

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 794 318 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.09.1997 Patentblatt 1997/37**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **E21D 11/08**, E21D 11/10

(21) Anmeldenummer: **97101838.7**

(22) Anmeldetag: **06.02.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT FR NL**

(30) Priorität: **04.03.1996 DE 19608264**

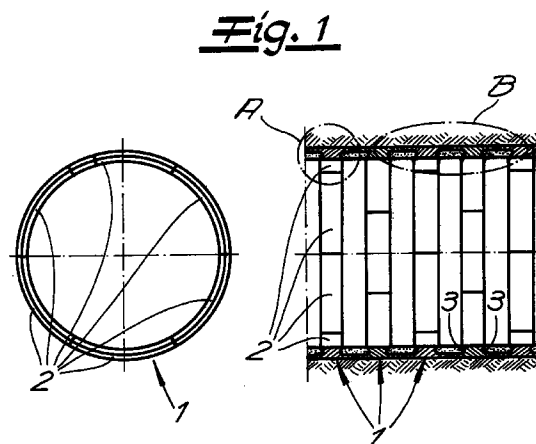
(71) Anmelder:  
**HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT VORM. GE  
BR. HELFMANN  
45128 Essen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heinrich, Robert, Dipl.-Ing.  
45128 Essen (DE)**  
• **Billig, Bodo, Dr.-Ing.  
40699 Erkrath (DE)**

(74) Vertreter: **Masch, Karl Gerhard, Dr. et al  
Patentanwälte,  
Andrejewski, Honke & Partner,  
Theaterplatz 3  
45127 Essen (DE)**

### (54) Tunnelauskleidung

(57) Eine Tunnelauskleidung ist mit in Tunnellängsrichtung hintereinander angeordneten Tübbingringen (1) ausgeführt, die jeweils aus in Tunnelumfangsrichtung hintereinander angeordneten segmentförmigen Tübbing (2) aus Stahlbeton aufgebaut sind. Eine nahezu allen Belastungen standhaltende Ausführungsform ist dadurch gewährleistet, daß jeder Tübbingring (1) an seiner Innenmantelfläche mit wenigstens einer umlaufenden, hinterschnittenen Aussparung (3) versehen ist und die Aussparungen (3) mit Ortbeton verfüllt sind.



EP 0 794 318 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Tunnelauskleidung mit in Tunnel längsrichtung hintereinander angeordneten Tübbingringen, die jeweils aus in Tunnelumfangsrichtung hintereinander angeordneten segmentförmigen Tübbing aus Stahlbeton aufgebaut sind.

Eine solche Tunnelauskleidung in Form eines aus der Praxis allgemein bekannten Tübbingausbaus hat bei schwierigen Baugrundverhältnissen, insbesondere in Verbindung mit Grundwasser, wo die NÖT (Neue Österreichische Tunnelbauweise) an ihre Grenzen stößt, ihre Vorteile: Der Tübbingausbau eignet sich sowohl für nicht bindige als auch für bindige Böden, sofern diese eine nicht allzu fließfähige Konsistenz aufweisen. In Lockergestein und bei anstehendem Grundwasser werden die Tübbinge hinter einer im Schildvortrieb fahrenden Tunnelbohrmaschine eingebaut. Die Stützung des Gebirges und die Absperrung des Grundwassers durch den Schild muß beim Auffahren des Tunnels sofort vom Tübbingausbau übernommen werden. Tübbinge müssen demzufolge eine Soforttragwirkung und gegebenenfalls eine Sofortdichtigkeit besitzen. In Festgestein können Tübbinge als Alternative zum Spritzbetonverfahren hinter Voll- bzw. Teilschnittmaschinen eingebaut werden. In beiden Fällen läßt sich durch die Verwendung von Tübbing eine einschalige Tunnelauskleidung erstellen, die zugleich Sicherung und Ausbau ist.

