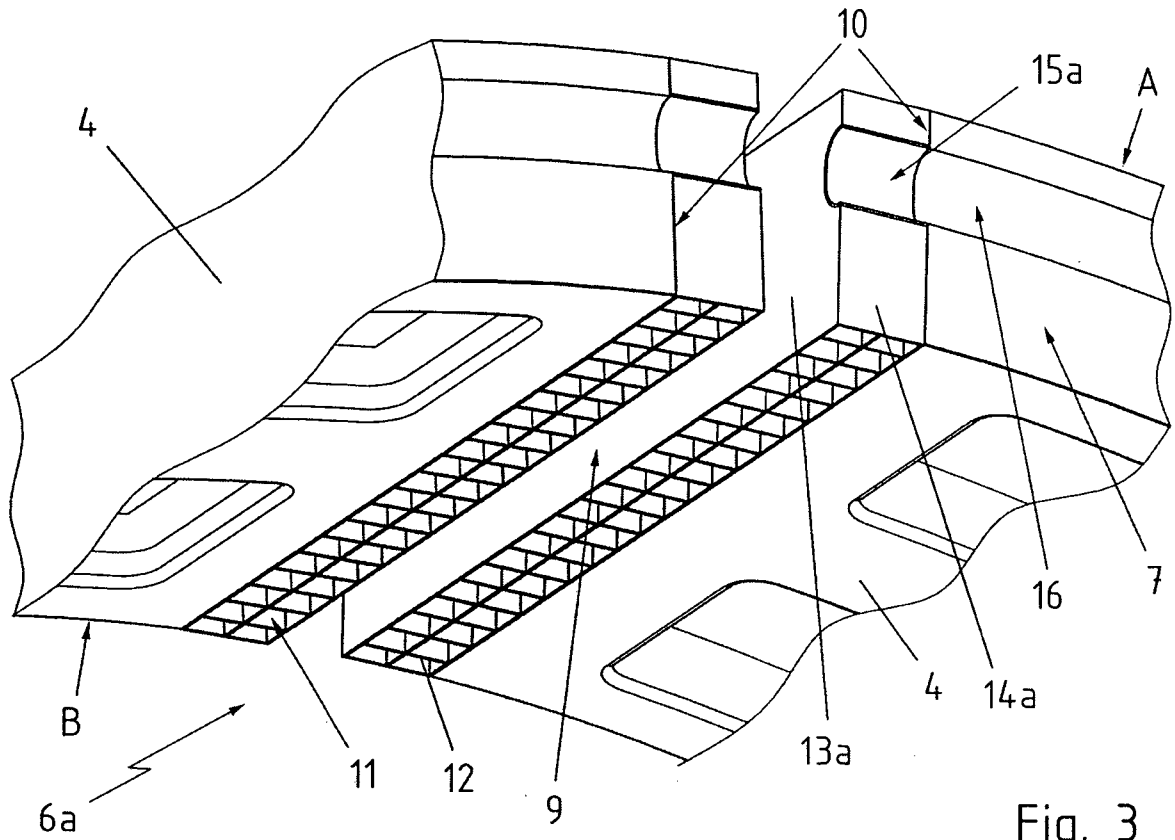


Fig. 3

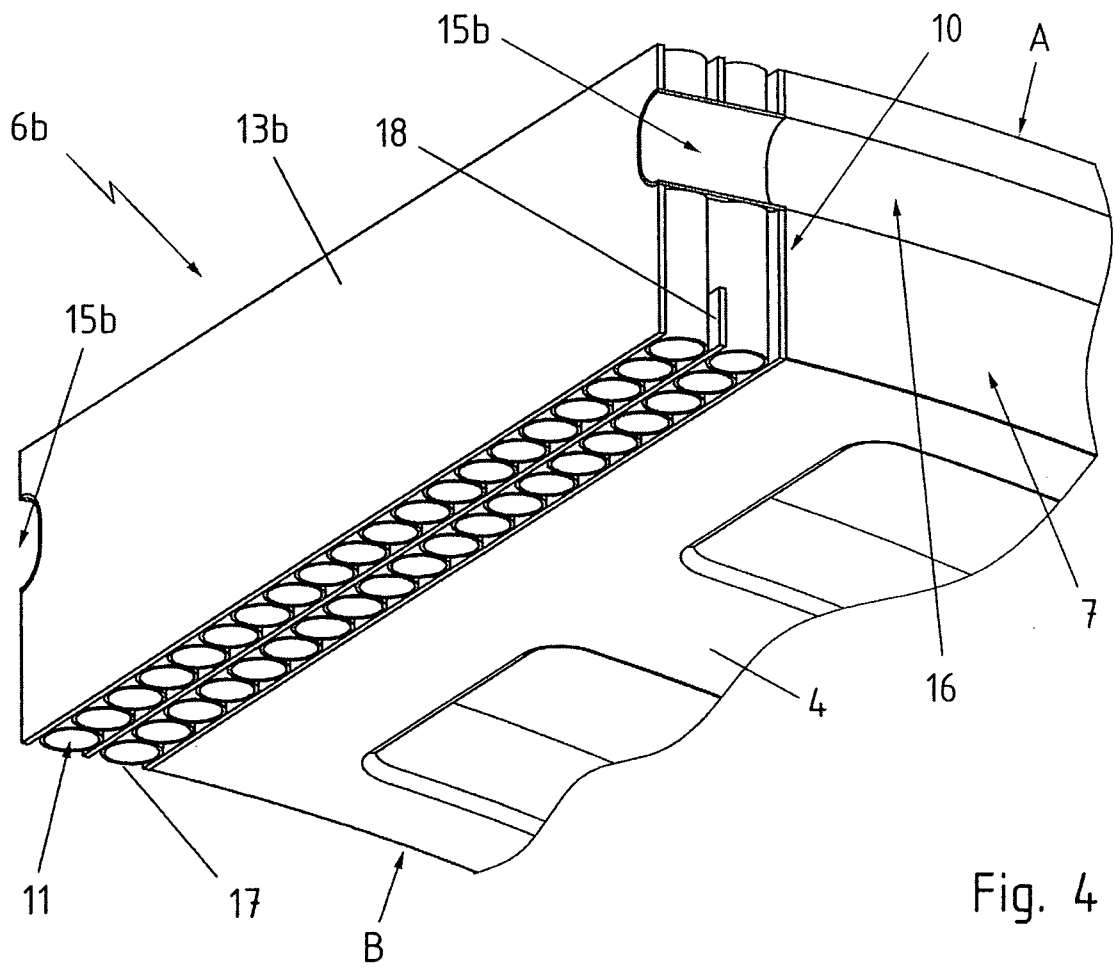


Fig. 4

