

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **88108029.5**

(51) Int. Cl.4: **E21D 9/06**

(22) Anmeldetag: **19.05.88**

(30) Priorität: **13.08.87 DE 3726900**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.89 Patentblatt 89/08

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE FR GB IT NL

(71) Anmelder: **HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT**
VORM. GEBR. HELFMANN
Rellinghauser Strasse 53-57
D-4300 Essen 1(DE)

(72) Erfinder: **Babendererde, Siegmund, Dr.,**
Dipl.-Ing.
Kaiserallee 30
D-2400 Lübeck-Travemünde(DE)

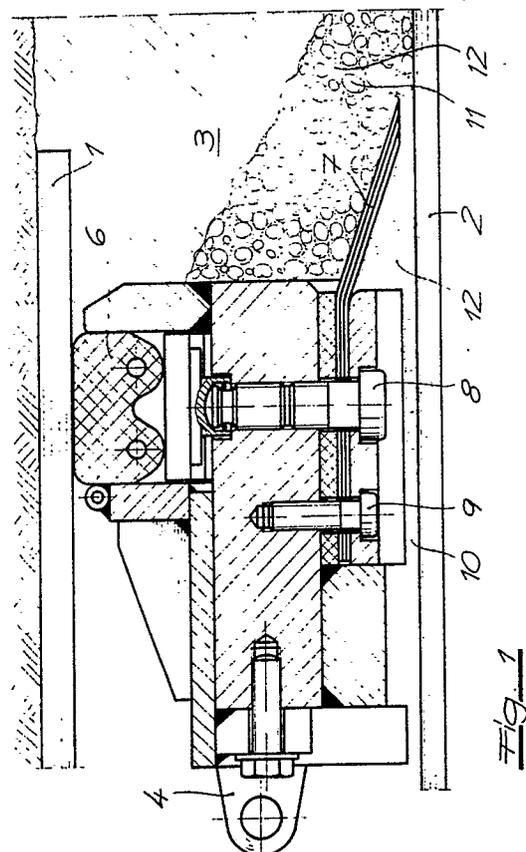
(74) Vertreter: **Masch, Karl Gerhard et al**
Patentanwälte Andrejewski, Honke & Partner
Theaterplatz 3 Postfach 10 02 54
D-4300 Essen 1(DE)

(54) **Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels.**

(57) Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels mit Hilfe einer Schildvortriebsmaschine, die eine unter atmosphärischem Druck stehende Arbeitskammer aufweist, wobei die Ortsbrust mit Hilfe eines Druckmittels gestützt wird, welches über den Spalt zwischen dem Schildschwanz bzw. Boden oder Gebirge und Tunnelausbau in Verbindung steht.

Der Spaltraum (3) ist zur Arbeitskammer hin zwischen Schildschwanz (1) und Tunnelausbau (2) durch einen Spaltdichtungsring abgeschlossen. Durch Rohrstützen (5) im Spaltdichtungsring wird Verpreßbeton in den Spaltraum (3) eingepreßt. Zum Zwecke des Verschließens einer sich eventuell ausbildenden Undichtigkeitsfuge zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Schildschwanz (1) und/oder dem Tunnelausbau (2) wird mit einem Verpreßbeton gearbeitet, der feine Zusatzstoffe (12) und grobkörnige Zuschlagstoffe (11) so aufweist, daß die groben Körner vor einer eventuellen Undichtigkeitsfuge ein Kornfilter bilden, dessen Poren durch die feinen Zusatzstoffe verschlossen werden.

EP 0 303 775 A1



Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels

Die Erfindung bezieht sich gattungsgemäß auf ein Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels mit Hilfe einer Schildvortriebsmaschine, die eine unter atmosphärischem Druck stehende Arbeitskammer aufweist, wobei die Ortsbrust mit Hilfe eines Druckmittels gestützt wird, welches über den Steuerspalt des Schildes mit dem Spaltraum zwischen Schildschwanz bzw. Boden oder Gebirge und Tunnelausbau in Verbindung steht, wobei der Spaltraum zur Arbeitskammer hin zwischen Schildschwanz und Tunnelausbau durch einen Spaltdichtungsring abgeschlossen wird und durch Rohrstützen im Spaltdichtungsring Verpreßbeton in den Spaltraum eingepreßt wird. So arbeitet man insbesondere in Lockerböden. Das Druckmittel ist ein fluides Medium. Es kann beispielsweise mit Wasser, einer thixotropen Flüssigkeit oder mit einem Gas, insbesondere mit Luft, gearbeitet werden. Der Verpreßbeton kann einen beliebigen Binder, insbesondere einen hydraulischen Binder oder auch einen Kunstharzbinder, aufweisen. Der Spaltdichtungsring kann auf verschiedene Weise aufgebaut sein.

