



(11) **EP 1 243 752 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**23.05.2007 Patentblatt 2007/21**

(51) Int Cl.:  
**E21D 11/08<sup>(2006.01)</sup> E21D 11/10<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **02006027.3**

(22) Anmeldetag: **16.03.2002**

(54) **Tübbing für einen Tunnelausbau, insbesondere Hochleistungstübbing**

Tubing segment for a tunnel lining, in particular a high performance tubing element

Elément de cuvelage de revêtement de tunnels, notamment à haute performance

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **23.03.2001 DE 10114616**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.09.2002 Patentblatt 2002/39**

(73) Patentinhaber: **Hochtief Aktiengesellschaft  
45128 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **Dipl.-Ing. Dahl Johannes  
D-44225 Dortmund (DE)**

(74) Vertreter: **Rohmann, Michael et al  
Patentanwälte  
Andrejewski, Honke & Sozien  
Theaterplatz 3  
45127 Essen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 624 714 EP-A- 0 716 216  
EP-A- 0 841 468 DE-A- 3 213 952  
DE-C- 19 841 047 GB-A- 1 585 770  
US-A- 4 545 701**

**EP 1 243 752 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Tübbing, insbesondere einen Hochleistungstübbing für einen Tübbingring zum unterirdischen Tunnelausbau, wobei der Tübbing aus Beton besteht und der Beton mit Stahlfasern bewehrt ist. - Tunnelröhren, die beispielsweise als U-Bahnstrecken dienen, werden häufig im Schildvortrieb mit Tübbingausbau hergestellt. Die Tunnelröhre wird dabei von in Tunnel längsrichtung hintereinander angeordneten Tübbingringen ausgekleidet. Jeder Tübbingring besteht aus einer Mehrzahl über den Umfang des Tübbingringes verteilten einzelnen Tübbings. Zwischen zwei benachbarten Tübbingringen bzw. zwischen zwei aneinander grenzenden Tübbings dieser beiden Tübbingringe befindet sich die sogenannte Ringfuge. Zwischen den Tübbings eines Tübbingringes sind jeweils die sogenannten Längsfugen angeordnet.

**[0002]** Bei der Herstellung einer Tunnelröhre durch Schildvortrieb befinden sich im Schildkopf Ausbruchvorrichtungen, die das anstehende Gebirge normalerweise durch Rotationen abbauen. Die notwendige Vorschubkraft wird dabei in der Regel durch Vorschubpressen erzeugt, die sich gegen die bereits fertiggestellte Tübbingröhre bzw. gegen die bereits fertiggestellten Tübbingringe dieser Tübbingröhre abstützen. In den Ringfugen zwischen den Tübbingringen werden die Pressenkräfte aus dem Schildvortrieb übertragen. Dabei wirken oftmals erhebliche Kräfte auf die Tübbings bzw. auf die Tübbingringe ein. Die Tübbingringe und deren Tübbings werden auch durch weitere Kräfte, beispielsweise resultierend aus den Lasten des umgebenden Gebirges und aufgrund von Gebäudeauflasten und dgl. belastet. Aufgrund der erheblichen Krafteinwirkungen, die oft in Form von unvorhersehbaren bzw. unplanmäßigen Belastungen die rechnerisch angesetzten und mit einem üblichen Sicherheitswert versehenen Lasten überschreiten, kann es an den Tübbings zu Rissbildungen und sogar Abplatzungen kommen, die natürlich die Qualität und die Funktionssicherheit der Tunnelauskleidung als Ganzes beeinträchtigen können.

**[0003]** Aus der Praxis ist es bekannt, Tübbings mit verschiedenen Bewehrungen zu versehen. So ist es beispielsweise bekannt, den Beton des Tübbings mit Stahlfasern zu bewehren. Hierzu wird insbesondere auf die EP-A-0 841 468 verwiesen. Außerdem ist es grundsätzlich auch bekannt, andere Bewehrungselemente bzw. -aggregate in den Beton der Tübbings einzubringen. Auch diese bekannten Tübbings können hohe einwirkende Kräfte bzw. hohe Belastungen nur in gewissen Grenzen ohne Beeinträchtigungen bzw. Beschädigungen auffangen. Bei sehr hohen Belastungen können auch hier die genannten Rissbildungen auftreten, die die Funktionssicherheit der Tunnelauskleidung in Frage stellen.

**[0004]** Demgegenüber liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, einen Tübbing der eingangs genannten Art anzugeben, der sich auch für die Einwirkung sehr hoher Kräfte bzw. für die Aufnahme sehr hoher Be-

lastungen eignet und bei dem nachteilhafte bzw. die Funktionssicherheit der Tunnelauskleidung beeinträchtigende Abplatzungen und Rissbildungen weitgehend vermieden werden können.

**[0005]** Zur Lösung dieses technischen Problems lehrt die Erfindung einen Tübbing der eingangs genannten Art, der dadurch gekennzeichnet ist, dass ringfugenseitig zumindest ein Metallstabbewehrungselement in den Beton integriert ist und dass sich zumindest 60 Gew.-% des zumindest einen Metallstabbewehrungselementes in zumindest einem ringfugenseitigen Bereich des Tübbings befinden, wobei die Breite  $B_1$  dieses ringfugenseitigen Bereichs 5 bis 35 % der gesamten Breite  $B$  des Tübbings entspricht. - Mit Stahlfasern bewehrter Beton wird auch als Stahlfaserbeton bezeichnet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass ein Metallstabbewehrungselement aus Stahl besteht. Mit dem Begriff Metallstabbewehrungselement ist erfindungsgemäß ein Bewehrungselement gemeint, das aus zumindest einem Metallstab besteht, der zweckmäßigerweise gebogen bzw. gekantet ausgeführt ist. Bevorzugt besteht ein Metallstabbewehrungselement aus einer Mehrzahl von Metallstäben, die auch gebogen bzw. gekantet sein können, welche Metallstäbe sich vorzugsweise kreuzen und zweckmäßigerweise miteinander verschweißt sind. Dass ein Metallstabbewehrungselement in den Beton integriert ist meint im Rahmen der Erfindung insbesondere, dass sich das Metallstabbewehrungselement im Innern des Betons befindet bzw. von Beton des Tübbings bedeckt ist.

**[0006]** Ringfugenseitige Anordnung des Metallstabbewehrungselementes meint im Rahmen der Erfindung, dass das Metallstabbewehrungselement im Bereich einer Ringfuge des Tübbings angeordnet ist. Normalerweise weist ein Tübbing zwei gegenüberliegende Ringfugenseiten auf. Es liegt daher im Rahmen der Erfindung, dass zumindest ein erfindungsgemäßes Metallstabbewehrungselement an jeder Ringfugenseite des Tübbings angeordnet ist. Nach einer Ausführungsform der Erfindung sind Metallstabbewehrungselemente ausschließlich im Bereich der Ringfuge des Tübbings vorgesehen. Dabei kann sich das jeweilige Metallstabbewehrungselement auch über die entsprechenden längsfugenseitigen Randzonen in diesem Bereich an der Ringfuge erstrecken.

**[0007]** Vorzugsweise ist der Beton des erfindungsgemäßen Tübbings mit 20 bis 70 kg/m<sup>3</sup>, beispielsweise 30 bis 65 kg/m<sup>3</sup>, vorzugsweise mit 320 bis 50 kg/m<sup>3</sup> Stahlfasern bewehrt. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass eine gleichmäßige Verteilung der Stahlfasern in dem Beton vorgesehen wird. Insoweit ist eine zufällige Faser-Verteilung und Faserorientierung zweckmäßig. Es werden vorzugsweise Stahlfasern mit einem Längen-Dicken-Verhältnis von 50 bis 90, vorzugsweise von 60 bis 80 verwendet. Die Festigkeit der Stahlfasern beträgt zweckmäßigerweise 1000 bis 1400 N/mm<sup>2</sup>. Es können auch hochfeste Fasern mit einer Festigkeit von 2.300 bis 3.200 N/mm<sup>2</sup> eingesetzt werden.