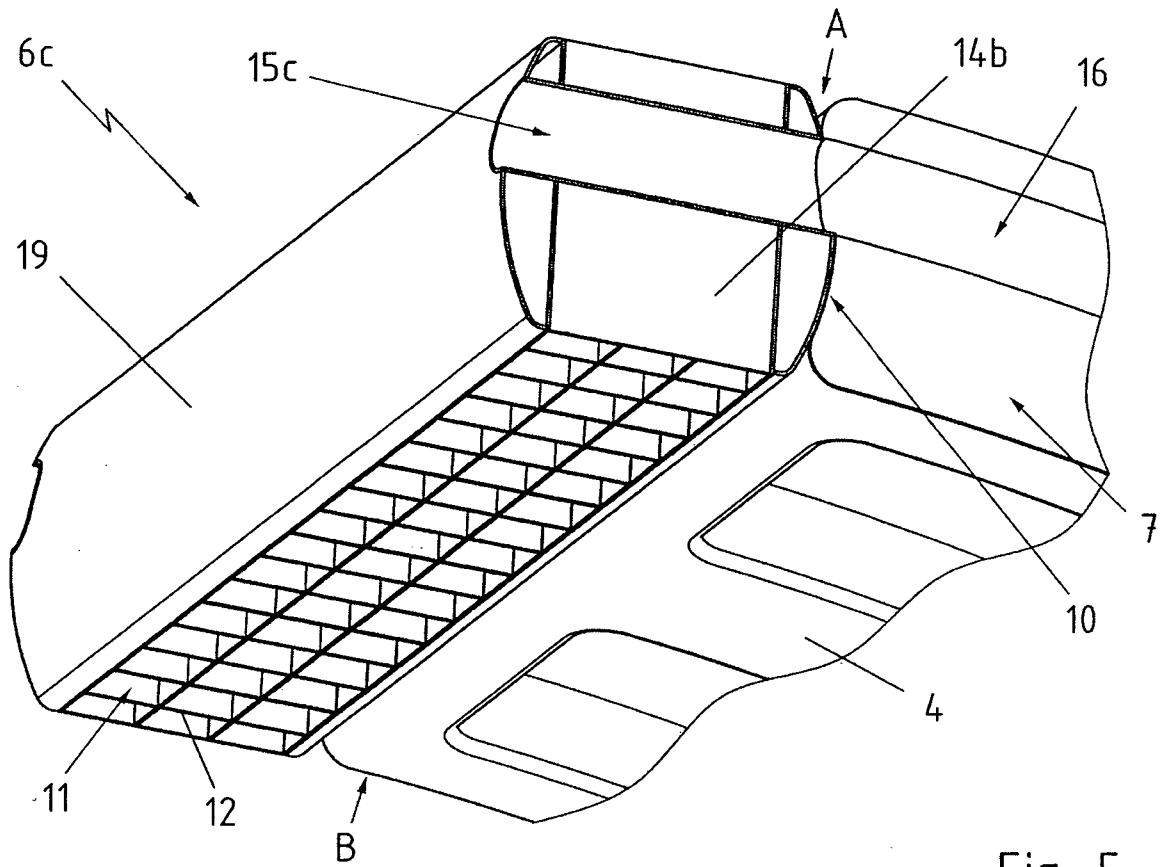


Fig. 5

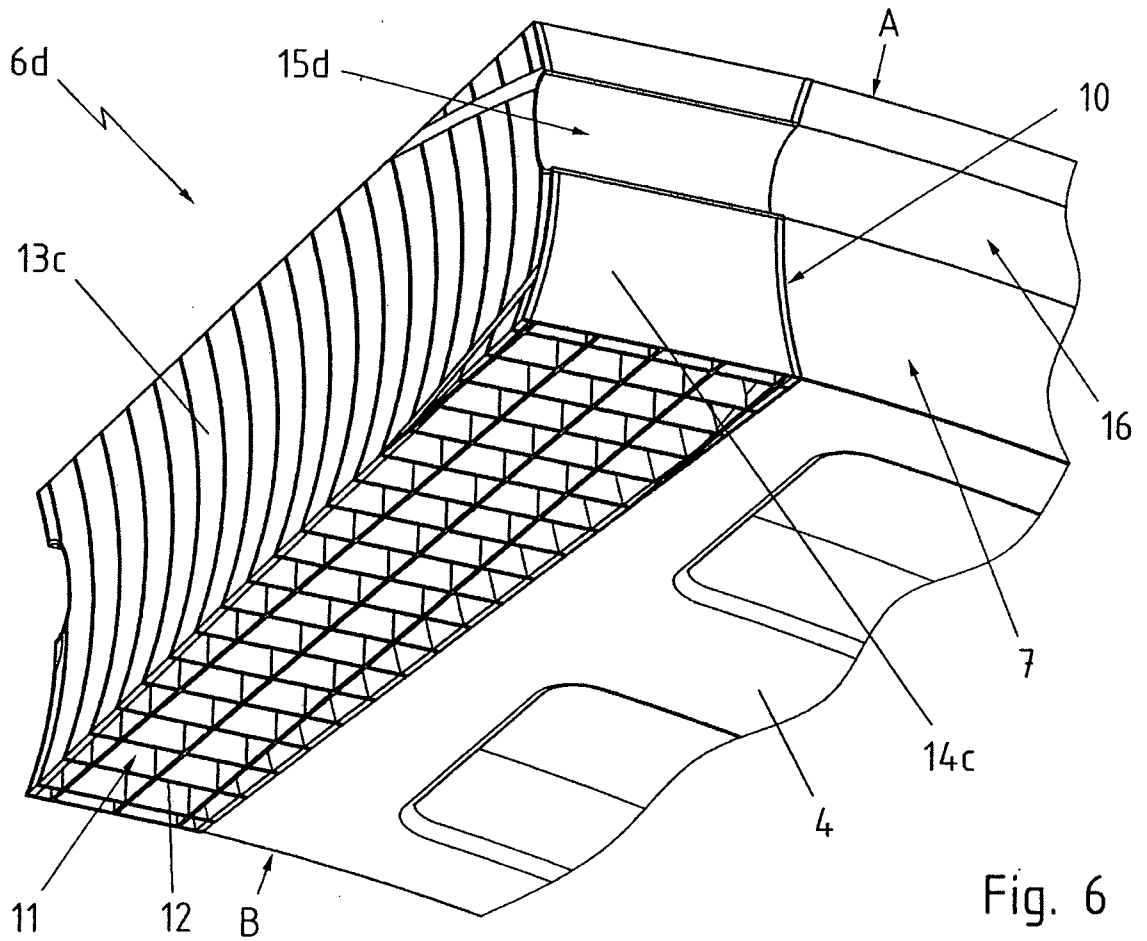


Fig. 6