Tübbinge sind Fertigteilelemente, die heute zumeist aus Stahlbeton gefertigt werden. Die Tunnelröhre besteht aus einzelnen Tübbingsteinen, deren Anzahl u.a. vom Tunneldurchmesser abhängig ist. Die Tübbingringe werden um eine halbe Steinlänge gegeneinander versetzt eingebaut, um abdichtungstechnisch schwierige Fugenkreuzungen zu vermeiden. Die heute übliche Art der Tübbinggestaltung ist der Block- bzw. Kassettentübbing. Beim Kassettentübbing wird im Gegensatz zum Blocktübbing, um Gewicht zu sparen und die Verschraubung der Steine untereinander zu erleichtern, der Querschnitt im mittleren Steinbereich stark reduziert. Die Tunnelauskleidung soll einwirkende Lasten ohne größere Deformationen aufnehmen, d.h. sie muß für alle, dem Tunnelbau entsprechenden Lastfälle dimensioniert werden können. Vom fertiggestellten Bauwerk sind Bodenlasten, Grundwasser, Eigengewicht und Betriebslasten bzw. Verkehrslasten aufzunehmen. Im Bauzustand treten Transportzustände, Vortriebslasten, Verpreßdruck und Einflüsse aus Druckluft auf. Die vorstehende Auflistung der einwirkenden Lasten zeigt deutlich, daß der Ausbau überwiegend auf Drucknormalkräfte und Biegemomente hin zu bemessen ist. Lediglich beim Lastfall Druckluft kann bei geringen Firstüberdeckungen die im Tunnel gehaltene Druckluft zu einem Aufheben der Drucknormalkräfte führen; dies kann unter Umständen bestimmend für die Bemessung sein. Eventuell entstehende Zugbeanspruchungen in der Tunnelauskleidung treten aber nur im Bauzustand auf. Längsfugen können in diesen Berei-

chen mit vorgespannten Schraubverbindungen dicht gehalten werden. Die im Tübbingring vorhandenen Drucknormalkräfte und die Vortriebspressenkräfte gewährleisten ein Zusammendrücken der Längs- und Ringfugen. Auf diese Weise kommen die in die Fugen eingelegten Dichtungen voll zur Wirkung. Bei Bauteilen mit Wasserdruck von innen, z.B. Druckwasserstollen, können in Abhängigkeit von den Bodensteifigkeiten hohe Zugnormalkräfte entstehen. Eine Dichtigkeit, vor allem der Längsfugen, kann dann mit herkömmlichen Tübbingauskleidungen nicht mehr erreicht werden. Hohe Zugbeanspruchungen in der Tunnelauskleidung können mit den derzeit üblichen Stahlbetontübbingsystemen nicht bewältigt werden, da die Dichtigkeit in den Längsfugen nicht gewährleistet werden kann.

Ebenso bereiten sehr weiche, bindige bzw. fließfähige Böden mit einer Tübbingauskleidung große Probleme, da die angenommene elastische Bettung des Bodens durch annähernd hydrostatische Bodenverhältnisse nicht mehr gegeben ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Tunnelauskleidung anzugeben, die neben den oben beschriebenen Einsatzmöglichkeiten auch den Einsatz in sehr weichen bindigen Böden erlaubt und in Fällen starker Zugbeanspruchung der Tunnelschale eingesetzt werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß jeder Tübbingring an seiner Innenmantelfläche mit wenigstens einer umlaufenden, hinter-schnittenen Aussparung versehen ist und die Aussparungen mit Ortbeton verfüllt sind.

Wie oben schon ausgeführt worden ist, wirken während der Bauphase auf die Sicherung bzw. den Ausbau vornehmlich Drucknormalkräfte und Biegemomente, die aus verformungsabhängigen Bodenlasten und gegebenenfalls anstehendem Grundwasser resultieren. Hierzu werden die Tübbinge mit plattenbalken-ähnlicher Struktur und den Aussparungen eingebaut; sie sind dann in der Lage, den Ausbruchquerschnitt zu stützen und zu sichern. Der verstärkte Balkenbereich gewährleistet eine einwandfreie Übertragung der Ringkräfte, da die Längsfuge durch die vorhandene Steinstärke von beispielsweise etwa 40 cm konstruktiv sinnvoll ausgebildet werden kann. Die Ortbetonringe in den entsprechend bemessenen Aussparungen übernehmen jedenfalls die Übertragung von auftretenden Zugnormalkräften und verhindern ein Aufgehen der Längsfugen.

