



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer : **93890021.4**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **E21D 11/08, E21D 11/05**

(22) Anmeldetag : **17.02.93**

(30) Priorität : **21.02.92 AT 323/92**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**25.08.93 Patentblatt 93/34**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**CH DE FR IT LI**

(71) Anmelder : **INGENIEURE MAYREDER, KRAUS  
& CO. CONSULT GESELLSCHAFT m.b.H.**  
**Sophiengutstrasse 20**  
**A-4020 Linz (AT)**

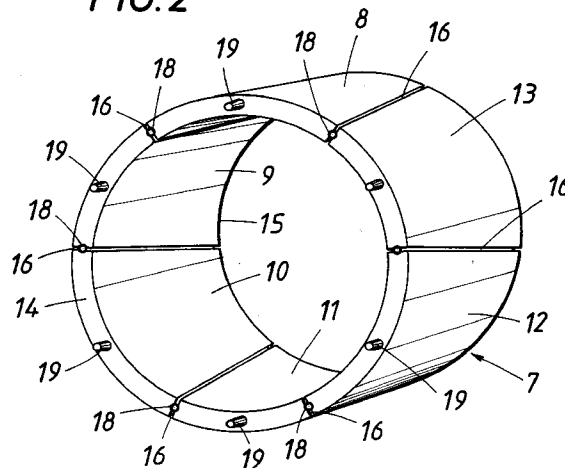
(72) Erfinder : **Wagner, Harald, Dr.**  
**Kirchenberg 207**  
**A-4310 Mauthausen (AT)**  
Erfinder : **Schulter, Alfred, Dipl.-Ing.**  
**Daimlerstrasse 23**  
**A-4020 Linz (AT)**

(74) Vertreter : **Hübscher, Heiner, Dipl.-Ing. et al**  
**Spittelwiese 7**  
**A-4020 Linz (AT)**

(54) **Tunnelausbau in Tübbingbauweise.**

(57) Ein Tunnelausbau in Tübbingbauweise, besteht aus einander in gerader Anzahl zu je einem Tübbingring (7) ergänzenden, untereinander zumindest ähnlichen, in der Grundform trapez- oder trapezoidförmigen Tübbingsteinen (8 - 13), die an den nach Einbau die Ringfuge bestimmenden Stirnseiten (14, 15) über dübelartige, eine beschränkte Übertragung von Scherkräften zulassende Steckverbindungen (19) und entlang der schrägen Längsfugen (16) über aus durchlaufenden Längsnuten (17) der schrägen Längsseiten und eingelegten Federn (18) bestehende Nut-Federverbindungen zusammengehalten sind. Um eine Nachgiebigkeit des Ausbaues gegenüber dem Gebirgsdruck zu schaffen, sind zusammendrückbar ausgebildete Federn (18) vorgesehen, welche in unbelastetem Zustand die Steine (8 - 13) unter Längsfugenbildung auf Distanz halten und unter dem Gebirgsdruck unter Verringerung der Fugenbreite zusammendrückbar sind, und die Tübbingsteine sind an den Stirnseiten (14, 15) über je einen einzigen Mitteldübel (19) mit dem im nächsten Tübbingring (7) benachbarten Tübbingstein verbunden.

**FIG. 2**



Die Erfindung betrifft einen Tunnelausbau in Tübbingbauweise, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein derartiger Tunnelausbau ist aus der AT-A-389 149 bekannt. Der grundsätzliche Vorteil dieser Art des Tunnelausbaues besteht darin, daß Fertigteile Verwendung finden können, die nach einem Baukastensystem zu den Tübbingringen verbindbar sind, wobei die Tübbingringe nach einem Stecksystem zusammengehalten werden, so daß der Einbau der Steine unmittelbar an den Ausbruch anschließend möglichst im Schutze des Schildschwanzes einer Vortriebsmaschine erfolgen kann. Richtungsabweichungen des Tunnelausbaues von der Geraden lassen sich dadurch erzielen, daß man Tübbingsteine verwendet, die einander zu Tübbingringen mit untereinander einen spitzen Winkel einschließenden, durch die Stirnseiten bestimmten Ebenen ergänzen, wobei zwei gegengleich zusammengesetzte Ringe einen Rohrzylinder mit parallelen Stirnseiten ergeben, durch Verdrehung der Ringe aus dieser Lage aber Abweichungen des Ausbaues nach den Seiten und nach oben oder unten möglich werden. Bei der bekannten Ausführung bilden die Federn im wesentlichen Gleitführungen für das Zusammenfügen der Steine und die Steine stoßen an den Schrägrändern nahezu fugenlos aneinander. In diese Fugen können, ebenso wie in die Ringfugen, Dichtungen eingelegt werden.