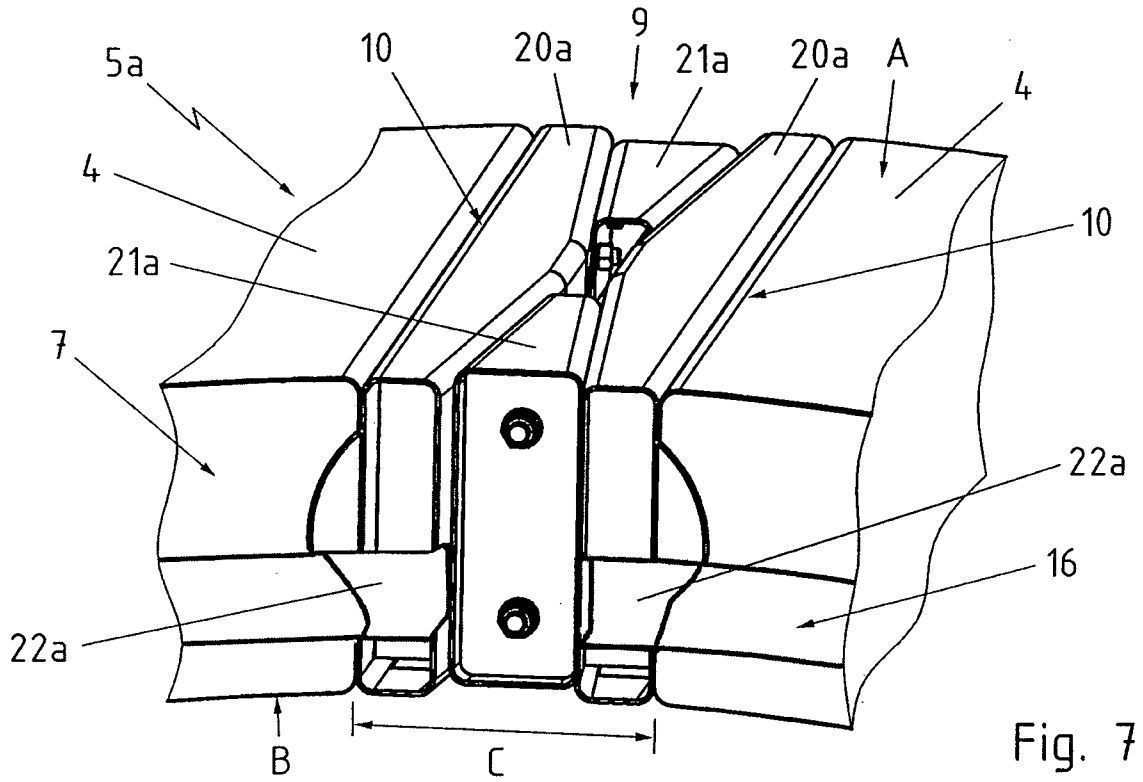


Fig. 7

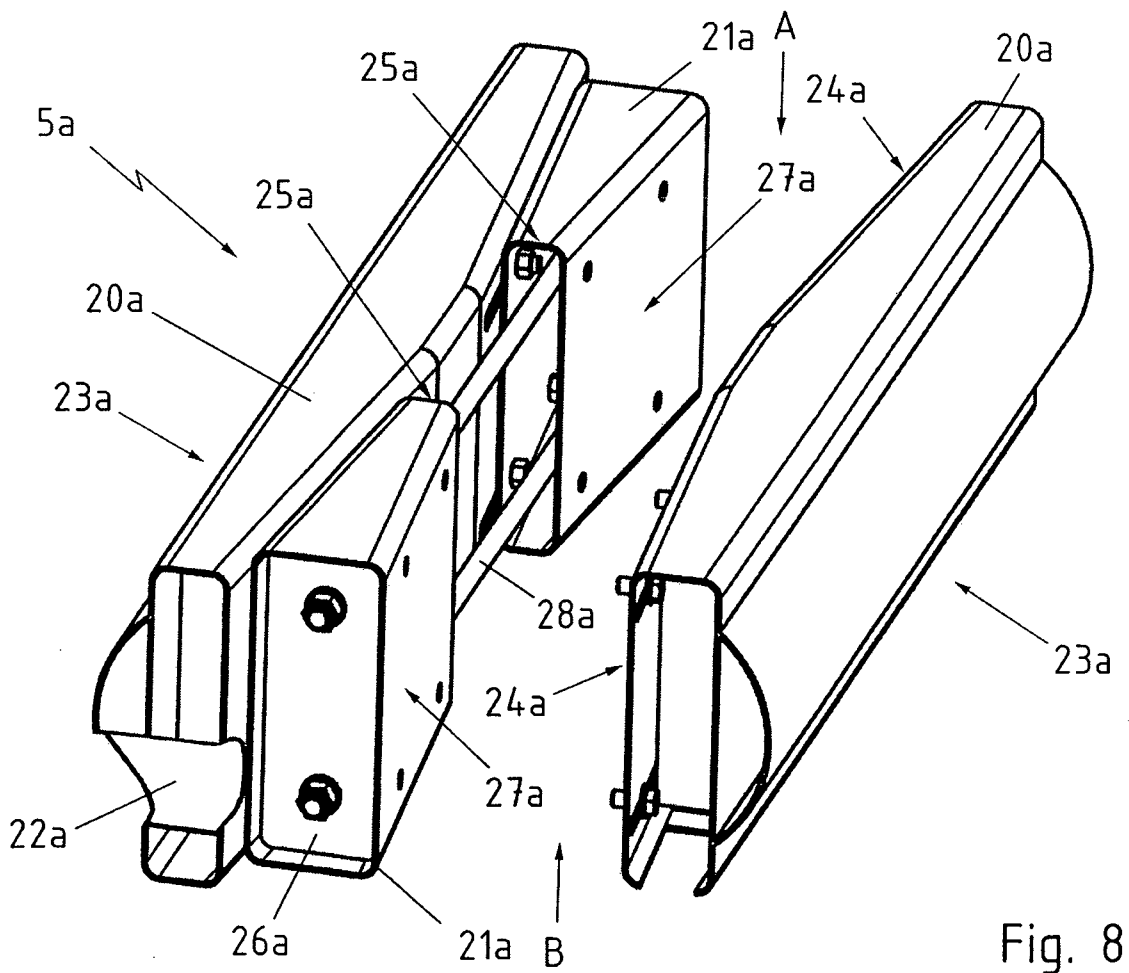


Fig. 8

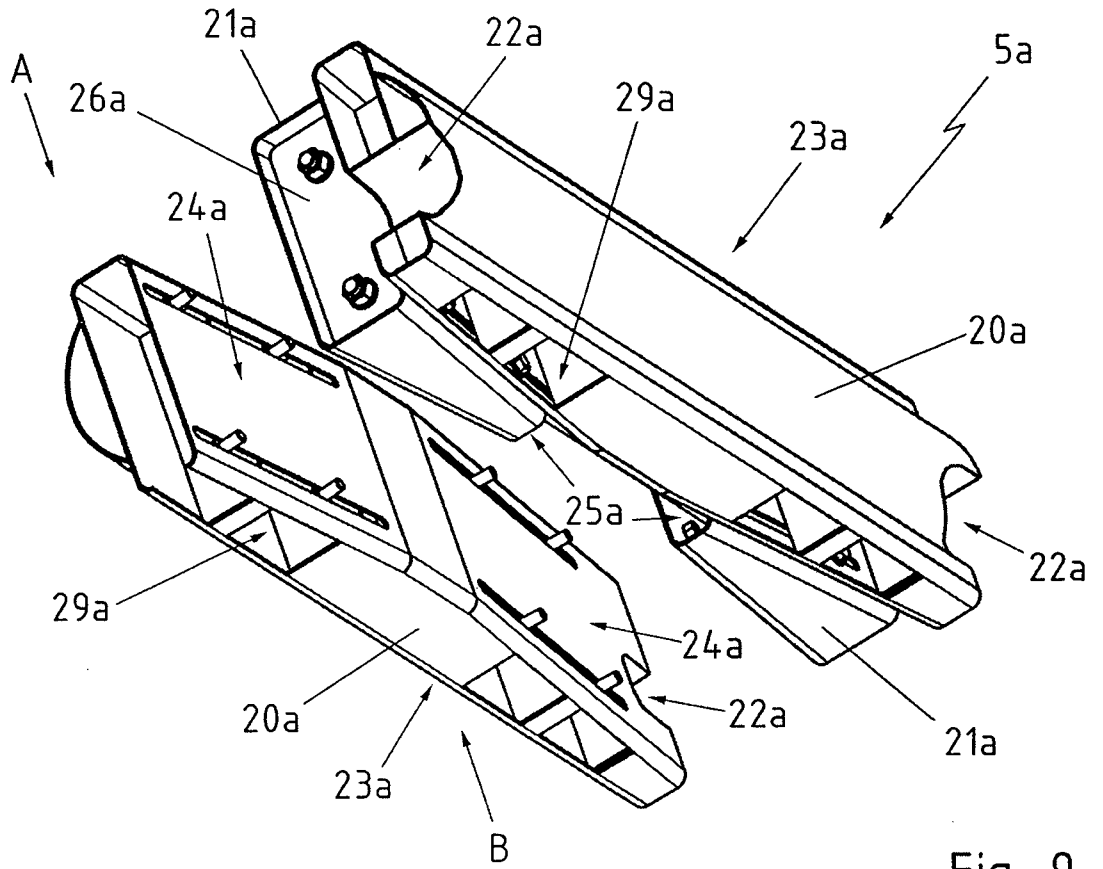