Arbeitet man nach dem gattungsgemäßen Verfahren, so können Undichtigkeitsfugen zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Schildschwanz und/oder dem Tunnelausbau nicht immer ausgeschlossen werden. Das gilt insbesondere dann, wenn der Tunnelausbau als Tübbingausbau mit zusammengesetzten Tübbingsegmenten ausgeführt ist und nicht ausgeschlossen werden kann, daß die einzelnen Tübbingsegmente gegeneinander in radialer Richtung ein wenig gegeneinander versetzt sind. Im einzelnen ist zu diesem Problemkreis folgendes festzuhalten:

Bei Tunnelvortrieben, insbesondere in Lockerböden, wird die Ortsbrust entweder mechanisch durch eine Schürfscheibe oder durch ein Druckmittel gestützt. Die mechanische Stützung ist unvollkommen und verursacht Verformungen der Ortsbrust, was Senkungen der Geländeoberfläche auslöst. Eine Stützung der Ortsbrust durch eine Flüssigkeit ist sehr wirkungsvoll und führt zu setzungsarmen Vortrieben. Nachteilig ist, daß das Ausbruchsmaterial mit der Flüssigkeit vermengt abtransportiert werden muß. Es wird übertage von der Flüssigkeit getrennt, was insbesondere bei feinkörnigen Böden aufwendig ist. Eine Druckluftstützung ist demgegenüber vorteilhafter, weil der abgebaute Boden trocken abtransportiert werden kann. In der Praxis wurde bisher die gesamte Tunnelröhre unter Druckluft gesetzt, um den Boden an der Ortsbrust zu stützen. Versuche, lediglich eine Arbeitskammer im vorderen Teil des Schildes unter Druckluft zu setzen, um dadurch den Vortriebsmannschaften die Arbeit unter atmosphärischem Druck zu ermögli-

chen, sind zwar bekannt geworden, scheiterten jedoch. Druckmittelverluste und insbesondere Druckluftverluste treten auf, wenn das Druckmittel an der Außenseite des Schildes im Steuerspalt nach hinten fließt und durch eine unvollkommene Dichtung des Spaltdichtungsringes in die Arbeitskammer dringt. Dieser Spaltraum, der eine Spaltdicke von etwa 10 cm aufweist, wird gleichzeitig mit dem Vorschub des Schildes in der beschriebenen Weise mit dem Verpreßbeton verpreßt, um zu verhindern, daß der umgebende Boden, der auch im Grundwasser liegen kann, in den Spaltraum eintritt. Es gelingt jedoch nicht, sicherzustellen, daß der Verpreßdruck für den Verpreßbeton immer zuverlässig größer ist als derjenige Druck, der aus der Belastung entsteht. Dadurch bedingt fällt Boden in den Spalt, wodurch es unmöglich wird, den Schildschwanzspalt vollkommen zu verfüllen. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch in gebräuchlichem Gestein.