Für die weitere Ausgestaltung bestehen im Rahmen der Erfindung mehrere Möglichkeiten. So ist nach einer bevorzugten Ausführungsform die Anordnung so zu treffen, daß jeder Tübbingring im Bereich seiner beiden Innenringkanten mit je einer hinter-schnittenen Aussparung versehen ist und sich die benachbarten Aussparungen der nebeneinanderliegenden Tübbingringe zu einer Aussparungsnut ergänzen; insoweit ist es besonders empfehlenswert, wenn die Aussparungen bzw. Aussparungsnuten einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt aufweisen. Bei dieser Ausführungsform sind auch die Ringfugen besonders abgedichtet.

Durch die schwalbenschwanzförmige Ausbildung der Aussparungen kann vorhandener Außenwasserdruck, der sich im Bereich der Verbundfuge aufbauen kann, vom Gesamtquerschnitt aufgenommen und abgetragen werden. Wird der Tunnel in sehr weichem, bindigen Boden aufgeföhren, können mit dem Bau des Tübbingringes Blechprofilabschnitte in die Aussparungen in Höhe der Längsfugen gelegt werden, um eine sofortige Biegesteifigkeit des Tübbingringes zu erzielen. Die Blechprofilabschnitte werden mit den Tübbingungen bzw. gegebenenfalls gegeneinander verschraubt. In einem nachlaufenden Arbeitsgang werden die Aussparungen dann gemäß den statischen Erfordernissen bewehrt und ausbetoniert.

Im Rahmen der beschriebenen Maßnahmen kann es sich nach einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform empfehlen, die Anordnung so zu treffen, daß der die Aussparungen ausfüllende Beton als Außenrippen einer in Tunnellängsrichtung durchlaufenden Innenauskleidungsschale aus Ortbeton ausgeführt sind. Dabei kann die Innenauskleidungsschale eine zusätzliche Bewehrung aufweisen. Da hierbei die Tübbingringfugen nachträglich ausbetoniert werden, kann der versetzte Einbau der Tübbingringe untereinander entfallen, da der Ortbeton der Innenauskleidungsschale die Dichtung in den Bereichen der Längsfugen übernimmt; der Einbau der Tübbingungen wird somit für die Baustelle erleichtert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt und einen Längsschnitt durch eine Innenauskleidung,

Fig. 2 das Detail A aus Fig. 1 in einer geänderten Ausführungsform,

Fig. 3 bis 6 verschiedene Ausführungsformen des Details B der Fig. 1.

Die in den Figuren dargestellten Tunnelauskleidungen weisen zunächst jeweils in Tunnellängsrichtung hintereinander angeordnete Tübbingringe 1 auf, die jeweils aus in Tunnelumfangsrichtung hintereinander angeordneten segmentförmigen Tübbingungen 2 aus Stahlbeton aufgebaut sind. Jeder Tübbingring 1 ist an seiner Innenmantelfläche mit wenigstens einer umlaufenden hinterschnittenen Aussparung 3 versehen und die Aussparungen 3 sind mit Ortbeton verfüllt. Bei den Ausführungsformen nach den Fig. 3 und 4 sind die hinterschnittenen schwalbenschwanzförmigen Aussparungen 3 in der Mitte eines Tübbingringes 1 angeordnet. Bei den Ausführungsformen nach den Fig. 1, 5 und 6 ist dagegen jeder Tübbingring 1 im Bereich seiner beiden Innenringkanten mit je einer hinterschnittenen Aussparung 3 versehen, und zwar derart, daß sich die benachbarten Aussparungen 3 der nebeneinanderliegenden Tübbingringe 1 zu einer Aussparungsnut 4 mit schwal-

benschwanzförmigem Querschnitt ergänzen.

Fig. 2 zeigt, daß benachbarte Tübbingungen 2 eines Tübbingringes 1 durch vor der Ortbetonverfüllung in die Aussparungen 3 eingebrachte Blechprofilabschnitte 5 miteinander verschraubt sein können.

In den Figuren ist nicht erkennbar, daß der in den Aussparungen 3 befindliche Ortbeton bewehrt sein kann. In den Figuren ist weiterhin nicht dargestellt, daß sich zwischen dem Gebirge und den Tübbingringen ein Ringraum befinden kann, der nach oder während der Montage der Tübbingungen mit Mörtel, Beton oder Kunstboden ausgefüllt werden kann.