**[0008]** Nach einer sehr bevorzugten Ausführungsform

der Erfindung ist der Beton neben der Stahlfaserbewehrung zusätzlich mit Kunststofffasern bewehrt. Vorzugsweise handelt es sich hierbei um Polyalkenfasern, sehr bevorzugt um Polypropylenfasern. Es liegt im Rahmen der Erfindung, Kunststofffasern einzusetzen, die bei Temperaturen oberhalb von 150 °C schmelzen und feine Kanäle bilden. Diese Kanäle dienen zum Abbau des Dampfdruckes in einem Brandfall. Der Fasergehalt an Kunststofffasern beträgt zweckmäßigerweise 1 bis 5 kg/m<sup>3</sup>, bevorzugt 1 bis 4 kg/m<sup>3</sup> und sehr bevorzugt 2 bis 3 kg/m<sup>3</sup>. Vorzugsweise sind sowohl die Stahlfasern als auch die Kunststofffasern homogen und isotrop in der Betonmatrix verteilt.

**[0009]** Es liegt im Rahmen der Erfindung, für den erfindungsgemäßen Tübbing hochfesten Beton einzusetzen, der insbesondere eine Druckfestigkeit von  $\geq 60$  N/mm<sup>2</sup> hat. Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, Beton für den Tübbing zu verwenden, der einer Festigkeitsklasse ab B 55 angehört. Nach einer Ausführungsform kann für die Herstellung eines Tübbings selbstverdichtender Beton gewählt werden. - Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass für den Beton des Tübbings ein Zuschlag eingesetzt wird, für den eine Größtkornbegrenzung 9 16 mm verwirklicht ist. Dabei liegt es im Rahmen der Erfindung, Zuschläge aus Basalt und/oder Granit für den Beton des Tübbings zu verwenden.

**[0010]** Nach sehr bevorzugter Ausführungsform, der im Rahmen der Erfindung ganz besondere Bedeutung zukommt, ist das zumindest eine Metallstabbewehrungselement in einem ringfugenseitigen Bereich des Tübbings angeordnet, dessen Breite  $B_1$  5 bis 30 %, bevorzugt 5 bis 25 % der gesamten Breite B des Tübbings entspricht. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Breite  $B_1$  5 bis 20 %, bevorzugt 5 bis 15 %, sehr bevorzugt 10 bis 15 % der gesamten Breite B des Tübbings entspricht. Breite B meint dabei die Ausdehnung des Tübbings in Tunnellängsrichtung im eingebauten Zustand des Tübbings. Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist zumindest ein Metallstabbewehrungselement nur in dem genannten ringfugenseitigen Bereich des Tübbings angeordnet oder vorzugsweise in jedem der beiden ringfugenseitigen Bereichen des Tübbings mit der Breite  $B_1$ . Erfindungsgemäß befinden sich zumindest 60 Gew.-%, bevorzugt über 75 Gew.-%, sehr bevorzugt über 80 Gew.-% des zumindest einen Metallstabbewehrungselementes in dem ringfugenseitigen Bereich der Breite B bzw. in jedem der beiden ringfugenseitigen Bereiche mit der Breite  $B_1$ . Wenn vorstehend von den beiden ringfugenseitigen Bereichen die Rede ist, sind zweckmäßigerweise zwei Metallstabbewehrungselemente vorgesehen, die jeweils einem ringfugenseitigen Bereich zugeordnet sind. Dabei gelten die genannten Prozentangaben jeweils für jedes dieser Metallstabbewehrungselemente.

**[0011]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind zumindest 60 Gew.-%, vorzugsweise zumindest 70 Gew.-%, bevorzugt zumindest 75 Gew.-%

des Metallstabbewehrungselementes oder der Komponenten des Metallstabbewehrungselementes in einem Bereich angeordnet, der eine Breite a aufweist, die sich von einer ringfugenseitigen Oberfläche und/oder von der tunnelinnenseitigen Oberfläche und/oder von der tunnelaußenseitigen Oberfläche und/oder von zumindest einer längsfugenseitigen Oberfläche des Tübbings ins Tübbinginnere erstreckt und dass die Breite a vorzugsweise 5 bis 30 %, bevorzugt 5 bis 25 %, sehr bevorzugt 5 bis 20 % der Dicke d des Tübbings entspricht. Dicke d bezieht sich dabei auf die Ausdehnung des Tübbings in radialer Richtung eines Tunnelausbaus. Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist das in dem Bereich der Breite a angeordnete Metallstabbewehrungselement bzw. sind die darin angeordneten Komponenten des Metallstabbewehrungselementes außerdem in dem oben erläuterten ringfugenseitigen Bereich des Tübbings mit der Breite  $B_1$  angeordnet. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass zumindest 60 Gew.-% des Metallstabbewehrungselementes oder der Komponenten des Metallstabbewehrungselementes in dem ringfugenseitigen Bereich des Tübbings mit der Breite  $B_1$  angeordnet sind. Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist zumindest ein Metallstabbewehrungselement, das in der tunnelinnenseitigen Randzone mit der Breite a angeordnet ist, mit einem Abstand von 5 bis 10 cm, vorzugsweise von 6 bis 8 cm von der tunnelinnenseitigen Oberfläche angeordnet. Die vorstehend genannte Ausführungsform zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Widerstandsfähigkeit im Brandfall aus.

**[0012]** Nach einer sehr bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein erfindungsgemäßes Metallstabbewehrungselement als Bewehrungskorb ausgebildet. Der Bewehrungskorb kann vorzugsweise U-förmige Bewehrungsbügel und/oder geschlossene ringförmige Bewehrungsbügel aufweisen. Zweckmäßigerweise werden die Bewehrungsbügel im Tübbing parallel zueinander angeordnet. Nach bevorzugter Ausführungsform weist ein Bewehrungskorb fernerhin Längsbewehrungsstäbe auf, die an die Bewehrungsbügel angeschlossen sind, bevorzugt angeschweißt sind. Zweckmäßigerweise sind die Längsbewehrungsstäbe senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zu den Bewehrungsbügeln bzw. zu den Schenkeln der Bewehrungsbügel angeordnet. Vorzugsweise enthält ein Tübbing zwei Metallstabbewehrungselemente, die im Bereich der beiden Ringfugen angeordnet sind. - Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, geschweißte Bügelkörbe einzusetzen, bei denen die Bewehrungsstäbe keine Abbiegungen aufweisen und somit keine U-förmigen Bewehrungsbügel haben. Bei dieser Ausführungsform werden die einzelnen Bewehrungsstäbe zu Bewehrungsnetzen und diese wiederum zu einem zusammenhängenden Bewehrungskorb verschweißt. Endverankerungen durch Endhaken oder Endverankerungsstäbe werden bei dieser Ausführungsform durch angeschweißte Endquerstäbe ersetzt. Durch eine verbesserte Anpassung an die im Tübbing vorhandenen dreidimensionalen Spannungszustände bestehend aus

Biegezugspannungen in Längs- und Querrichtung, Spaltzug und Schubspannungen, wird die Wirkungsweise der Bewehrung in besonderem Maße gesteigert. Der Metallverbrauch bzw. Stahlverbrauch lässt sich auf diese Weise zusätzlich reduzieren.

**[0013]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Stahleinlage in die ringfugenseitige Oberfläche des Tübbings einbetoniert ist. Zweckmäßigerweise sind in beide ringfugenseitigen Oberflächen des Tübbings Stahleinlagen einbetoniert. Bei einer Stahleinlage kann es sich nach einer bevorzugten Ausführungsform um eine Stahlplatte handeln, die zumindest einen Teil der ringfugenseitigen Oberfläche des Tübbings bildet. Zweckmäßigerweise werden zumindest 40 %, vorzugsweise zumindest 50 % einer ringfugenseitigen Oberfläche des Tübbings von einer Stahleinlage gebildet. Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird die gesamte ringfugenseitige Oberfläche von der Stahleinlage gebildet. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist eine Stahleinlage auch in zumindest eine längsfugenseitige Oberfläche eines erfindungsgemäßen Tübbings einbetoniert. Dabei kann auch die gesamte längsfugenseitige Oberfläche des Tübbings von der Stahleinlage gebildet werden. Wenn nach einer bevorzugten Ausführungsform eine Stahleinlage in die ringfugenseitige Oberfläche einbetoniert ist und wenn eine Stahleinlage auch in die längsfugenseitige Oberfläche einbetoniert ist, wird der Tübbing von einem Stahlrahmen eingefasst. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass die Stahleinlagen an den vier Eckpunkten des Tübbings miteinander verschweißt werden können, so dass ein zugfester Außenrahmen erhalten wird.