Bei anderen bekannten Tunnelausbauten wird eine begrenzte radiale Nachgiebigkeit bei Böden und Gebirgen mit schlechter Eigentragsfähigkeit bzw. hohem Verformungspotential eingesetzt, um einerseits einen Ausbau aus Fertigteilen in wirtschaftlicher Bauweise zu ermöglichen und andererseits mit Bauelementen, die noch kostengünstig herstellbar sind, das Auslangen zu finden. Durch die radiale Verformbarkeit des Ausbaues wird erreicht, daß zunächst der Erd- bzw. Gebirgsdruck den Ausbau gegen den durch die Stauchelemente definierten Verformungswiderstand im vorgegebenen Maße verformt. Durch ausreichende Bemessung des möglichen Verformungsweges auf Grund der Boden- bzw. Gebirgseigenschaften kann erreicht werden, daß der Boden bzw. Gebirgsdruck mit zunehmender Verformung abnimmt bzw. das Gebirge nach Zurücklegung des definierten Verformungsweges zum Stillstand kommt, so daß der Ausbau einer geringeren Belastung unterliegt als ein starrer Ausbau. Als Beispiel für zusätzliche mögliche Anwendungen eines Tunnel- bzw. Schachtausbaues der gegenständlichen Art seien Schächte und Stollen mit hohen Überlagerungen bzw. großen Gebirgsdruckerscheinungen bei Alpentransitrouuten genannt.

Es ist bisher üblich, bei der Herstellung von Tunnelausbauten im Ausbau einen größeren Spalt vorzusehen. Nach der FR-A-2 627 802 werden zwischen in der Grundform rechteckigen, gewellten und aus gewelltem Stahlmaterial hergestellten Tübbing Aufnahmegehäuse für Stauchelemente angebracht, die mit den an sie stoßenden Längsrändern der Tübbinge durch Verschraubung, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung von Dichtungen, verbunden werden. Bei anderen bekannten Ausführungen werden im Spalt stabförmige Stauchelemente untergebracht, die sich an den Rändern der beiden dem Spalt benachbarten Bauelemente abstützen oder sogar teilweise in diesen Rändern untergebracht sind. Es ist eine Ausführung bekannt, bei der der zur Fuge weisende Rand des einen Elementes Stützplatten trägt, an denen sich Stempel abstützen können, die verformbare Körper bilden, die in vom Rand des anderen Elementes ausgehende, in das Element eingebaute Rohre einschiebbar sind, wobei am Rohrende Klemmkörper oder spanabhebend einkerbend wirkende Körper für die Stempel vorgesehen sind, so daß dem Einschieben der Stempel in die Rohre ein genau definierter Widerstand entgegengesetzt wird. Aus der DE-A-21 01 092 ist es bekannt, zwischen benachbarten Tübbing nachgiebige Einlagen aus Holz oder Spanplatten anzubringen. Die SU-A 823 500 sieht vor, bei Beton-tübbing mit geraden parallelen Längsrändern in diesen Längsrändern Vertiefungen anzubringen und diese z. B. V-Nuten bildenden Vertiefungen für die Abstützung von metallischen Stauchkörpern zu verwenden, wobei auch eine nachträgliche Ausfüllung von nicht als Stauchzonen benötigten Spalten mit Beton möglich ist. Mit Ausnahme der Konstruktion nach der genannten FR-A- wird der Gesamtbau des Tunnels durch die entsprechenden Fugen teilweise instabil. Eine weitere Beschränkung der Anwendungsmöglichkeit ergibt sich bei allen bekannten Konstruktionen dadurch, daß bei der Anbringung der Stauchelemente an den Rändern von Bauelementen im wesentlichen nur Bauelemente mit zur Tunnellingsachse parallelen Rändern eingesetzt werden können. Ferner ergeben sich bei nur bereichsweise anzubringenden Stauchzonen durch die größeren Fugen für die Unterbringung der Stauchelemente unterschiedliche Abmessungen im Gesamtbau, die zur Notwendigkeit führen, in stauchzonenfreien Bereichen größere Umfangsabmessungen aufweisende Tübbinge zu verwenden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Tunnelausbau der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem mit einfachen Mitteln im Bedarfsfall eine radiale Nachgiebigkeit des Ausbaues erzielt wird, wobei in Problemzonen ebenfalls mit einfachen Mitteln eine einwandfreie und sichere Gas- und Wasserabdichtung der Tunnelröhre ermöglicht werden soll.