Die Fig. 4 und 6 schließlich zeigen noch eine besonders hoch beanspruchbare Ausführungsform, die sich dadurch auszeichnet, daß der die Aussparungen 3 ausfüllende Beton als Außenrippen 6 einer in Tunnellängsrichtung durchlaufenden Innenauskleidungsschale 7 aus Ortbeton ausgeführt sind. Daneben gewährleistet die durchgehend betonierte Innenauskleidungsschale 7 die Dichtigkeit der Stahlbetonverbauweise in besonderem Maße, insbesondere bei der Verwendung von Tübbingungen mit mittig liegender Aussparung. Diese Innenauskleidungsschale 7 kann, was ebenfalls nicht dargestellt ist, eine zusätzliche Bewehrung aufweisen.

#### Patentansprüche

1. Tunnelauskleidung mit in Tunnellängsrichtung hintereinander angeordneten Tübbingringen, die jeweils aus in Tunnelumfangsrichtung hintereinander angeordneten segmentförmigen Tübbingungen aus Stahlbeton aufgebaut sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Tübbingring (1) an seiner Innenmantelfläche mit wenigstens einer umlaufenden, hinterschnittenen Aussparung (3) versehen ist und die Aussparungen (3) mit Ortbeton verfüllt sind.
2. Tunnelauskleidung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Tübbingring (1) im Bereich seiner beiden Innenringkanten mit je einer hinterschnittenen Aussparung (3) versehen ist und sich die benachbarten Aussparungen (3) der nebeneinanderliegenden Tübbingringe (1) zu einer Aussparungsnut (4) ergänzen.
3. Tunnelauskleidung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparungsnut (4) einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt aufweist.
4. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Tübbingungen (2) eines Tübbingringes (1) durch vor der Ortbetonverfüllung in die Aussparungen (3) eingebrachte Blechprofilabschnitte (5) miteinander verschraubt sind.
5. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Aus-

sparungen (3) ausfüllende Beton bewehrt ist.

6. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der die Aussparungen (3) ausfüllende Beton als Außenrippen (6) einer in Tunnellängsrichtung durchlaufenden Innenauskleidungsschale (7) aus Ortbeton ausgeführt ist. 5
7. Tunnelauskleidung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenauskleidungsschale (7) eine zusätzliche Bewehrung aufweist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

