



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 662 609 A5

⑤① Int. Cl.⁴: E 04 H 12/00
E 04 C 3/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳① Gesuchsnummer: 822/84

㉔② Anmeldungsdatum: 21.02.1984

㉔④ Patent erteilt: 15.10.1987

㉔⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1987

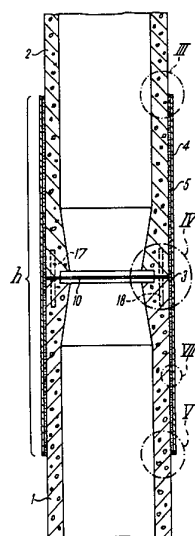
㉔⑦③ Inhaber:
Prof. Dr.-Ing. Jörg Schlaich, Stuttgart 1 (DE)
Rudolf Bergermann, Stuttgart 70 (DE)

㉔⑦② Erfinder:
Schlaich, Jörg, Prof. Dr.-Ing., Stuttgart 1 (DE)
Bergermann, Rudolf, Stuttgart 70 (DE)

㉔⑦④ Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

⑤④ Spannbeton- oder Stahlbetonbiegeträger.

⑤⑦ Der Betonmast, besteht aus mindestens zwei Abschnitten (1, 2), die an einer Stossstelle (3) miteinander verbunden sind. Die Verbindung der mit ihren Stirnflächen aneinander stossenden Abschnitte erfolgt dadurch, dass die aneinander stossenden Enden der Abschnitte (1, 2) gemeinsam aussen oder innen von einem Stahlrohr (4) umfasst werden, dass ferner die den Zwischenraum (5) zwischen Stahlrohr (4) und den Abschnitten (1, 2) begrenzen und einander zugewandten Oberflächen der Abschnitte (1, 2) bzw. des Stahlrohres (4) aufgeraut sind, und dass ferner die Zwischenräume (5) mit Mörtel ausgefüllt sind.



PATENTANSPRÜCHE

1. Spannbeton- oder Stahlbetonbiegeträger bestehend aus mindestens zwei Abschnitten (1, 2), die an einer Stossstelle (3) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der mit ihren Stirnflächen aneinander stossenden Abschnitte darin besteht, dass die aneinander stossenden Enden der Abschnitte (1, 2) gemeinsam aussen oder innen von einem Stahlrohr (4, 25) umfasst sind, dass die den Zwischenraum (5, 26) zwischen Stahlrohr (4, 25) und den Abschnitten (1, 2) begrenzenden und einander zugewandten Oberflächen der Abschnitte (1, 2) bzw. des Stahlrohres (4, 25) aufgerauht sind, und dass die Zwischenräume (5, 26) mit Mörtel ausgefüllt sind.

2. Als Betonmast ausgebildeter Biegeträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgerauhte Oberfläche der Enden der Abschnitte (1, 2) durch entlang des Umfangs innen bzw. aussen vorgesehene Rillen mit rechteckigem oder trapezförmigem Querschnitt gebildet ist.

3. Als Betonmast ausgebildeter Biegeträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgerauhte Oberfläche des Stahlrohres (4, 25) durch aussen bzw. innen umlaufende Rippen oder Wülste (7) gebildet ist.

4. Als Betonmast ausgebildeter Biegeträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stahlrohr (4) die beiden aneinander stossenden Enden der Abschnitte (1, 2) aussen übergreift.

5. Als Betonmast ausgebildeter Biegeträger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Stahlrohr (25) im Inneren der aneinander anstossenden Abschnitte (1, 2) angeordnet ist.

6. Biegeträger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Stahlrohr (25) durch entlang des Umfangs verlaufende Verstärkungsrippen (27), die im Inneren desselben (25) angeordnet sind, verstärkt ist.