Fig. 9

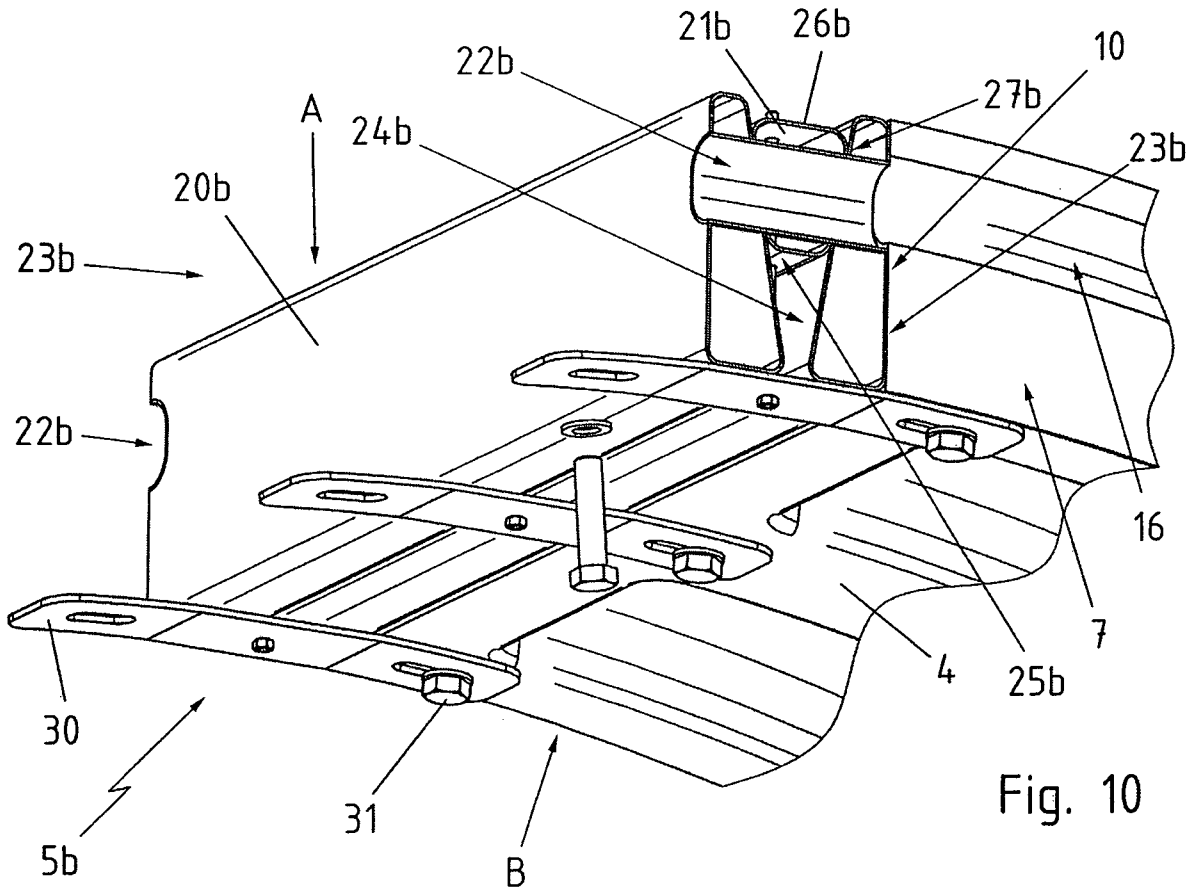


Fig. 10

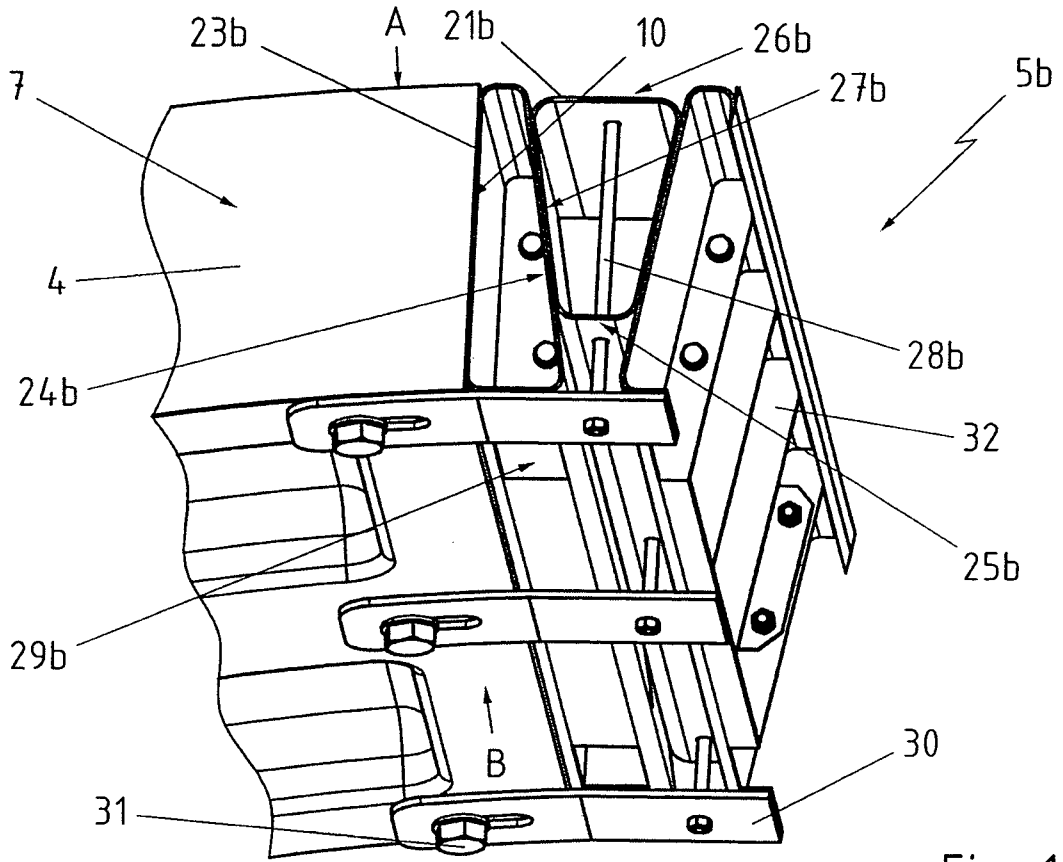