Die gestellte Aufgabe wird prinzipiell durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Bei einem erfindungsgemäßen Tunnelausbau ist es möglich, eine Tunnelbohrmaschine mit nachgiebigem Schildmantel bzw. Schildschwanz einzusetzen und die Tübbingsteine im Schutze dieses Schildschwanzes zusammenzubauen und an die vorher fertiggestellten Tübbingringe anzuschließen, wobei für das Anpressen der

Steine an die vorher versetzten Ringe die ohnehin benötigten Vortriebspresen für die Tunnelbohrmaschine einsetzbar sind. Entscheidend ist, daß die Möglichkeit besteht, dem Gebirge kontinuierlich einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen, der zunächst von dem nachgiebigen Schildschwanz und dann von der selbstverständlich nur unter Widerstand zusammendrückbaren Tunnelröhre aufgebracht wird, so daß Auflockerungen des Gebirges weitgehend vermieden werden und das Gebirge seinen neuen Gleichgewichtszustand unter optimalen kleinen Verformungswegen erreicht. Die verformbaren Federn stellen wesentlich einfacher verlegbare und herstellbare Stauchelemente dar als die bisher bei Tübbingausbauten anderer Art eingesetzten Stauchelemente und erfüllen diese Funktion zusätzlich zu ihrer Grundfunktion der Verbindung der Schrägseiten der Tübbingsteine. Sie können gegebenenfalls in Verbindung mit Fugendichtungsbändern, zusätzlich für die Abdichtung der Schrägfugen herangezogen werden. Wesentlich für die Erfindung ist auch, daß jeder Tübbingstein an jeder Stirnseite nur mit einem einzigen, mittleren Dübel mit dem im Folgering benachbarten Stein verbunden wird, so daß bei unterschiedlichen Setzbewegungen an den verschiedenen Fugen eine gewisse Nachgiebigkeit in der Verbindung erzielt wird. Die Steine bei benachbarten Ringen können entweder gleich ausgerichtet sein, wobei bei benachbarten Ringen jeweils an die Basis des einen Steines die schmalere Parallelseite des Folgesteines anschließt. Hier entstehen in der Grundform sägezahnförmige Längsfugen über die aufeinanderfolgenden Ringe, wobei die Steiflanke des Sägezahn durch den Ringspaltanteil gebildet wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, bei den aufeinanderfolgenden Ringen jeweils Basis und Schmalseite der Steine stoßen zu lassen, so daß die gebildeten Längsfugen mit gegengleicher Neigung sich über die gesamte Tunnelröhre fortsetzen.

Eine bevorzugte Ausführung ist in Anspruch 2 angegeben. Es können auch rohrförmige Federn mit einer weichen, gegebenenfalls gegen einen definierten Widerstand auspreßbaren Füllung Verwendung finden.

Bereits durch den schrägen Verlauf der Längsränder der Steine wird im Zusammenwirken der Nuten mit den Federn eine Schwenkverstellung benachbarter Steine gegeneinander weitgehend verhindert. Bei einer Weiterbildung gemäß Anspruch 3 bilden die im Überlappungsbereich aufeinanderliegenden Flächen der Abstufungen zusätzliche, ein Ausknicken einzelner Steine verhindernde Führungen.