**[0014]** Nach sehr bevorzugter Ausführungsform der Erfindung weist die in eine ringfugenseitige Oberfläche des Tübbings einbetonierte Stahleinlage zumindest ein Kopplungselement auf oder bildet diese Stahleinlage zumindest ein Kopplungselement. Das Kopplungselement dient zu einer formschlüssigen Verbindung mit einem Komplementärkopplungselement an einem zweiten Tübbing in einem benachbarten Tübbingring. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass ein erfindungsgemäßer Tübbing auf jeder seiner beiden Ringfugenseiten ein Kopplungselement aufweist bzw. auf der einen Ringfugenseite ein Kopplungselement aufweist und auf seiner anderen Ringfugenseite ein Komplementärkopplungselement aufweist.

**[0015]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist das Kopplungselement eine über zumindest den Großteil der Länge 1 des Tübbings verlaufende Nut. Diese Nut ist dann zweckmäßigerweise für eine formschlüssige Verbindung mit einem das Komplementärkopplungselement bildenden Federelement vorgesehen, welches Federelement über den Großteil der Länge 1 des zweiten Tübbings verläuft. Länge 1 des Tübbings meint im Übrigen die Erstreckung des Tübbings in Tübbingumfangsrichtung bzw. in Tunnelumfangsrichtung. Länge 1 bezieht sich dabei auf die Bogenlänge des Tübbings. Vor-

zugsweise ist das Kopplungselement eine über die gesamte Länge 1 des Tübbings verlaufende Nut und ist dann das Komplementärkopplungselement ein über die gesamte Länge des zweiten Tübbings verlaufendes Federelement.

**[0016]** Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ringfugenseitig zumindest ein Nocken als Kopplungselement an dem Tübbing angeordnet. Dieser Nocken ist für eine formschlüssige Verbindung mit einer topfartigen Ausnehmung vorgesehen, welche topfartige Ausnehmung als Komplementärkopplungselement an dem zweiten Tübbing angeordnet ist. Bei dieser Kopplung in den Ringfugen handelt es sich um eine Topf-Nocken-Verzahnung. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass ein Nocken die Form eines Kegelstumpfs mit oberseitiger bzw. topfseitiger Abrundung aufweist.

**[0017]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die in die Oberfläche des Tübbings einbetonierte Stahleinlage einen Stahlzapfen als Kopplungselement auf, der für eine formschlüssige Verbindung mit einer entsprechenden Stahltasche als Komplementärkopplungselement in dem zweiten benachbarten Tübbingring vorgesehen ist. Der Stahlzapfen kann im Querschnitt rechteckförmig oder kreisförmig ausgebildet sein. Querschnitt bezieht sich hier auf die Querschnittsfläche parallel zur Ringfuge.

**[0018]** Nach einer besonderen Ausführungsform, der im Rahmen der Erfindung besondere Bedeutung zukommt, ist an eine in die Oberfläche des Tübbings einbetonierte Stahleinlage zumindest ein in den Tübbing ragendes Verankerungselement zur Verankerung der Stahleinlage in dem Beton des Tübbings angeschlossen. Bei dem Verankerungselement handelt es sich zweckmäßigerweise um ein Stahlelement, das bevorzugt an die Stahleinlage des Tübbings angeschweißt ist. Das Verankerungselement kann beispielsweise in Form von Verankerungsstäben und/oder als Verankerungsschleife und/oder als Verankerungsbügel ausgeführt sein. Als Verankerungselemente können auch Kopfbolzendübel eingesetzt werden, die zweckmäßigerweise an die Stahleinlage angeschweißt sind. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Erstreckung  $e$  eines Verankerungselementes in das Innere des Tübbings mehr als das Doppelte der Dicke  $D$  der Stahleinlage beträgt. Vorzugsweise beträgt die Erstreckung  $e$  des Verankerungselementes mehr als das Dreifache, bevorzugt mehr als das Vierfache der Dicke  $D$  der Stahleinlage. Erstreckung  $e$  meint hier die Ausdehnung des Verankerungselementes in Richtung parallel zur Tunnel längsrichtung bzw. parallel zur Tunnel längsachse. Dicke  $D$  der Stahleinlage meint zweckmäßigerweise die dickste Stelle der Stahleinlage. - Es liegt im Übrigen im Rahmen der Erfindung, dass das zumindest eine an die Stahleinlage angeschlossene Verankerungselement mit dem Metallstabbewehrungselement verbunden ist, insbesondere an das Metallstabbewehrungselement angeschweißt ist.

**[0019]** Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, dass an ein Metallstabbewehrungselement zumindest

ein Abstandshalter angeschlossen ist, der sich bis zur Oberfläche des Tübbings erstreckt. Vorzugsweise sind an ein Metallstabbewehrungselement eine Mehrzahl von Abstandshaltern angeschlossen, die sich jeweils bis zur Oberfläche des Tübbings erstrecken. Die Abstandshalter können sich dabei insbesondere zu einer ringfugenseitigen Oberfläche des Tübbings erstrecken. Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, dass sich die Abstandshalter zu zumindest einer längsfugenseitigen Oberfläche des Tübbings erstrecken und/oder bis zu der tunnelinnenseitigen Oberfläche des Tübbings oder/oder bis zu der tunnelaußenseitigen Oberfläche des Tübbings.

**[0020]** Zur Lösung des oben dargelegten technischen Problems lehrt die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Tübbings, wobei zumindest ein Metallstabbewehrungselement in eine Schalung für einen Tübbing eingebracht wird und mit Hilfe von Abstandshaltern beabstandet von den Schalungswandungen gehalten wird sowie an der Schalung lösbar befestigt wird, wobei anschließend noch nicht erhärteter Beton in die Schalung eingefüllt wird und wobei nach dem Erhärten des Betons die Befestigung des Metallstabbewehrungselementes an der Schalung gelöst wird. - Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass das Metallstabbewehrungselement in einen ringfugenseitigen Bereich der Breite  $B_1$  eingebracht wird bzw. sich nach dem Befestigen zumindest zum größten Teil in dem ringfugenseitigen Bereich der Breite  $B_1$  befindet.

**[0021]** Nach dem Erhärten des Betons bzw. vor dem Ausschalen werden die Befestigungselemente, mit denen das Metallstabbewehrungselement an der Schalung befestigt war, gelöst. Dann können die Komponenten der Schalung bzw. die Schalungswandungen auf einfache Weise entfernt werden.

**[0022]** Nach bevorzugter Ausführungsform werden als Abstandshalter innen hohl ausgebildete Hülzen eingesetzt und werden zur lösbaren Befestigung des Metallstabbewehrungselementes an der Schalung die Schalung durchgreifende Befestigungselemente in die Hülzen eingebracht. Zweckmäßigerweise bestehen die Hülzen aus Stahl und vorzugsweise handelt es sich um Stahlgewindehülzen. Es liegt jedoch auch im Rahmen der Erfindung, Hülzen aus Kunststoff und/oder aus faserverstärktem Zement einzusetzen. - Nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird das Metallstabbewehrungselement mit in die als Abstandshalter eingesetzten Hülzen eingreifenden Befestigungselementen befestigt. Zweckmäßigerweise ist an dem Metallstabbewehrungselement, bevorzugt an einem Bewehrungskorb zumindest eine Befestigungsplatte angeschlossen, vorzugsweise angeschweißt. Die Befestigungsplatte, die in Form eines Flachstahls an dem Metallbewehrungselement befestigt werden kann, weist vorzugsweise zumindest eine Bohrung zur Aufnahme eines Befestigungselementes auf. Mit anderen Worten durchfasst ein Befestigungselement eine an das Metallstabbewehrungselement ange-

schlossene Befestigungsplatte und greift dann in eine als Abstandshalter eingesetzte Hülse ein. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass als Befestigungselemente Schraub- und/oder Steckverbindungselemente eingesetzt werden. Als Schraubverbindungselemente können beispielsweise Gewindeschrauben verwendet werden.