Fig. 11

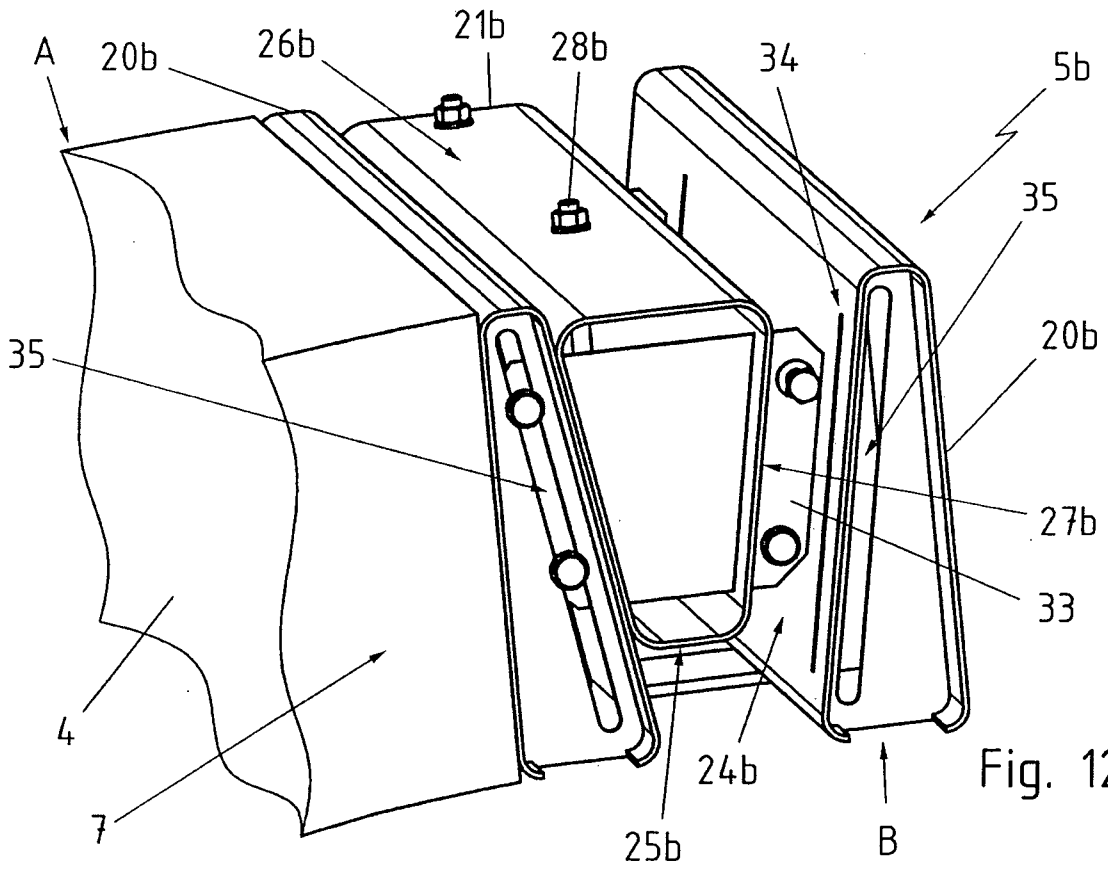


Fig. 12

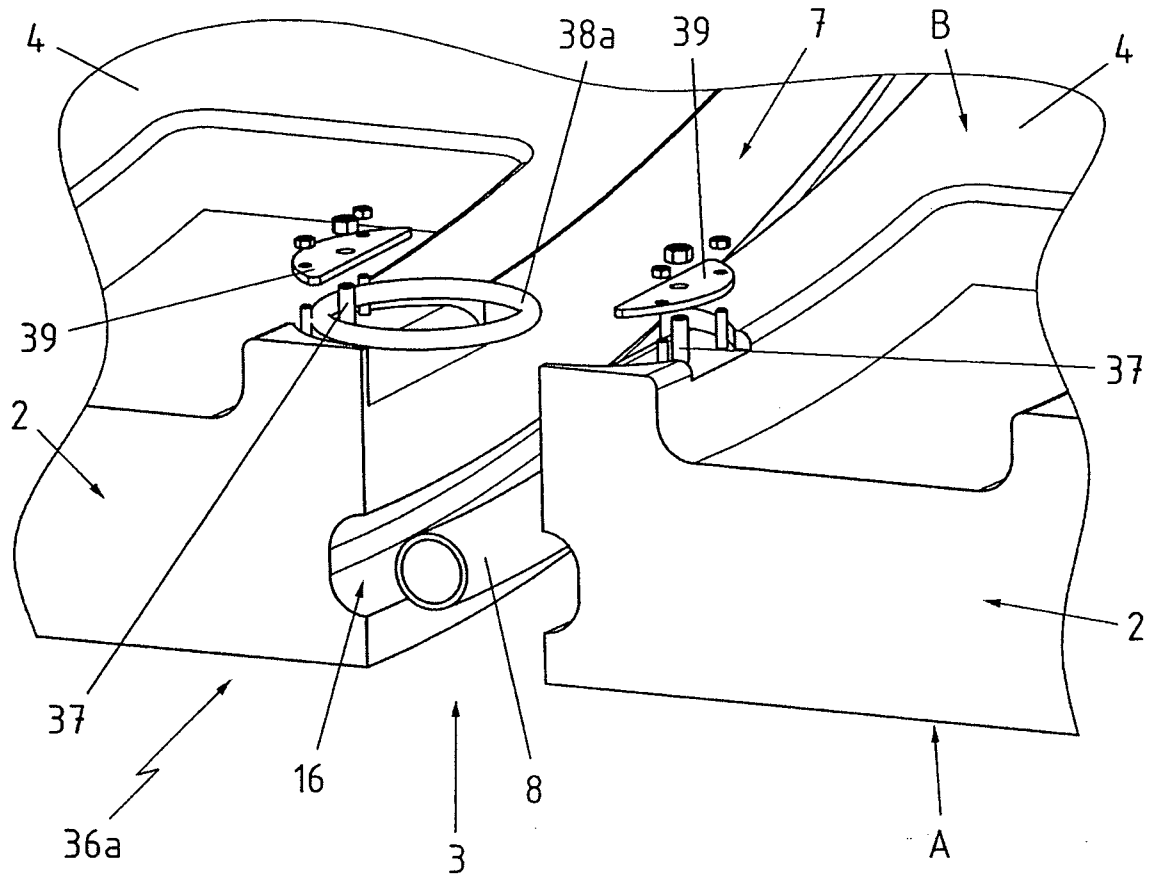