Durch einen nur unvollkommen verfüllten Spaltraum kann das Druckmittel, insbesondere ein gasförmiges Druckmittel, strömen, welches durch den den Schild umgebenden Steuerspalt bis hinter den Schildschwanz geflossen ist. Wenn der Spaltdichtungsring nicht abdichtet, entweicht das Druckmittel in die Arbeitskammer. Einer unvollkommenen Verfüllung des Spaltraumes kann entgegengewirkt werden mit einem beweglichen, elastisch gestützten Spaltdichtungsring (vgl. DE 36 42 893.0-24). Doch selbst auf diese Weise kann eine zuverlässige Verfüllung des Spaltraumes dann nicht erreicht werden, wenn z. B. beim Tübbingausbau aus irgendwelchen Gründen ein Versatz zwischen benachbarten Segmenten entsteht, über den die Dichtung des Spaltdichtungsringes hinweggleitet. Es verbleibt zuweilen eine Undichtigkeitsfuge von bis 15 mm. Durch diese Undichtigkeitsfuge fließt der flüssige Verpreßbeton ins Schildinnere ab, ohne daß der vorgesehene Druck im Verpreßbeton zur Stützung des umgebenden Bodens gehalten werden kann. Diese Abfließgefahr ist um so größer, je höher die Verpreßdrücke sind, die man bei tiefliegenden Tunneln benötigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren so zu führen, daß eine eventuell sich ausbildende Undichtigkeitsfuge zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Schildschwanz und/oder dem Tunnelausbau sich von selbst verschließt, so daß die beschriebenen Nachteile vermieden werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß zum Zwecke des Verschließens einer sich eventuell ausbildenden Undichtigkeitsfuge zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Schildschwanz und/oder dem Tunnelausbau mit einem

Verpreßbeton gearbeitet wird, der feine Zusatzstoffe und grobkörnige Zuschlagstoffe so aufweist, daß die groben Körner vor einer eventuellen Undichtigkeitsfuge ein Kornfilter bilden, dessen Poren durch die feinen Zusatzstoffe verschlossen werden. Es versteht sich, daß der Verpreßbeton im übrigen nach der herrschenden Lehre aufgebaut ist und übliche andere Zusatzstoffe, wie Fließmittel, Verzögerer und Stabilisatoren, aufweist. Das Kornfilter bildet sich vor einer Undichtigkeitsfuge aus hydrodynamischen Gründen und erfährt dabei und danach gleichsam eine Verstopfung.

Nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird mit einem Verpreßbeton gearbeitet, bei dem das Größtkorn der grobkörnigen Zuschlagstoffe nicht kleiner als 4 mm ist. Tatsächlich hat sich herausgestellt, daß bei einem solchen Größtkorn die beschriebene Kornfilterwirkung immer erreicht wird. Das gilt insbesondere dann, wenn mit einem Verpreßbeton gearbeitet wird, bei dem die feinen Zusatzstoffe aus Sand und/oder aus Fasern bestehen. Von besonderer Bedeutung sind die beschriebenen Maßnahmen, wenn mit einem Spaltdichtungsring gearbeitet wird, der in der beschriebenen Weise elastisch abgestützt ist und dessen elastische Abstützung gegen den Verpreßbeton im Spaltraum drückt. Der Kombination der beschriebenen Verfahrensmaßnahmen mit der Anwendung eines so angeordneten und ausgebildeten Spaltdichtungsringes kommt daher besondere Bedeutung zu. Die durch die Ausbildung des Kornfilters erreichte Abdichtung ist überraschenderweise selbst dann wirksam, wenn der Verpreßbeton unter einem Druck von bis zu 10 bar in den Spaltraum eingedrückt wird.

Im folgenden werden die beschriebenen und weiteren Merkmale der Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Spaltdichtungsring beim Tunnelvortrieb nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Fig. 2 einen Fig. 1 entsprechenden Schnitt durch den Spaltdichtungsring in einer anderen Winkelstellung.

Der in den Figuren dargestellte Spaltdichtungsring ist zwischen dem Hinterende eines Schildschwanzes 1 sowie dem Vorderende eines Tübbingausbaus 2 angeordnet und dient zum Abdichten des Spaltraumes 3 im Zuge von dessen Verpressung mit Verpreßbeton. Der Spaltdichtungsring ist relativ zum Schildschwanz 1 und Tübbingausbau 2 frei beweglich über einstellbare Stützaggregate in Form von Zylinderkolbenanordnungen in Vortriebsrichtung federnd, beispielsweise am Schild, abgestützt. In den Figuren sind diese Stützaggregate im einzelnen nicht dargestellt; erkennbar ist in Fig. 1 nur eines von mehreren Befestigungs-