**[0023]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest eine in die Oberfläche des Tübbings einzubetonierende Stahleinlage in die Schalung eingebracht und an der Schalung lösbar befestigt und nach dem Erhärten des Betons wird die Befestigung der Stahleinlage an der Schalung wieder gelöst. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass die Stahleinlage so angeordnet wird, dass sie in eine ringfugenseitige Oberfläche des Tübbings einbetoniert wird. Die Befestigung der Stahleinlage an der Schalung bzw. an der Schalungswandung erfolgt zweckmäßigerweise mit Befestigungselementen in Form von Schraubverbindungselementen und/oder Steckverbindungselementen. Nach einer anderen Ausführungsform kann eine Stahleinlage auch mit Hilfe zumindest eines Magneten an der Schalung fixiert werden. Aufgrund der Befestigung einer Stahleinlage an der Schalung kann ein besonders lagegenaues Einbetonieren der Stahleinlage erfolgen. Es liegt im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens, dass Stahleinlagen an jeder Ringfugenseite und an jeder Längsfugenseite eines Tübbings einbetoniert werden können.

**[0024]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein erfindungsgemäßer Tübbing bzw. Hochleistungstübbing sich durch eine überraschend hohe mechanische Widerstandsfähigkeit auszeichnet und gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Tübbings eine sehr hohe Tragsicherheit aufweist ein erfindungsgemäßer Tübbing stellt gleichsam ein hochelastisches Tragelement mit optimalen Trageigenschaften dar. Der erfindungsgemäß bewehrte Tübbing zeigt eine relativ gute Verformungsfähigkeit und aus diesem Grunde können mechanische Beanspruchungen funktionssicher aufgefangen werden. Fernerhin ist für den Tübbing eine hohe Zugfestigkeit und Biegezugfestigkeit gegeben. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Tübbings kann eine sehr lagegenaue Befestigung der Metallstabbewehrungselemente mit definierten Abständen zum Tübbingrand verwirklicht werden. Die erfindungsgemäße lagegenaue Positionierung der Bewehrungselemente trägt zu den überraschend optimalen mechanischen Eigenschaften des Tübbings effektiv bei. Bei dem erfindungsgemäßen Tübbing können gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Tübbings Rissentwicklungen und Abplatzungen beachtlich reduziert werden. Bei erheblichen Überbeanspruchungen findet allenfalls eine unschädliche Feinrissverteilung statt. Aufgrund der hervorragenden mechanischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Tübbings kann gegenüber bekannten Tübbings die Tübbingdicke  $d$  reduziert werden, beispielsweise auf weniger als 35 cm.

**[0025]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer

lediglich ein Ausführungsführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Tunnelausbaus mit erfindungsgemäßen Tübbings,  
 Fig. 2 einen Schnitt A-A aus Fig. 1,  
 Fig. 3 den Gegenstand nach Fig. 2 in einer anderen Ausführungsform,  
 Fig. 4 den Gegenstand gemäß Fig. 2 in einer weiteren Ausführungsform und  
 Fig. 5 einen erfindungsgemäßen Tübbing in einer Schalung im Schnitt.

**[0026]** Fig. 1 zeigt eine Tunnelröhre für einen unterirdischen Tunnelausbau, welche Tunnelröhre aus erfindungsgemäßen Tübbings 1 aufgebaut ist. Die Tübbings 1 bestehen im Wesentlichen aus Beton und jeweils zylindermantelabschnittförmig ausgebildet. Mehrere Tübbings 1 bilden einen Tübbingring 2 und die aneinander grenzenden Tübbingringe 2 bilden die Tunnelröhre. Die Fuge zwischen zwei benachbarten Tübbingringen 2 wird als Ringfuge 3 bezeichnet. Die Fuge zwischen zwei benachbarten Tübbings 1 eines Tübbingringes 2 wird als Längsfuge 4 bezeichnet.

**[0027]** Ein erfindungsgemäßer Tübbing 1 ist vorzugsweise mit im Ausführungsbeispiel nicht dargestellten Stahlfasern sowie zusätzlich mit Kunststofffasern bewehrt. In den Beton des Tübbings 1 ist ringfugenseitig zumindest ein Metallstabbewehrungselement integriert, das im Ausführungsbeispiel als Bewehrungskorb 12 ausgebildet ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Bewehrungskorb 12 aus Stahl besteht. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel ist der Bewehrungskorb 12 aus U-förmigen Bewehrungsbügeln 13 aufgebaut, wobei bevorzugt mehrere U-förmige Bewehrungsbügel 13 in Längsrichtung des Tübbings 1 parallel nebeneinander angeordnet sind. Die parallelen U-förmigen Bewehrungsbügel 13 werden durch zueinander parallele Längsbewehrungsstäbe 14 verbunden, die zweckmäßigerweise an die U-förmigen Bewehrungsbügel 13 fest angeschlossen sind, bevorzugt daran angeschweißt sind. Erfindungsgemäß befindet sich das Metallstabbewehrungselement bzw. im Ausführungsbeispiel der Bewehrungskorb 12 in einem ringfugenseitigen Bereich des Tübbings, wobei die Breite  $B_1$  dieses ringfugenseitigen Bereichs vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel 10 bis 15 % der gesamten Breite  $B$  des Tübbings 1 entspricht. Zweckmäßigerweise sind Bewehrungskörbe 12 lediglich in den beiden entsprechenden ringfugenseitigen Bereichen des Tübbings 1 vorgesehen. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel ist das Metallstabbewehrungselement bzw. der Bewehrungskorb 12 bzw. sind die Komponenten des Bewehrungskorbes 12 in einer

ringfugenseitigen Randzone 15 mit der Breite  $a$  angeordnet sowie in einer tunnelaußenseitigen Randzone 16 mit der Breite  $a$  angeordnet und in einer tunnelinnenseitigen Randzone 17 mit der Breite  $a$  angeordnet. Die Breite  $a$  erstreckt sich dabei von der ringfugenseitigen Oberfläche 6 bzw. von der tunnelaußenseitigen Oberfläche 29 bzw. von der tunnelinnenseitigen Oberfläche 28 in das Tübbinginnere und entspricht vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel maximal 30 % der Dicke  $d$  des Tübbings. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel sind die Bewehrungskörbe 12 an den beiden Ringfugenseiten des Tübbings 1 lediglich in den Randzonen 15, 16, 17 angeordnet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass sich der Bewehrungskorb 12 mit seinen Bewehrungskorbbestandteilen auch über die entsprechenden nicht dargestellten längsfugenseitigen Randzonen des Tübbings 1 erstreckt.