Fig. 13

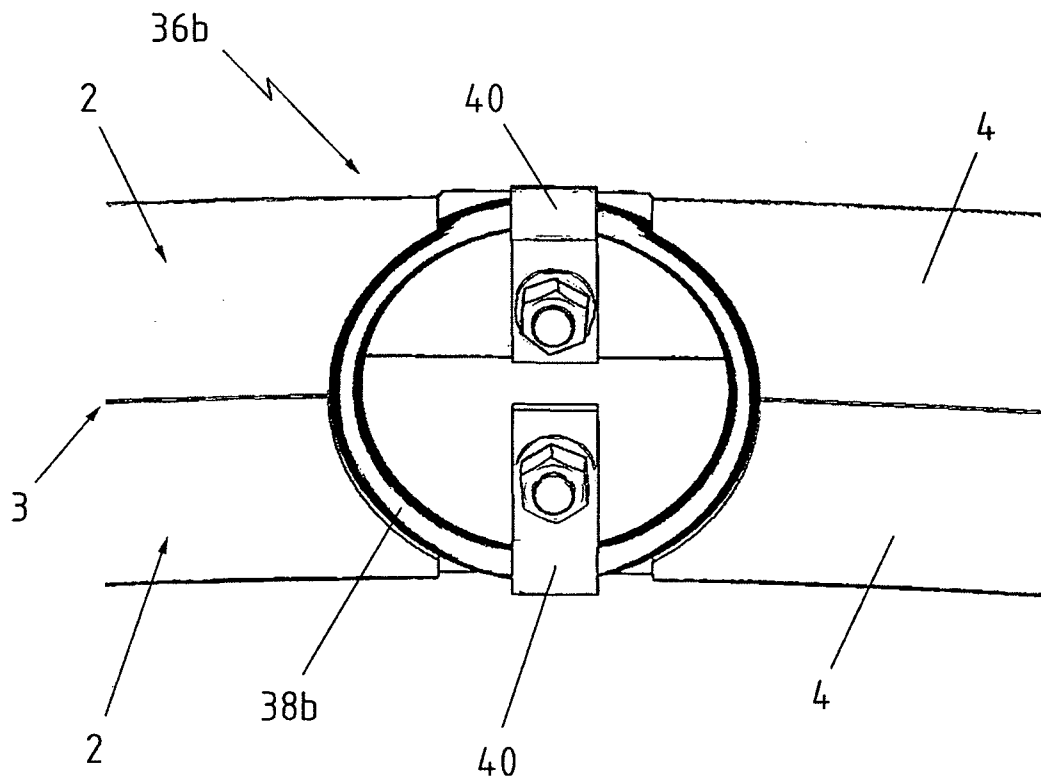


Fig. 14

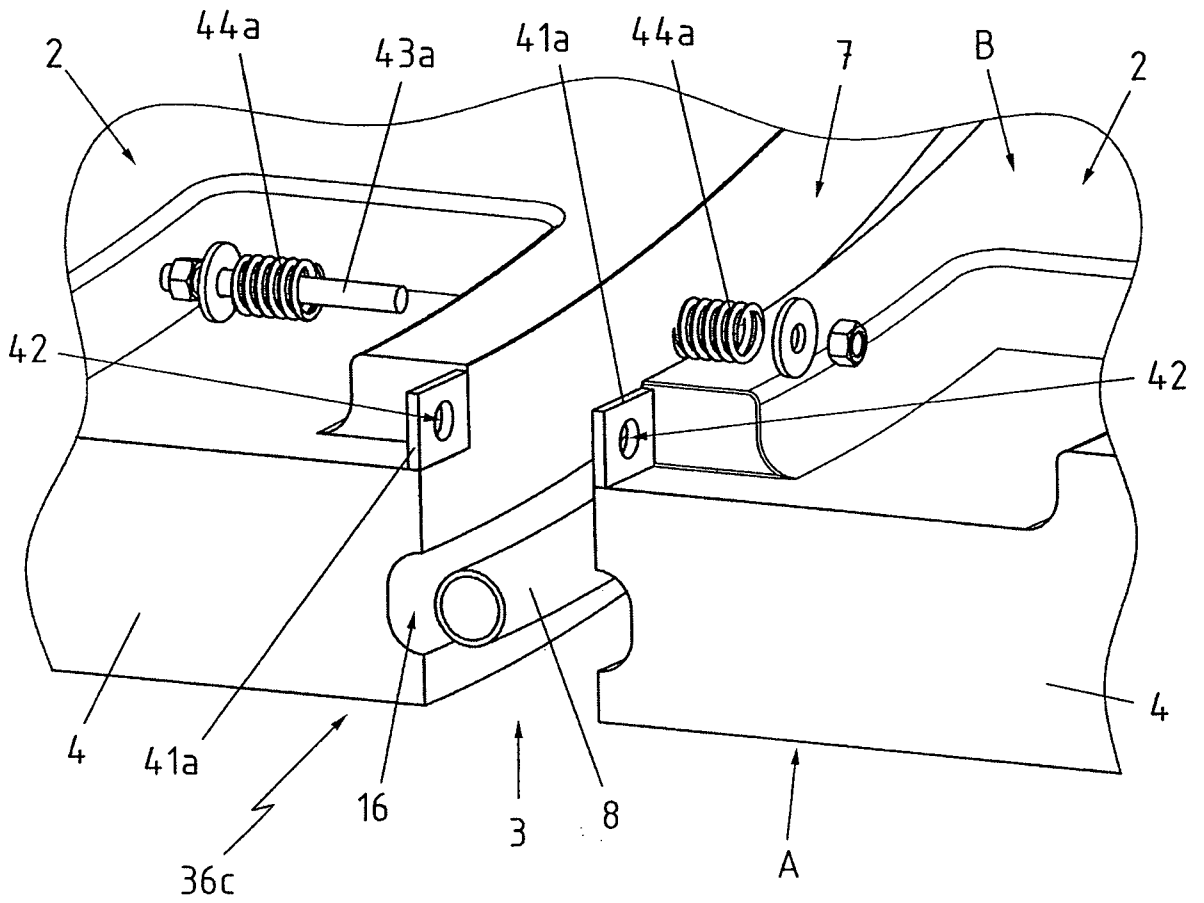