Bei einer Weiterbildung gemäß Anspruch 4 wird die Umhüllung ebenfalls im Schutze des Schildschwanzes der Tunnelbohrmaschine angebracht und ermöglicht wegen ihrer Nachgiebigkeit die Verformung der Stauchelemente ohne sich dabei von der Außenseite der Tunnelröhre abzuheben. Zusätzlich kann die Membran noch durch in den Ringspalt zwischen Tunnelröhre und Ausbruch eingepreßtes Material gegen die Tübbingringe gedrückt werden. Ein derartiges Auspreßmaterial gewährleistet eine gleichmäßige Übertragung des Gebirgsdruckes auf die ganze Tunnelröhre und verhindert auch, daß Gas und Wasser in den genannten Ringspalt eindringen und sich damit außen über die Tunnellinge verteilen können.

Vorzugsweise wird die Umhüllung gemäß Anspruch 5 ausgeführt.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen

Fig. 1 in stark schematisierter Darstellungsweise einen im Vortrieb befindlichen Tunnel im Längsschnitt durch den Ausbruchsbereich im Bereich des Schildschwanzes und des letzten eben eingebauten Tübbingringes,

Fig. 2 einen bei einem erfindungsgemäßen Tunnelausbau verwendbaren Tübbingring im Schaubild,

Fig. 3 als Detail zwei miteinander verbundene Tübbingsteine in Vorderansicht und

Fig. 4 eine Ausführungsvariante zu Fig. 3.

Mit einer Tunnelbohrmaschine 1, die einen nachgiebigen Schildschwanz 2 aufweist, wird ein dem Tunnelquerschnitt entsprechender runder Ausbruch 3 hergestellt. Die Tunnelbohrmaschine besitzt Vortriebspresen 4, die auch zum Aneinanderpressen der noch zu beschreibenden Tübbingsteine in aufeinanderfolgenden Tübbingringen eingesetzt werden können.

Im Schutz des nachgiebigen Schildschwanzes werden in kritischen Ausbruchsbereichen mit potentiell Wasser- oder Gaszutritt Dichtungsmembranen aus ringförmig geschlossenen Bahnen 5 verlegt, die sich im Randbereich 6 mit den Rändern vorher verlegter Bahnen überlappen und hier durch Schweißung, Verklebung, Gleitverschlüsse od.dgl. dicht verbunden werden.

Ebenfalls im Schutze des Schildschwanzes 3 werden an vorher fertiggestellte Tübbingringe zur Bildung weiterer Tübbingringe 7 Tübbingsteine angesetzt. Jeder Tübbingring besteht aus einer geraden Anzahl, beim Ausführungsbeispiel sechs Tübbingsteinen 9 - 13, die, wenn keine Abweichung von einem geraden Verlauf der Tunnelachse erforderlich ist, parallele, die Ringfugen bestimmende Stirnseiten 14, 15 aufweisen. Sind Abweichungen von einem geraden Verlauf der Tunnelröhre notwendig, wird man paarweise gleiche Tübbingsteine verwenden, die Tübbingringe mit einander einen spitzen Winkel einschließenden Stirnseiten bestimmen und dadurch Abweichungen erzielen, daß aufeinanderfolgende Tübbingringe unter relativer Verdrehung aus den entsprechen Steinen zusammengesetzt werden.

Die Tübbingsteine 8 - 13 haben schräge Längsseiten, zwischen denen somit schräg verlaufende Längsfugen 16 gebildet werden. Die Schrägseiten sind mit halbrunden Nuten 17 versehen, in die einen runden Querschnitt aufweisende, nach Fig. 3 rohrförmige Federn 18 aus unter Erzeugung eines entsprechenden Verformungswiderstandes zusammendrückbarem Material eingelegt sind. Unter dem Gebirgsdruck kann sich also

5 bei Verformung der Federn 18 die Breite der Fugen 16 verändern.