augen 4, an denen die Stützaggregate befestigt sind. Gleichmäßig über den Umfang verteilt sind an der vorderen Stirnseite des Spaltdichtungsringes mehrere Verpreßmaterialzuführungsrohrstützen 5 vorgesehen (vgl. Fig. 2). Außerdem weist der Spaltdichtungsring eine elastische Außendichtung 6 und eine elastische Innendichtung 7 auf. Die elastische Außendichtung 6 besteht aus einem Gummi- oder Kunststoffring, der an die Innenseite des Schildschwanzes 1 anlegbar ist; hierzu sind entsprechend radiale Einstellschrauben 8 vorgesehen. Die gegen die Außenseite des Tübbingausbaus 2 preßbare Innendichtung 7 besteht aus einer nachlaufenden Federblechabdichtung, die durch Radialschrauben 9 am Spaltdichtungsring befestigt ist.

In den Fig. 1 und 2 wurde angedeutet, daß sich durch Versatz von Segmenten im Tunnelausbau 2 in dem Bereich, in dem der Schnitt geführt wurde, eine Undichtigkeitsfuge 10 gebildet hat. Die Fig. 1 zeigt, daß sich vor der Undichtigkeitsfuge 10 ein Kornfilter 11 aus den grobkörnigen Zuschlagstoffen des Verpreßbetons aufgebaut hat, und daß die Poren des Kornfilters durch die feinen Zusatzstoffe 12 verschlossen wurden. Einige davon haben das Kornfilter passiert und auch die Undichtigkeitsfuge 10 geschlossen. Der Anteil an feinen Zusatzstoffen, insbesondere der des Mehlkorngeltes, kann gegenüber einem üblichen Verpreßbeton erhöht sein. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß dem Verpreßbeton amorphe Kieselsäure in Form von Fällungskieselsäure oder durch Hochtemperaturhydrolyse hergestellter Kieselsäure beigegeben wird. Im allgemeinen reichen 2 bis 4 Gew.-% an amorpher Kieselsäure, bezogen auf das Zementgewicht. Auch durch eine Abstimmung der übrigen Zusatzstoffe, wie Fließmittel, Verzögerer und Stabilisatoren, kann die Abdichtung verbessert werden. Im Rahmen der Erfindung liegt auch eine Beigabe an Bentonit, beispielsweise in einer Menge von 2 bis 6 Gew.-%, vorzugsweise 4 Gew.-%, bezogen auf das Zementgewicht.

45 Ansprüche

1. Verfahren zum Schildvortrieb eines Tunnels mit Hilfe einer Schildvortriebsmaschine, die eine unter atmosphärischem Druck stehende Arbeitskammer aufweist,

wobei die Ortsbrust mit Hilfe eines Druckmittels gestützt wird, welches über den Steuerspalt des Schildes mit dem Spaltraum zwischen Schildschwanz bzw. Boden oder Gebirge und Tunnelausbau in Verbindung steht,

wobei der Spaltraum zur Arbeitskammer hin zwischen Schildschwanz und Tunnelausbau durch ei-

nen Spaltdichtungsring abgeschlossen wird und durch Rohrstützen im Spaltdichtungsring Verpreßbeton in den Spaltraum eingepreßt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Zwecke des Verschließens einer sich eventuell ausbildenden Undichtigkeitsfuge zwischen dem Spaltdichtungsring und dem Schildschwanz und/oder dem Tunnelausbau mit einem Verpreßbeton gearbeitet wird, der feine Zusatzstoffe und grobkörnige Zuschlagstoffe so aufweist, daß die groben Körner vor einer eventuellen Undichtigkeitsfuge ein Kornfilter bilden, dessen Poren durch die feinen Zusatzstoffe verschlossen werden.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Verpreßbeton gearbeitet wird, bei dem das Größtkorn der grobkörnigen Zuschlagstoffe nicht kleiner als 4 mm ist.

10

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Verpreßbeton gearbeitet wird, bei dem die feinen Zusatzstoffe aus Sand und/oder Fasern bestehen.

15

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem gegenüber üblichem Verpreßbeton erhöhtem Anteil an feinen Zusatzstoffen gearbeitet wird.

20

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Verpreßbeton amorphe Kieselsäure in Form von Fällungskieselsäure oder durch Hochtemperaturhydrolyse hergestellter Kieselsäure beigegeben wird.