Fig. 15

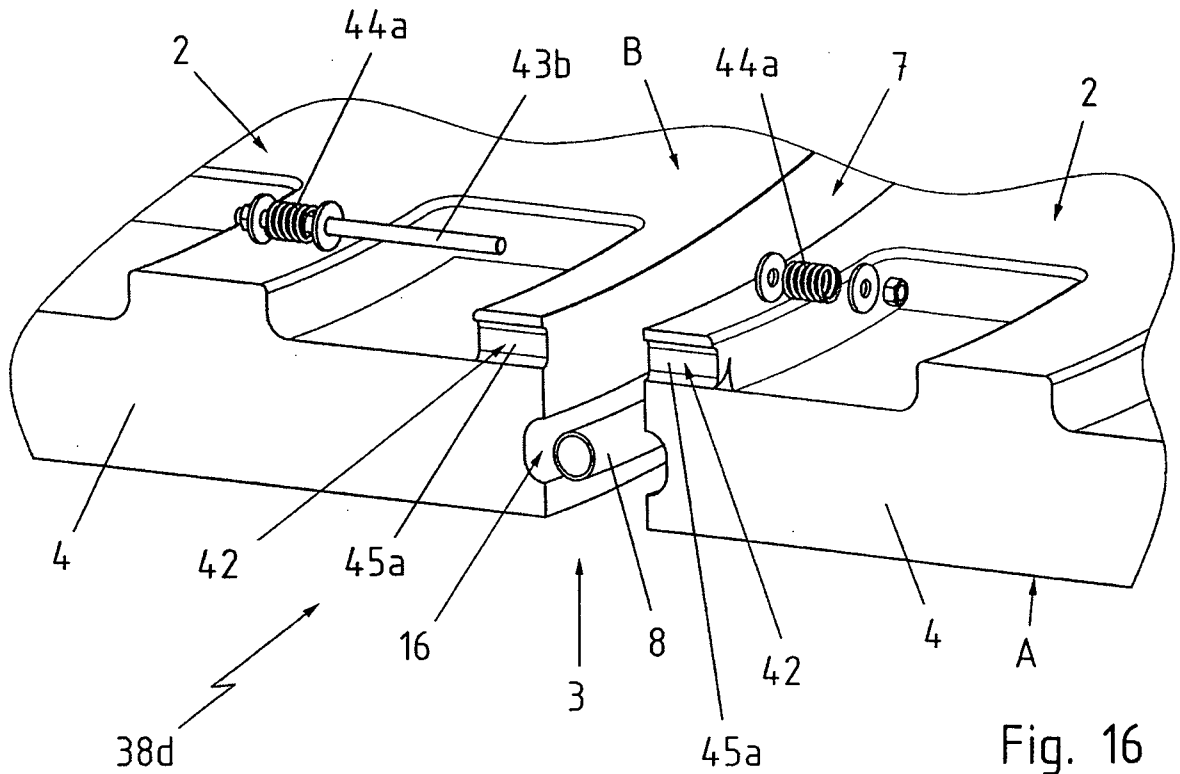


Fig. 16

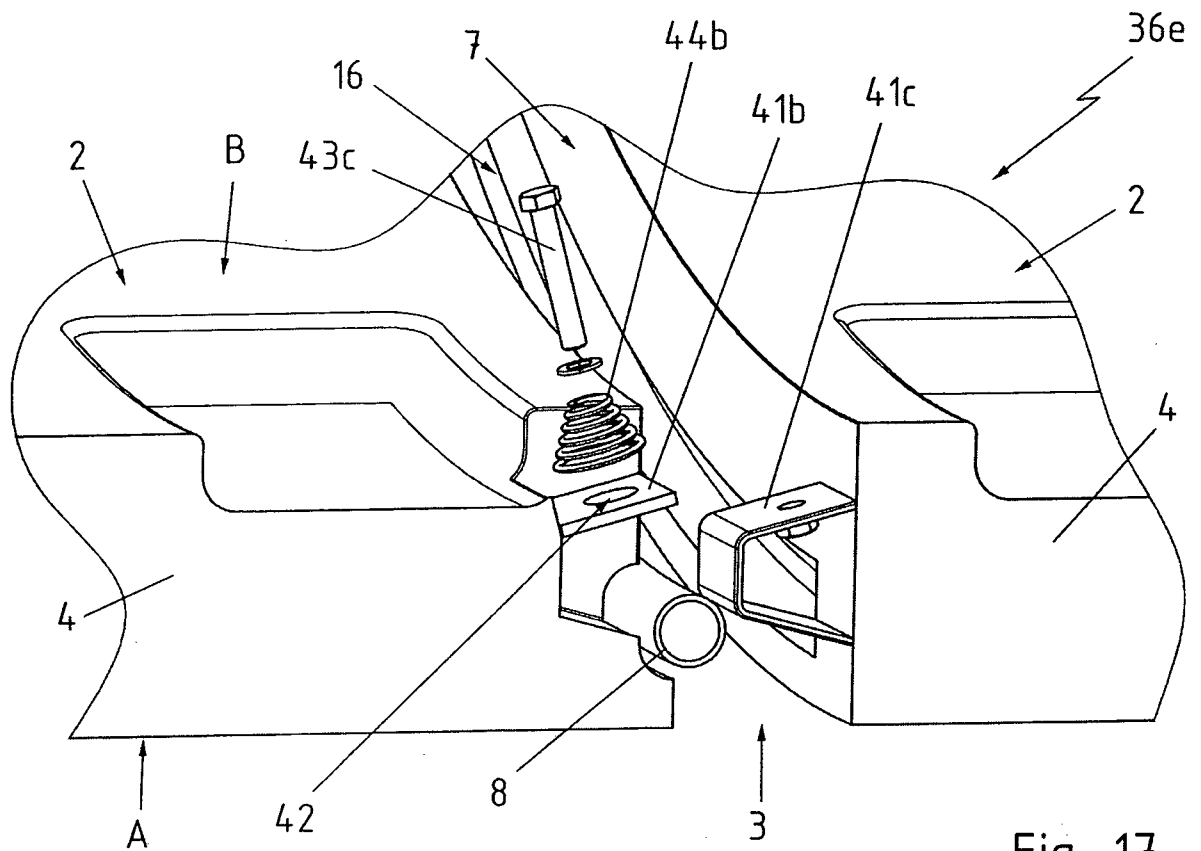