**[0028]** Nach sehr bevorzugter Ausführungsform der Erfindung und im Ausführungsbeispiel nach den Figuren ist zumindest eine Stahleinlage 5 in jede ringfugenseitige Oberfläche 6 des Tübbings 1 einbetoniert. Vorzugsweise weist die Stahleinlage 5 ein Kopplungselement für eine formschlüssige Verbindung mit einem Komplementärkopplungselement an einem zweiten benachbarten Tübbing 1' in einem benachbarten Tübbingring 2 auf. Im Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 bildet die Stahleinlage 5 ein Kopplungselement, das aus einer über die Länge 1 des Tübbings 1, 1' verlaufenden Nut 7 besteht. Länge 1 meint dabei die Bogenlänge des Tübbings 1, 1' (siehe Fig. 1). Die Nut 7 ist für eine formschlüssige Verbindung mit einem über die Länge 1 des zweiten Tübbings 1' verlaufenden Federelement 8 vorgesehen. Das Federelement 8 besteht aus Stahl und fernerhin bestehen auch die Nutflanken 9 aus Stahl. Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, dass sowohl die Nutflanken 9 als auch der Nutboden 18 der Nut 7 aus Stahl bestehen. Da vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel sowohl die Nut 7 als auch das Federelement 8 über die gesamte Länge 1 des jeweiligen Tübbings 1, 1' verlaufen, erstrecken sich sowohl Nut 7 als auch Federelement 8 über den gesamten Umfang des jeweiligen Tübbingringes 2. In der Fig. 2 ist außerdem erkennbar, dass an die die Stahleinlage 5 des Tübbings 1 bildenden Nutflanken 9 jeweils ein Verankerungsstab 10 als Verankerungselement angeschlossen ist, wobei die Verankerungsstäbe 10 an die Nutflanken 9 angeschweißt sind. Die Erstreckung  $e$  der Verankerungsstäbe 10 (bezüglich der Tunnellängsrichtung bzw. bezüglich der Richtung der Tunnellängsachse) in das Innere des Tübbings 1 beträgt vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel ein Vielfaches der Dicke  $D$  der Stahleinlage 5. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass mehrere Verankerungsstäbe 10 jeweils an eine Nutflanke 9 angeschlossen sind und in Längsrichtung des Tübbings 1 nebeneinander angeordnet sind. In der Fig. 2 ist außerdem erkennbar, dass an das die Stahleinlage 5 des Tübbings 1 bildende Federelement 8 ein Verankerungsbügel 11 als Verankerungselement angeschlossen ist. Es können mehrere dieser Verankerungsbügel 11 in

Längsrichtung des Tübbings 1' nebeneinander angeordnet sein. Vorzugsweise können die Verankerungselemente mit dem jeweils benachbarten Bewehrungskorb 12 verbunden, zweckmäßigerweise verschweißt sein.

[0029] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Tübbings 1, 1'. Hier weist der Tübbing 1 ringfugenseitig zumindest einen Nocken 24 als Kopplungselement auf. Dieser Nocken 24 ist für eine formschlüssige Verbindung mit einer topfartigen Ausnehmung 25 als Komplementärkopplungselement in dem Tübbing 1' vorgesehen. Der Nocken 24 weist die Form eines Kegelstumpfes mit topfseitiger Abrundung auf. In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist an die Stahleinlage 5 des Nockens 24 ein Verankerungsbügel 11 angeschlossen, der mit dem Bewehrungskorb 12 des Tübbings 1 fest verbunden ist. An die Stahleinlage 5 der topfseitigen Ausnehmung 25 sind zwei Verankerungsbügel 11' und 11'' angeschlossen, die zweckmäßigerweise ebenfalls mit dem zugeordneten Bewehrungskorb 12 fest verbunden sind.

[0030] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tübbings 1, bei der die Stahleinlage 5 einen Stahlzapfen 26 als Kopplungselement aufweist, der für eine formschlüssige Verbindung mit einer entsprechenden Stahltasche 27 als Komplementärkopplungselement in dem zweiten Tübbing 1' vorgesehen ist. Der Stahlzapfen 26 kann im Querschnitt rechteckförmig oder kreisförmig ausgebildet sein. Dann weist auch die Stahltasche 27 eine entsprechende Form auf. Querschnitt bezieht sich hier auf eine Querschnittsfläche parallel zur Ringfuge.

[0031] Fig. 5 verdeutlicht das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Tübbings 1. Danach wird zumindest ein Metallstabbewehrungselement, im Ausführungsbeispiel ein Bewehrungskorb 12 in eine Schalung 30 für einen Tübbing 1 eingebracht. Mit Hilfe von Abstandshaltern wird der Bewehrungskorb 12 mit einem bestimmten Abstand von der Schalungswandung 31 gehalten. Die Abstandshalter sind vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel als innen hohl ausgeführte Hülsen 32 ausgebildet. Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Tübbings 1 werden die Hülsen 32 an der Schalung 30 lösbar befestigt. Dies wurde im Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 mit Hilfe von Gewindeschrauben 33 durchgeführt, die jeweils eine Unterlegscheibe 34 und die Schalungswandung 31 durchgreifen. Diese Gewindeschrauben 33 sind in die innen hohl ausgebildeten Hülsen 32 eingeschraubt. Dazu weisen die Hülsen 32 zweckmäßigerweise ein entsprechendes Innengewinde auf. An die als Abstandshalter dienenden Hülsen 32 ist fernerhin der Bewehrungskorb 12 angeschlossen. Dazu weist der Bewehrungskorb 12 jeweils Befestigungsplatten 35 auf, die an den Bewehrungskorb 12 angeschlossen, vorzugsweise angeschweißt sind. Die Befestigungsplatten 35 sind zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel mit Bohrungen 36 ausgerüstet, die für Befestigungselemente vorgesehen sind, die im Ausführungsbeispiel als Gewindeschrauben 37 ausgeführt sind.

Die Gewindeschrauben 37 durchgreifen jeweils Unterlegscheiben 38 sowie die genannten Bohrungen 36 der Befestigungsplatte 35 und werden in jeweils eine Hülse 32 eingeschraubt. Die Länge der Hülsen 32 ist so eingerichtet, dass der gewünschte Abstand des Bewehrungskorbes 12 zum Betonrand des fertiggestellten Tübbings 1 exakt eingehalten wird. Auf die vorstehend beschriebene Weise wird eine sehr präzise und funktionssichere Fixierung des Metallstabbewehrungselementes bzw. des Bewehrungskorbes 12 sichergestellt. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass in der Fig. 5 nicht dargestellte Langlöcher, beispielsweise schräge Langlöcher in den Befestigungsplatten 35 und/oder in der Schalungswandung 31 vorgesehen sein können, damit eventuelle Toleranzen ausgeglichen werden können. Nachdem der Bewehrungskorb 12 auf die beschriebene Weise mit Hilfe der Befestigungselemente und der Abstandshalter in der Schalung 30 positioniert und fixiert wurde, wird noch nicht erhärteter Beton in die Schalung 30 eingefüllt. Nach dem Erhärten des Betons wird die Befestigung des Bewehrungskorbes 12 an der Schalung 30 wieder gelöst. Dazu werden die Gewindeschrauben 33 entfernt und danach kann auch die Schalungswandung 31 problemlos entfernt werden. Die dabei entstehenden Öffnungen der Hülsen 32 können durch nicht dargestellte Steckkappen verschlossen werden. - Die Stabdicke sd der Metallstäbe des Metallstabbewehrungselementes beträgt im Rahmen der Erfindung normalerweise mehr als 1,5 mm, vorzugsweise mehr als 2 mm.

#### Patentansprüche

1. Tübbing (1), insbesondere Hochleistungstübbing für einen Tübbingring (2) zum unterirdischen Tunnelausbau, wobei der Tübbing (1) aus Beton besteht und der Beton mit Stahlfasern bewehrt ist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ringfugenseitig zumindest ein Metallstabbewehrungselement in den Beton integriert ist und **dass** sich zumindest 60 Gew.-% des zumindest einen Metallstabbewehrungselementes in zumindest einem ringfugenseitigen Bereich des Tübbings befinden, wobei die Breite  $B_1$  dieses ringfugenseitigen Bereichs 5 bis 35% der gesamten Breite B des Tübbings entspricht.
2. Tübbing nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Beton mit 20 bis 70 kg/m<sup>3</sup>, vorzugsweise mit 30 bis 50 kg/m<sup>3</sup> Stahlfasern bewehrt ist.
3. Tübbing nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Beton zusätzlich mit Kunststofffasern bewehrt ist.
4. Tübbing nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das zumindest eine Metall-

stabbewehrungselement in einem ringfugenseitigen Bereich des Tübbings (1) angeordnet ist, dessen Breite  $B_1$  5 bis 30%, bevorzugt 5 bis 25% der gesamten Breite B des Tübbings (1) entspricht.