In der Mitte der Stirnseiten besitzt jeder Stein 8 - 13 eine Öffnung, in die ein für den Eingriff in die zugeordnete Öffnung des im nächsten Ring anschließenden Steines bestimmter Dübel 19 eingesetzt werden kann. Diese Dübel lassen die Übertragung von Scherkräften zu und sind im wesentlichen hinsichtlich der Formgebung und dem Herstellungsmaterial so ausgebildet, daß sie sich in den zugeordneten, gegebenenfalls mit Ge-

10 genhalten ausgestatteten Einsatzöffnungen der Tübbingsteine verankern.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 sind die schrägen Längsseiten zweier aufeinanderfolgender Steine 8', 9' abgestuft, so daß die zueinander gerichteten Flanken 20, 21 Stütz- und Führungsflächen bilden. Die Abstufungen 22, 23 sind wieder mit gegengleichen Nuten 24 zur Aufnahme rohrförmiger Federn 25 versehen.

Bei einer nicht dargestellten Ausführungsvariante können die nachgiebigen, aber die Seitenlänge der Steine durchlaufenden Federn 18 auch durch verformbar ausgebildete Dübel ersetzt werden. In diesem Fall kann man beispielsweise die Tübbingsteine 8 - 13 in aufeinander folgenden Tübbingringen 7 um die halbe Steinbreite versetzt anordnen und jeden Einzelstein an jeder Stirnseite mit wenigstens zwei Dübeln mit den beiden im benachbarten Ring vor ihm stoßenden Steinen verbinden. Die Anordnung ist hier so getroffen, daß die verformbaren Dübel die angeschlossenen Steine unter Bildung der für die Nachgiebigkeit des Ausbaues wichtigen Fugen festhalten, wobei sich die Fugen wieder gegen die Verformungskräfte schließen können. Auch Kombinationen aus verformbaren Federn und nachgiebigen Dübeln sind möglich.

## Patentansprüche

25

1. Tunnelausbau in Tübbingbauweise, bestehend aus einander in gerader Anzahl zu je einem Tübbingring (7) ergänzenden, untereinander zumindest ähnlichen, in der Grundform trapez- oder trapezoidförmigen Tübbingsteinen (8 - 13), die an den nach Einbau die Ringfuge bestimmenden Stirnseiten (14, 15) über dübelartige, eine beschränkte Übertragung von Scherkräften zulassende Steckverbindungen und entlang der schrägen Längsfugen (16) über aus durchlaufenden Längsnuten (17) der schrägen Längsseiten und eingelegten Federn (18) bestehende Nut-Federverbindungen zusammengehalten sind, dadurch gekennzeichnet, daß zusammendrückbar ausgebildete Federn (18) vorgesehen sind, welche in unbelastetem Zustand die Steine (8 - 13) unter Längsfugenbildung auf Distanz halten und unter dem Gebirgsdruck unter Verringerung der Fugenbreite zusammendrückbar sind, und daß die Tübbingsteine an den Stirnseiten (14, 15) über je einen einzigen Mitteldübel (19) mit dem im nächsten Tübbingring (7) benachbarten Tübbingstein verbunden sind und bzw. oder, daß insbesondere bei in aufeinander folgenden Ringen (7) um die halbe Ringbreite versetzt angebrachten Steinen zwei oder mehrere verformbar angeordnete Dübel pro Stein die Steine unter Längsfugenbildung auf Distanz halten.

30

35

2. Tunnelausbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Federn (18, 25) einen runden, rohrförmigen Querschnitt und die Nuten (17, 24) in den Längsseiten der Tübbingsteine (8 - 13) eine angepaßte Profilform aufweisen.

40

3. Tunnelausbau nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tübbingsteine (8', 9') entlang der schrägen Längsränder gegengleiche, einander überlappende Abstufungen (21, 22, 23) aufweisen und daß in gegengleiche Nuten (24) jeder Stufe (22, 23) je eine zusammendruckbare Feder (25) eingelegt ist.