Fig. 17

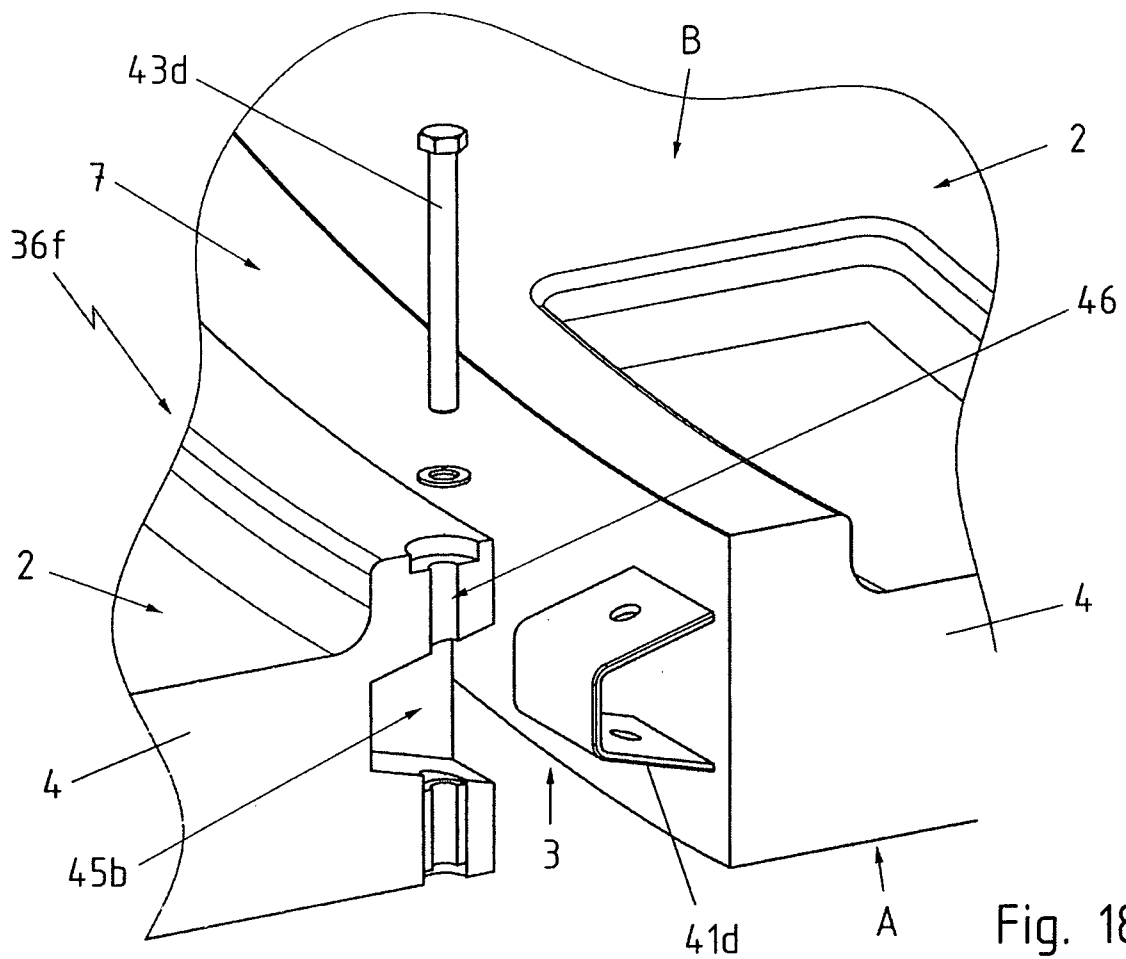


Fig. 18

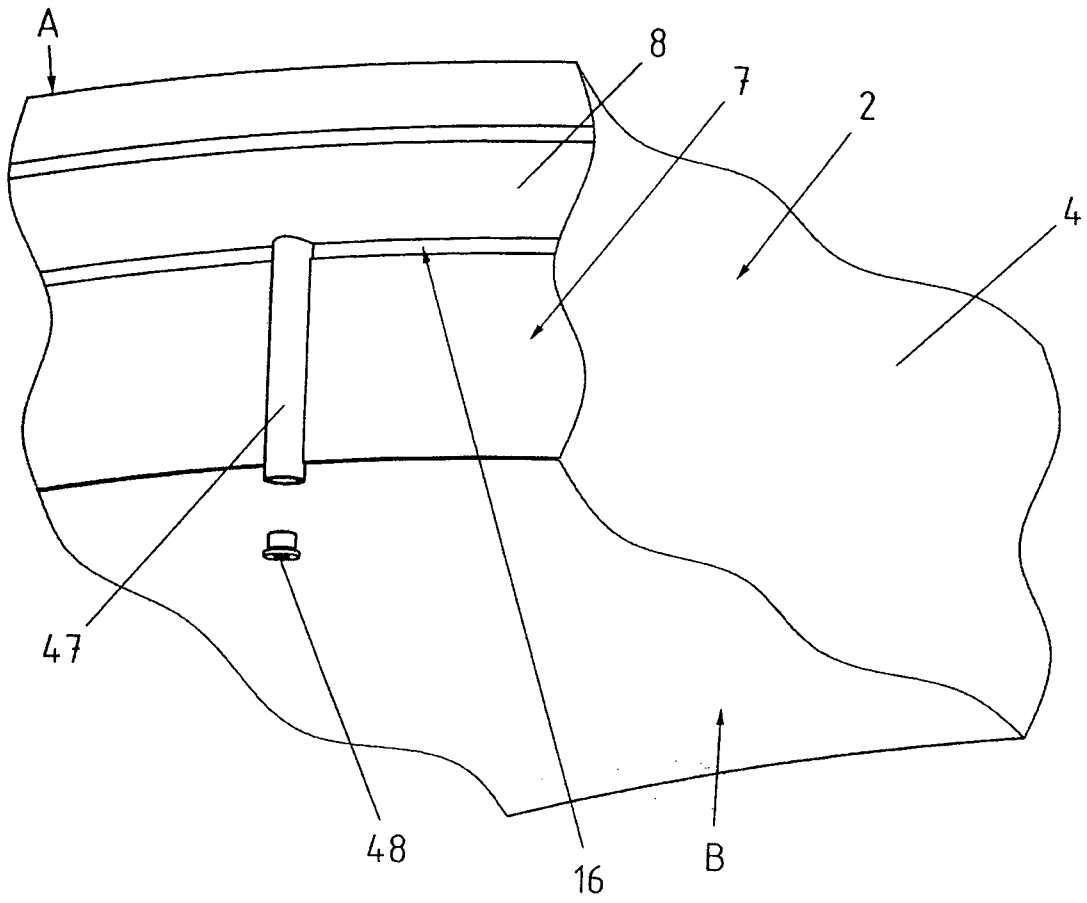


Fig. 19