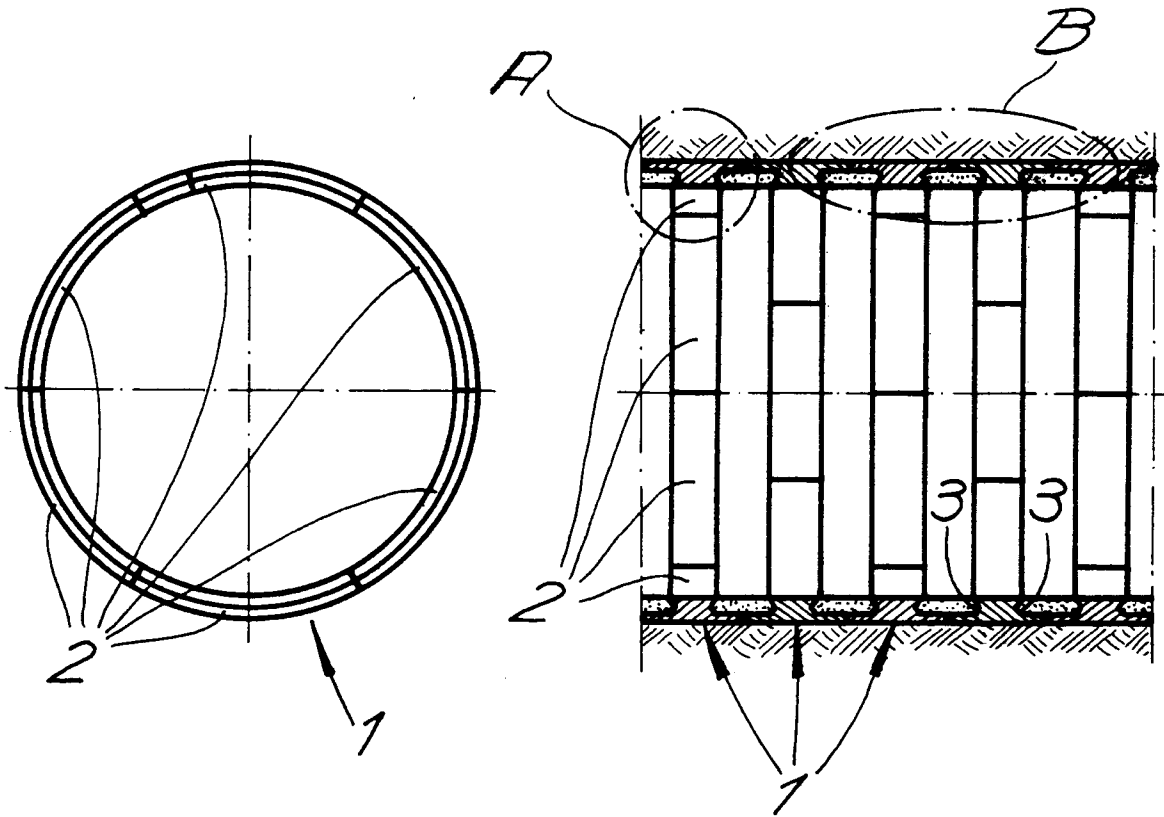
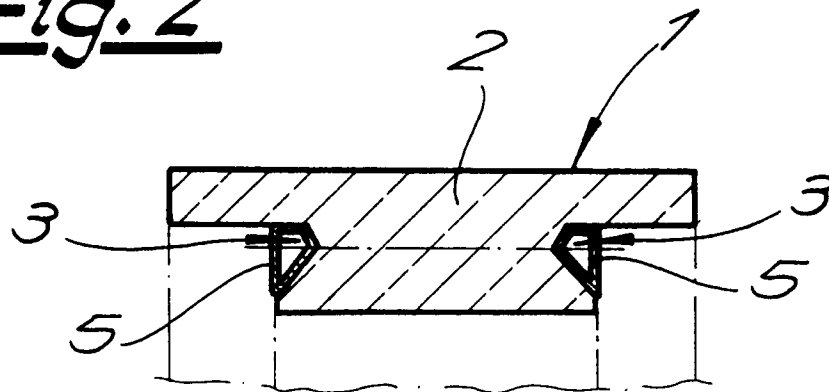
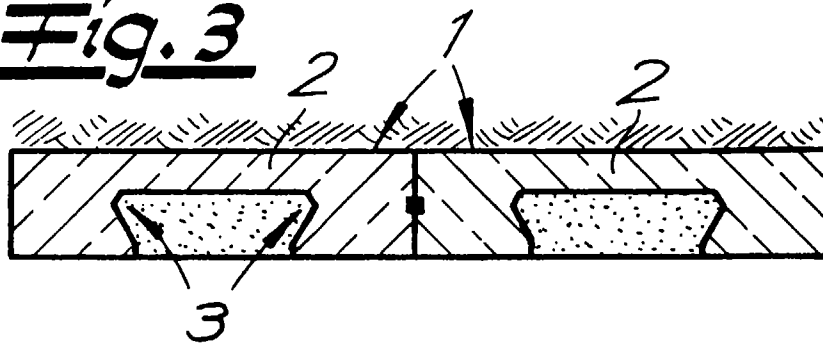