45

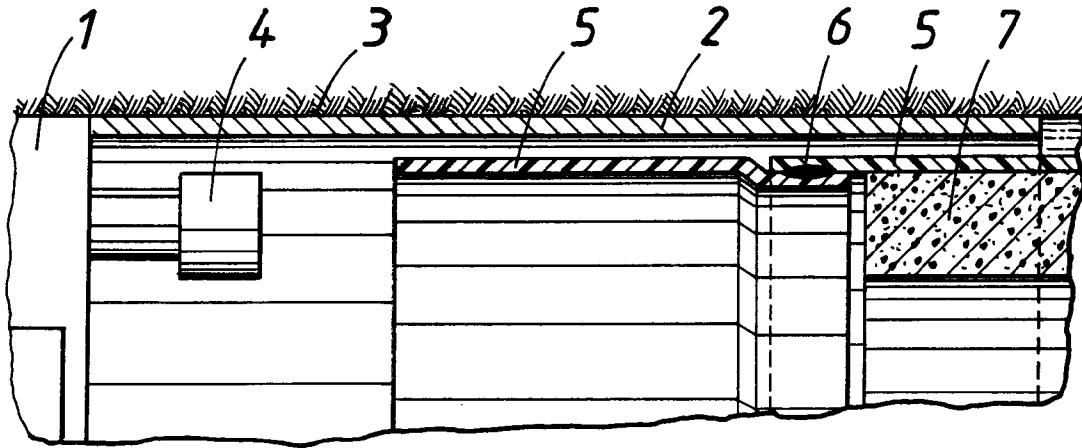
4. Tunnelausbau nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die aus den Tübbingringen (7) gebildete Tunnelröhre zumindest im Bereich gas- oder wasserführender Zonen des Gebirges eine aus einer Dichtungsmembran (5) gebildete Umhüllung vorgesehen ist.

50

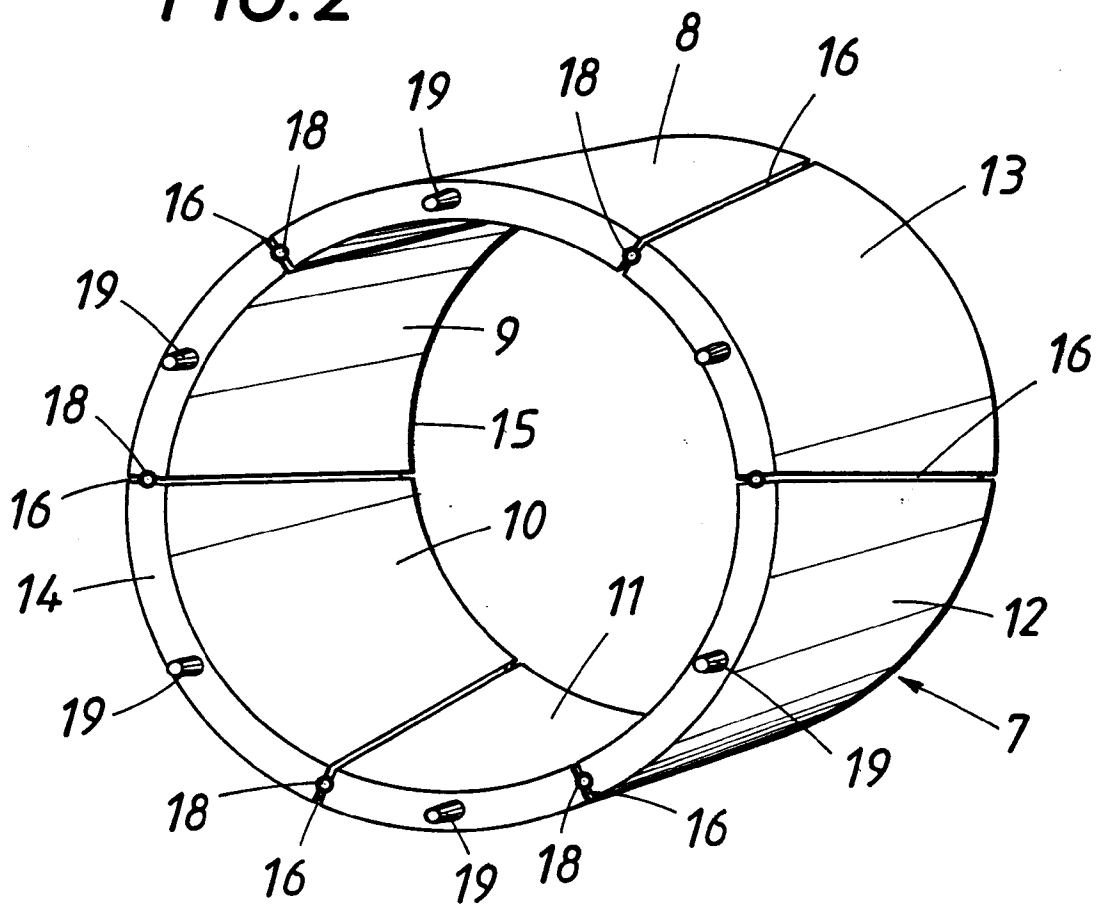
5. Tunnelausbau nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung aus entsprechend dem Ausbruchfortschritt angebrachten Ringbahnen (5) aus dem Membranmaterial besteht, die abgedichtet aneinandergereiht werden und in die die Tübbingsteine (8 - 13) zur Bildung der Tübbingringe (7) eingelegt werden.