25

30

35

40

45

50

55

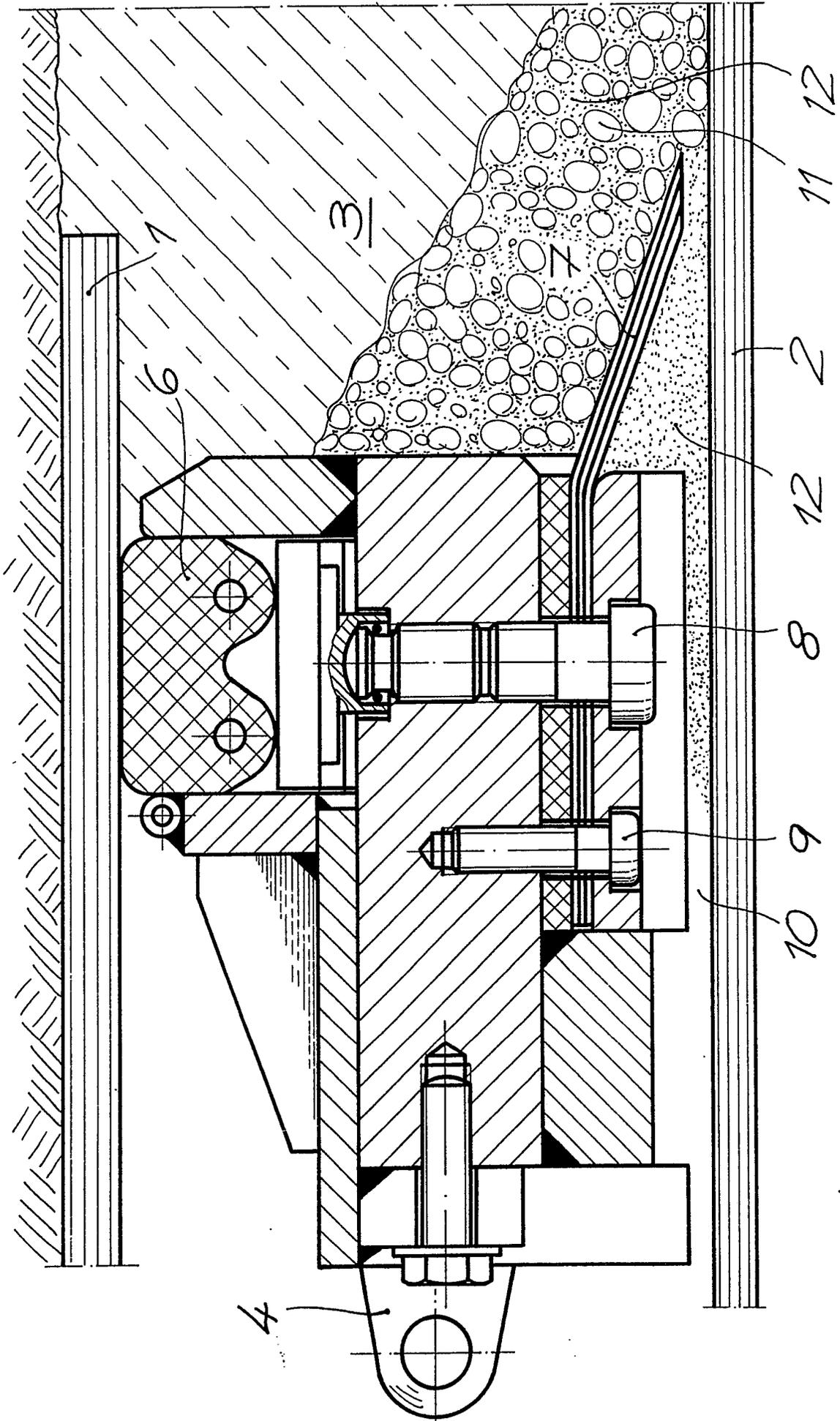


Fig. 1

66897

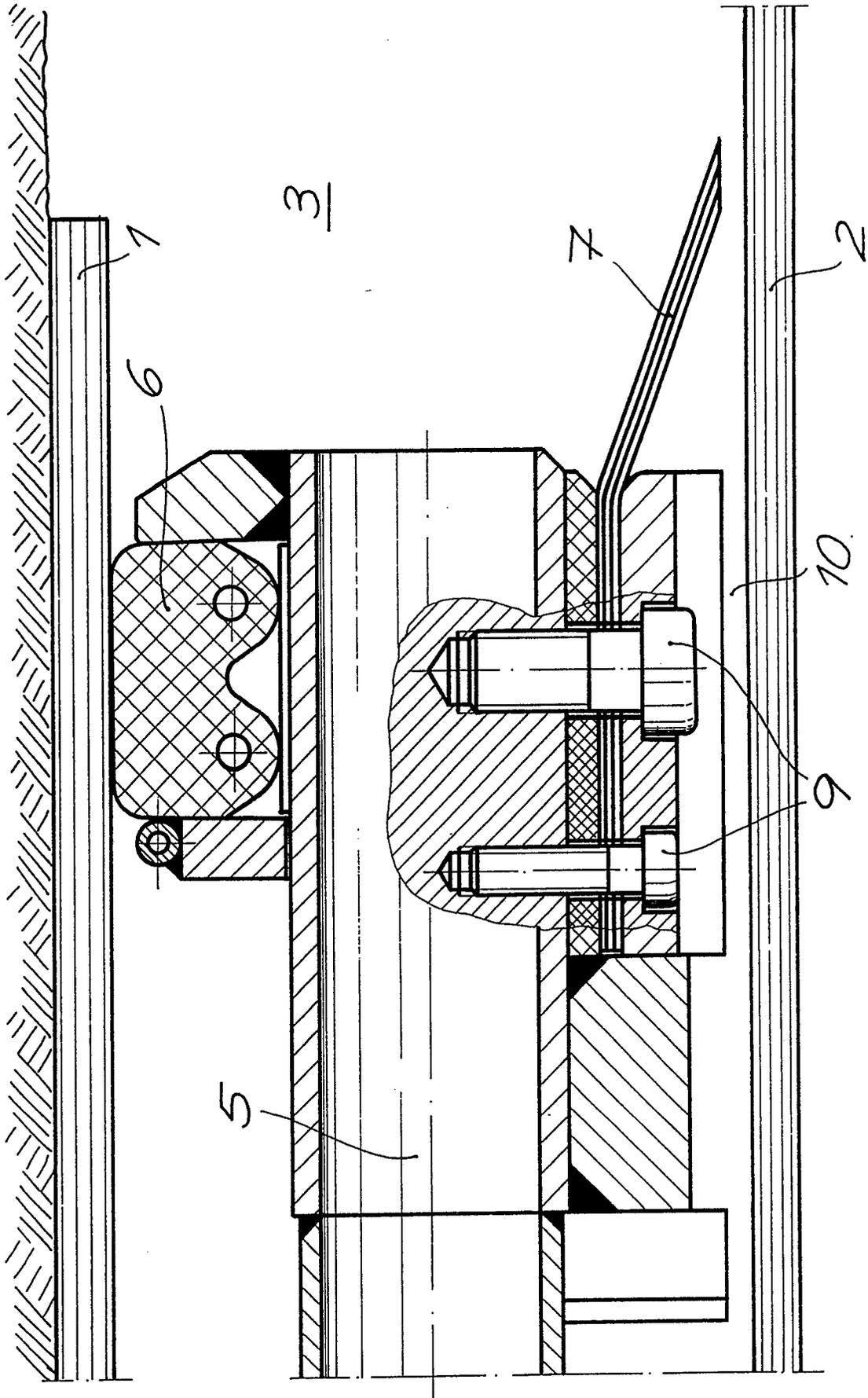


Fig. 2

66892



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 560 635 (DYCKERHOFF & WIDMANN) * Seite 5, Zeilen 25-30; Figuren 2,3 * ---	1	E 21 D 9/06
A	DE-A-2 623 223 (TEKKEN) * Seite 8, Absatz 2; Figur 6 * ---	1	
A	GB-A-1 497 509 (WAYSS & FREYTAG) * Anspruch 8; Figur 3 * ---	1	
A	FR-A-2 515 092 (SOCIETE DES BETONS DU COMMINGES) ---		
A	FR-A- 451 532 (MARTIN) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			E 21 D E 21 F C 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11-10-1988	Prüfer RAMPELMANN J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			