5. Tübbing nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest 60 Gew.-%, vorzugsweise zumindest 70 Gew.-% des Metallstabbewehrungselementes oder der Komponenten des Metallstabbewehrungselementes in einem Bereich angeordnet ist, der eine Breite a aufweist, die sich von einer ringfugenseitigen Oberfläche (6) und/oder von der tunnelinnenseitigen Oberfläche (28) und/oder von der tunnelaußenseitigen Oberfläche (29) und/oder von zumindest einer längsfugenseitigen Oberfläche des Tübbings (1) ins Tübbinginnere erstreckt, und dass die Breite a vorzugsweise 5 bis 30 %, bevorzugt 5 bis 25 %, sehr bevorzugt 5 bis 20 % der Dicke d des Tübbings (1) entspricht.
6. Tübbing nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Stahleinlage (5) in die ringfugenseitige Oberfläche (6) des Tübbings (1) einbetoniert ist.
7. Tübbing nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an das Metallstabbewehrungselement Abstandshalter angeschlossen sind, die sich bis zur Oberfläche des Tübbings (1) erstrecken.
8. Verfahren zur Herstellung eines Tübbings nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Metallstabbewehrungselement in eine Schalung (30) für einen Tübbing (1) eingebracht wird und mit Hilfe von Abstandshaltern beabstandet von den Schalungswandungen (31) gehalten wird sowie an der Schalung (30) lösbar befestigt wird, **dass** anschließend noch nicht erhärteter Beton in die Schalung (30) eingefüllt wird und **dass** nach dem Erhärten des Betons die Befestigung des Metallstabbewehrungselementes an der Schalung gelöst wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Abstandshalter innen hohl ausgebildete Hülsen (32) eingesetzt werden und dass zur lösbaren Befestigung des Metallstabbewehrungselementes an der Schalung (30) die Schalung (30) durchgreifende Befestigungselemente in die Hülsen (32) eingebracht werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallstabbewehrungselement mit in die als Abstandshalter eingesetzten Hülsen (32) eingreifenden Befestigungselementen befestigt

wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Befestigungselemente Schraub- und/oder Steckverbindungselemente eingesetzt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine in die Oberfläche des Tübbings (1) einzubetonierende Stahleinlage (5) in die Schalung (30) eingebracht wird und an der Schalung (30) lösbar befestigt wird und dass nach dem Erhärten des Betons die Befestigung der Stahleinlage (5) an der Schalung (30) gelöst wird.

## Claims

1. A tubbing (1), in particular high-performance tubbing for a tubbing ring (2) for underground tunnel lining, wherein the tubbing (1) consists of concrete and the concrete is reinforced with steel fibres, **characterised in that** on the ring join side, at least one metal-rod reinforcing element is integrated in the concrete and that at least 60 wt.% of the at least one metal-rod reinforcing element is located in at least one ring-join-side region of the tubbing, wherein the width  $B_1$  of this ring-join-side region corresponds to 5 to 35% of the total width B of the tubbing.
2. The tubbing according to claim 1, **characterised in that** the concrete is reinforced with 20 to 70 kg/m<sup>3</sup>, preferably with 30 to 50 kg/m<sup>3</sup> of steel fibres.
3. The tubbing according to claim 1 or 2, **characterised in that** the concrete is additionally reinforced with plastic fibres.
4. The tubbing according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** at least one metal-rod reinforcing element is arranged in a ring-join-side area of the tubbing (1), its width  $B_1$  corresponds to 5 to 30%, preferably 5 to 25% of the total width B of the tubbing (1).
5. The tubbing according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** at least 60 wt.%, preferably at least 70 wt.% of the metal-rod reinforcing element or the components of the metal-rod reinforcing element is located in a region having a width a which extends from a ring-join-side surface (6) and/or from the tunnel inner-side surface (28) and/or from the tunnel outer-side surface (29) and/or from at least one longitudinal-join-side surface of the tubbing (1) into the interior of the tubbing, and that the width a preferably corresponds to 5 to 30%, more preferably



5 to 25%, very preferably 5 to 20% of the thickness d of the tubing (1).

6. The tubing according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** at least one steel insert (5) is concreted into the ring-joint-side surface (6) of the tubing (1). 5
7. The tubing according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** spacers which extend as far as the surface of the tubing (1) are connected to the metal-rod reinforcing element. 10
8. A method for manufacturing a tubing according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** at least one metal rod reinforcing element is inserted into a formwork (30) for a tubing (1) and is held at a distance from the formwork walls (31) by means of spacers and is secured detachably to the formwork (30), 15  
that concrete which has not yet hardened is then poured into the formwork (30),  
and that after the concrete has hardened, the securing of the metal rod reinforcing element to the formwork is released. 25
9. The method according to claim 8, **characterised in that** sleeves (32) formed as hollow on the inside are used as spacers and that fastening elements which penetrate through the formwork (30) are inserted into the sleeves (32) for detachably securing the metal rod reinforcing element to the formwork (30). 30
10. The method according to claim 9, **characterised in that** the metal-rod reinforcing element is secured using fastening elements which engage in the sleeves (32) used as spacers. 35
11. The method according to any one of claims 8 to 10, **characterised in that** screw and/or plug connecting elements are used as fastening elements. 40
12. The method according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** at least one steel insert (5) to be concreted into the surface of the tubing (1) is inserted in the formwork (30) and is detachably secured to the formwork (30) and after the concrete has hardened, the fastening of the steel insert (5) to the formwork (30) is released. 45

#### Revendications

1. Segment de cuvelage (1), notamment segment de cuvelage haute performance pour un anneau de cuvelage (2) pour l'aménagement souterrain de tunnels, le segment de cuvelage (1) étant en béton et le béton 55

étant armé de fibres d'acier, **caractérisé en ce que** du côté des joints de l'anneau, au moins un élément d'armature en tige métallique est intégré dans le béton

et **en ce que** au moins 60 % en poids du au moins un élément d'armature en tige métallique se trouvent dans au moins une zone du côté joint de l'anneau du segment de cuvelage, la largeur B de cette zone 5 du côté joint de l'anneau correspondant à jusqu'à 35 % de la largeur totale B du segment de cuvelage.

2. Segment de cuvelage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le béton est armé de 20 à 70 kg/m<sup>3</sup>, de préférence de 30 à 50 kg/m<sup>3</sup> de fibres d'acier. 10
3. Segment de cuvelage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le béton est armé en supplément de fibres de matière plastique. 20
4. Segment de cuvelage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le au moins un élément d'armature en tige métallique est disposé dans une zone du côté joint de l'anneau du segment de cuvelage (1) dont la largeur B<sub>1</sub> correspond à de 5 à 30 %, de préférence de 5 à 25 % de la largeur totale B du segment de cuvelage (1). 25
5. Segment de cuvelage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** au moins 60 % en poids, de préférence au moins 70 % en poids de l'élément d'armature en tige métallique ou des composants de l'élément d'armature en tige métallique sont disposés dans une zone, présentant une largeur a, qui s'étend vers l'intérieur du segment de cuvelage à partir d'une surface (6) du côté joint de l'anneau et/ou partir de la surface (28) côté intérieur du tunnel et/ou à partir de la surface (29) côté extérieur du tunnel et/ou à partir d'au moins une surface du côté joint longitudinal du segment de cuvelage (1) et **en ce que** la largeur a correspond de préférence à de 5 à 30 %, préférentiellement à de 5 à 25 %, très préférentiellement à de 5 à 20 % de l'épaisseur d du segment de cuvelage (1). 30
6. Segment de cuvelage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** au moins une pièce intercalaire en acier (5) est bétonnée dans la surface (6) du côté joint de l'anneau du segment de cuvelage (1). 35
7. Segment de cuvelage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** des écarteurs, qui s'étendent jusqu'à la surface du segment de cuvelage (1) sont raccordés sur élément d'armature en tige métallique. 40
8. Procédé de fabrication d'un segment de cuvelage 45

selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

**caractérisé en ce que**

on introduit au moins un élément d'armature en tige métallique dans un coffrage (30) pour un segment de cuvelage (1) et on ce qu'on le maintient à l'écart des parois du coffrage (31) à l'aide d'écarteurs et on le fixe de façon amovible sur le coffrage (30),

**en ce que** par la suite, on remplit dans le coffrage (30) du béton qui n'a pas encore durci et **en ce que**, après durcissement du béton, on détache la fixation de l'élément d'armature en tige métallique sur le coffrage.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'on** utilise en tant qu'écarteurs des douilles (32) à intérieur creux et que pour la fixation amovible de l'élément d'armature en tige métallique sur le coffrage (30) on introduit des éléments de fixation traversant le coffrage (30) dans les douilles (32).