55

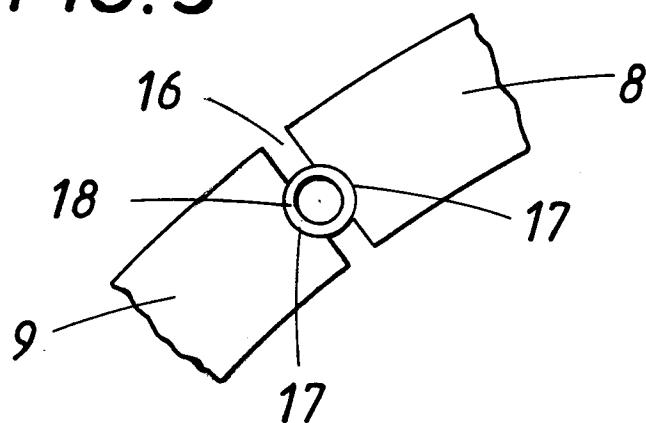
**FIG.1**



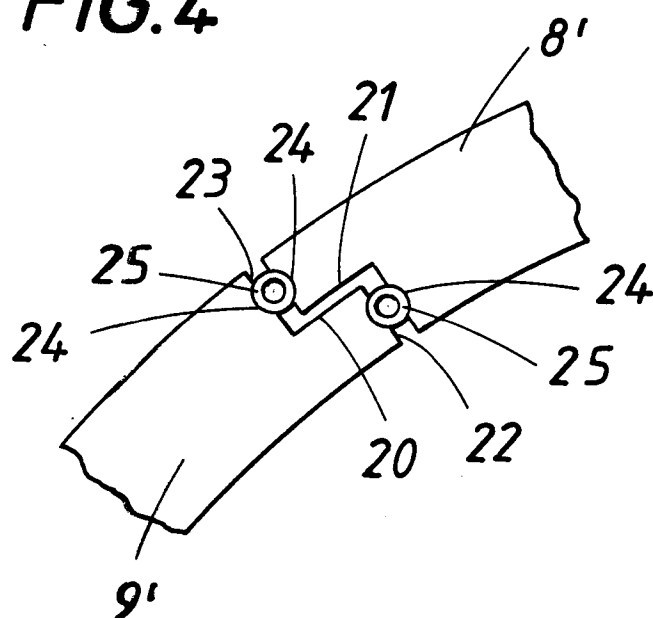
**FIG.2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 89 0021

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A,D	AT-B-389 149 (INGENIEURE MAYREDER, KRAUS & CO. BAUGESELLSCHAFT M.B.H.) * Anspruch 1; Abbildungen *	1,2	E21D11/08 E21D11/05
A	CH-A-545 888 (CELMAC AG) * Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 5; Abbildung 1 *	1	
A,D	DE-A-2 101 092 (LÜTGENDORF) * Ansprüche 1,2; Abbildung 3 *	1	
A	GB-A-2 092 644 (FAIRCLOUGH CIVIL ENGINEERING LIMITED) * Seite 2, Zeile 11 - Zeile 13; Abbildungen 1,2,6 *	1	
A	DE-B-1 238 945 (PHILIPP HOLZMANN AKTIENGESELLSCHAFT) * Ansprüche; Abbildungen *	4,5	
A	GB-A-2 103 684 (COMMERCIAL SHEARING INC.)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17 MAI 1993	
		Prüfer RAMELMANN J.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)