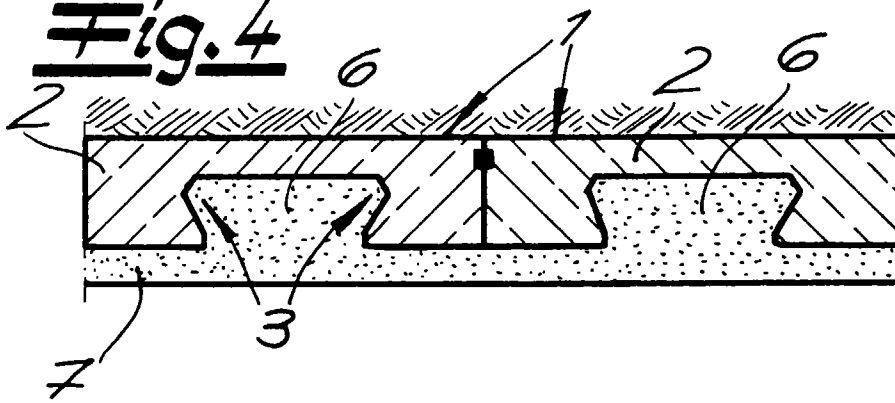
Fig. 2



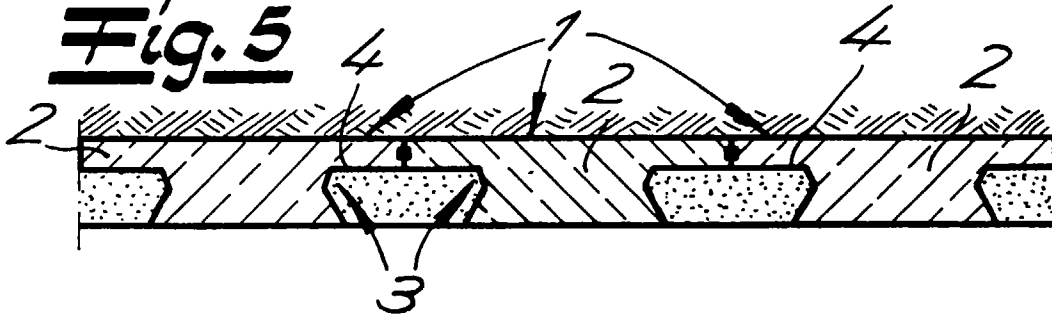
**Fig. 3**



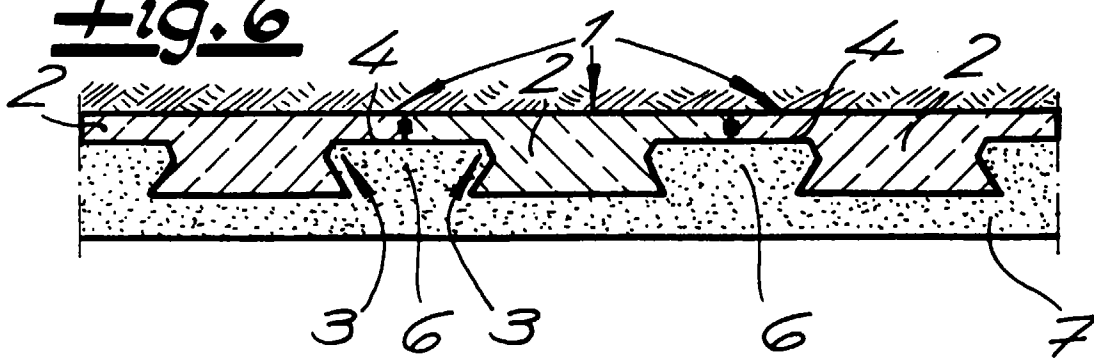
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 1838

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	GB 1 160 111 A (C.V. BUCHAN) 30.Juli 1969 * das ganze Dokument *	1,2,4-7	E21D11/08 E21D11/10
A	FR 2 669 953 A (TUYAUX BONNA) 5.Juni 1992 * Seite 13, Zeile 1 - Zeile 6; Abbildungen 1-5 *	1,2,4,5	
A	US 2 096 850 A (C.T.FORSBERG) * Abbildung 2 *	1,2,5-7	
A	GB 623 703 A (F.J.P.LILLEY) * das ganze Dokument *	1,6,7	
A	GB 427 473 A (M.N.RIDLEY) * Abbildungen *	3	
A	FR 2 083 791 A (COMMERCIAL SHEARING) 17.Dezember 1971 * Seite 4, Zeile 11 - Zeile 27; Abbildungen 8-11 *	1	
A	DE 38 00 630 A (THYSSEN INDUSTRIE) 20.Juli 1989		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE 11 72 289 B (J.W.VOGELBERG)		E21D
A	GB 2 132 249 A (FAIRCLOUGH CONSTR GROUP) 4.Juli 1984		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16.Mai 1997	Prüfer Fonseca Fernandez, H
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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 03.92 (P04C03)