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'on** fixe l'élément d'armature en tige métallique avec des éléments de fixation s'engageant dans les douilles (32) utilisées comme écarteurs.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'on** utilise en tant qu'éléments de fixation des éléments d'assemblage par boulonnage et/ou par enfichage.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'on** introduit dans le coffrage (30) au moins une pièce intercalaire en acier (5) à bétonner dans la surface du segment de cuvelage (1) et **en ce qu'on** la fixe de façon amovible sur le coffrage (30) et en que, après le durcissement du béton, on détache la fixation de la pièce intercalaire en acier (5) sur le coffrage (30).

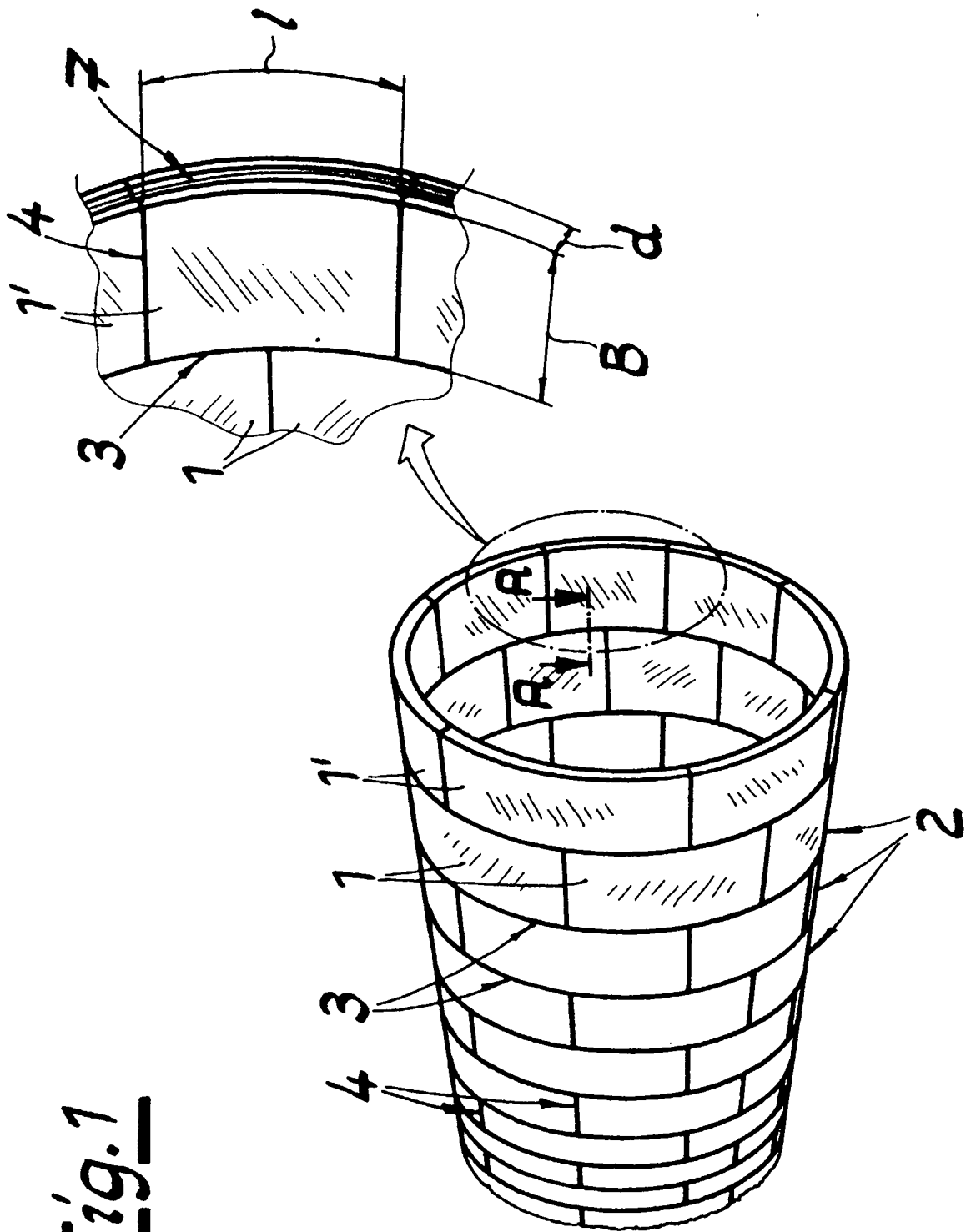
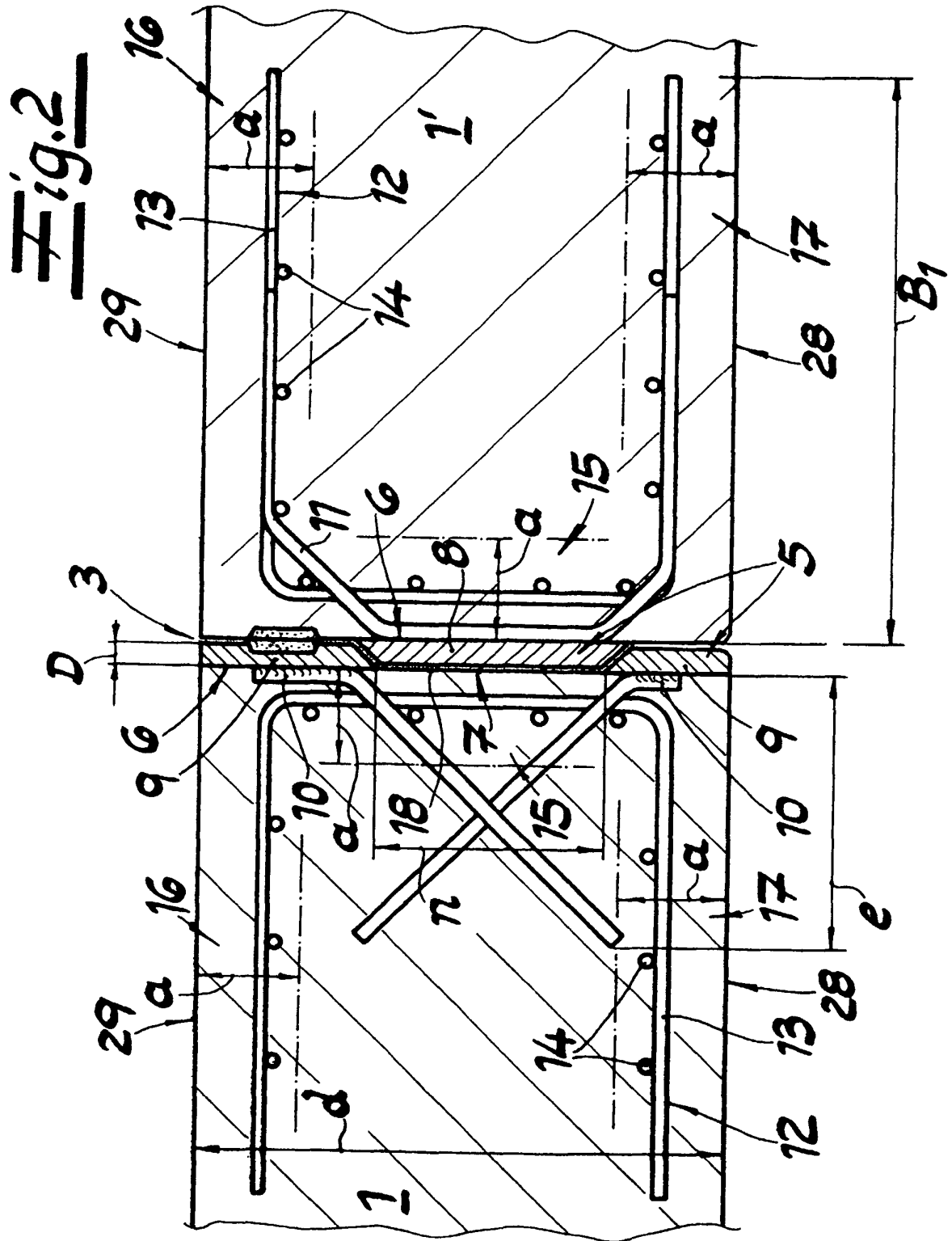
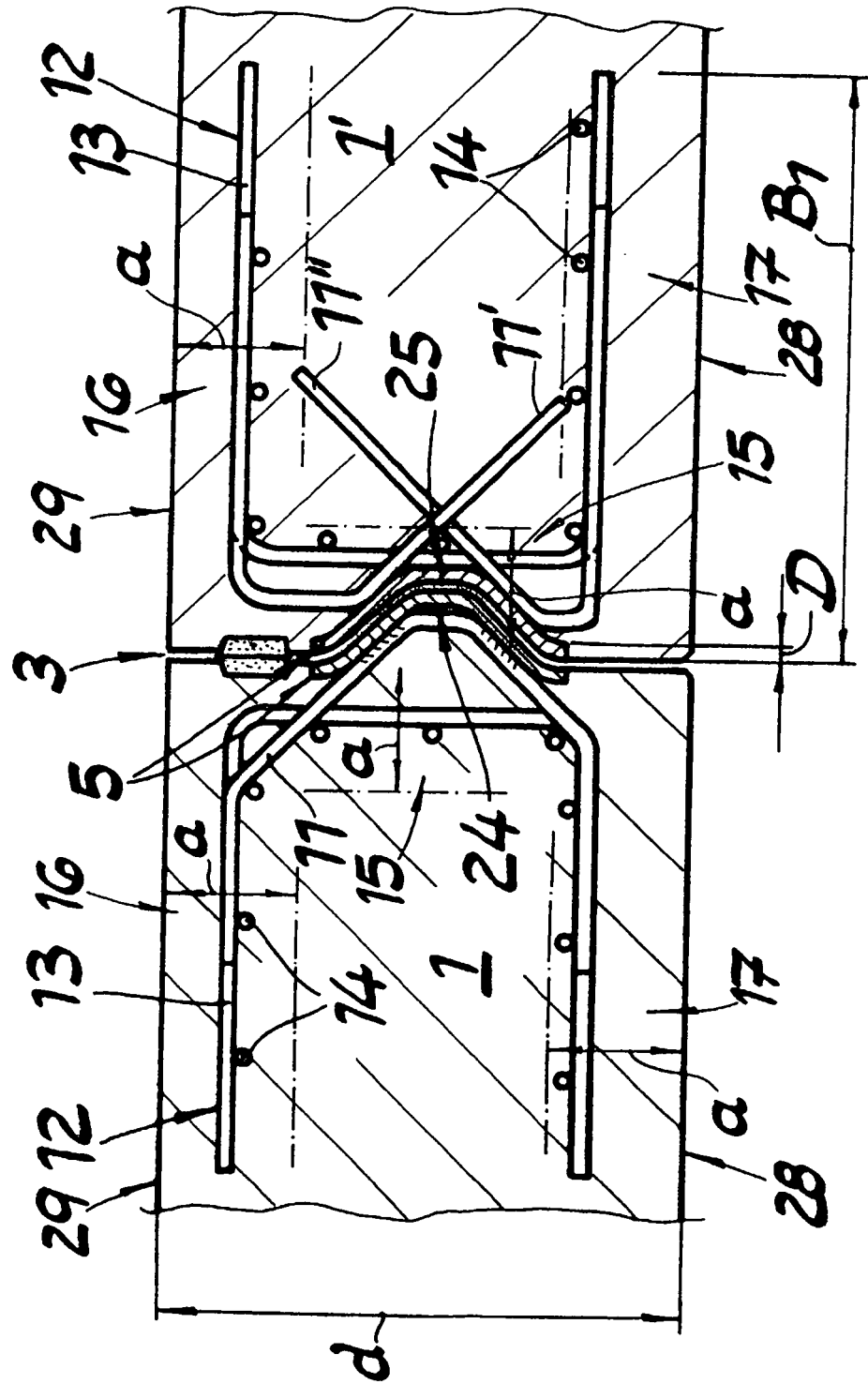


Fig. 1



**Fig. 3**



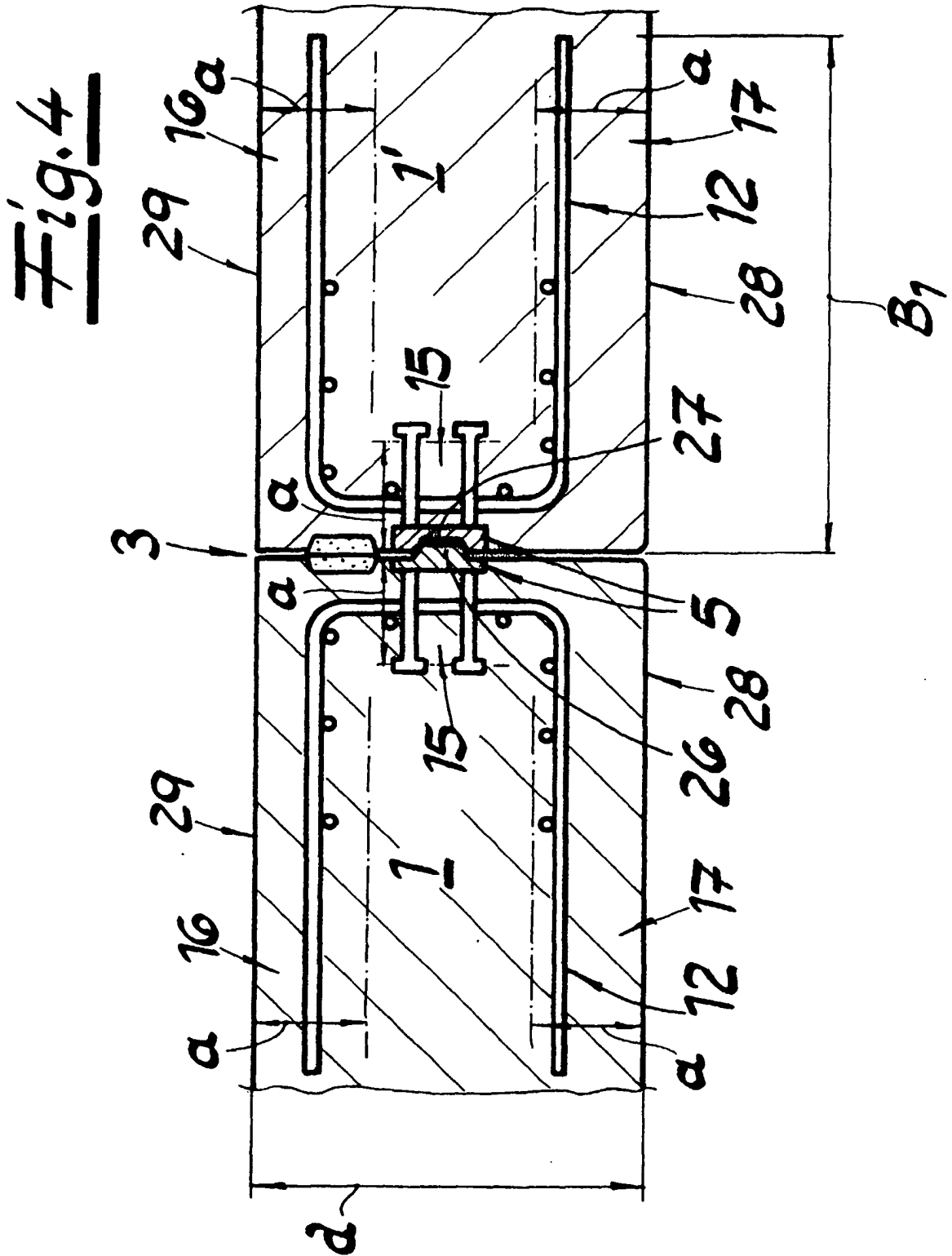


Fig. 5