7. Verfahren zur Herstellung des Biegeträgers nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einer (2) der beiden Abschnitte derart mit dem Stahlrohr (4, 25) in Eingriff gebracht wird, dass dieses etwa mit der Hälfte seiner Länge (h) das für die Verbindungsstelle vorgesehene Ende des genannten einen Abschnitts (2) übergreift, dass daraufhin der Zwischenraum (5, 26) zwischen diesem Abschnitt (2) und dem Stahlrohr (4, 25) durch Dichtungen (11, 11') abgeschlossen und mit Mörtel gefüllt wird, dass dann der mit dem Stahlrohr (4, 25) verbundene eine Abschnitt (2) auf den anderen Abschnitt (1) aufgesetzt und der zwischen Stahlrohr (4, 25) und dem anderen Abschnitt (1) noch freie Zwischenraum (5, 26) ebenfalls mit einer Dichtung (19) abgeschlossen und mit Mörtel gefüllt wird.

Die Erfindung betrifft einen Spannbeton- oder Stahlbetonbiegeträger, insbesondere einen als Betonmast ausgebildeten Biegeträger bestehend aus mindestens zwei Abschnitten, die an einer Stossstelle miteinander verbunden sind.

Die Problematik wird im folgenden am Beispiel eines runden in Spannbeton ausgeführten Betonmastes erläutert:

Bei derartigen Verbindungsstellen besteht das Problem, die beim Angreifen von Kräften am oberen Mastabschnitt (durch Wind od. dgl.) entstehenden Biegemomente aufzufangen, die, über den Querschnitt an der Verbindungsstelle betrachtet, auf der einen Seite zu Zugkräften, auf der anderen Seite zu Druckkräften führen. Während nun Beton Druckkräfte sehr gut übertragen kann, ist er zur Übertragung von Zugkräften nicht geeignet. Zwar kann man jeweils einen einzelnen Mastabschnitt dadurch, dass man ihn in Spannbeton oder Stahlbeton ausbildet, d.h. in Längsrichtung gegebenen-

falls vorgespannte Metallstäbe einlegt, so ausbilden, dass er Zugkräfte aushalten kann. Die Schwierigkeit, diese Zugkräfte von einem Mastabschnitt auf den anderen zu übertragen, besteht jedoch an der Verbindungsstelle weiter. Daneben müssen auch Querkkräfte («Reibung») und Normalkräfte (gleichmässiger Druck) übertragen werden.

Eine bekannte Lösung sieht vor, dass in den Enden der einzelnen Mastabschnitte sowohl Gewindestäbe, die über die Stirnflächen herausstehen, als auch Stahlplatten verankert sind, wobei dann jeweils die in einem Mastabschnitt verankerten Stäbe mit der am anderen Mastabschnitt (ebenfalls über Stäbe) verankerten Stahlplatte verschraubt sind. Diese Verbindung hat sich in der Praxis nicht bewährt; sie ist nicht ausreichend sicher und zu aufwendig. Es ist auch notwendig, den Querschnitt der Enden der Mastabschnitte so zu dimensionieren, dass entlang des Umfangs Ausnehmungen vorgesehen werden können, um die Verschraubungen der Gewindebolzen aufzunehmen.

Eine andere bekannte Lösung sieht vor, dass man jeweils am Ende eines Mastabschnittes die Betonkonstruktion in eine Stahlkonstruktion überführt, etwa derart, dass man diese Stahlbleche od. dgl. in den Enden der Mastabschnitte verankert und ihre hervorstehenden Enden in Stahlbauweise, d.h. durch Verschrauben usw., miteinander verbindet. Auch diese Lösung ist jedoch nicht zufriedenstellend, da der Kraftfluss – sowohl bei Übertragung von Druckkräften als auch bei Übertragung von Zugkräften – zwischen dem Beton und den in Stahl ausgeführten Elementen vielfach umgelenkt und dabei unterbrochen werden muss. Ausserdem ist die Konstruktion mit einem Übergang von Betonkonstruktion zu Stahlkonstruktion an jedem Mastabschnitt und einer stahlbaumässigen Verbindung der Stahlkonstruktionen sehr aufwendig. Auch die Übertragung der Druckkräfte erfolgt über die Stahlkonstruktion, obwohl die Übertragung von Druckkräften an sich von Beton zu Beton ohne weiteres möglich wäre.

Demgemäss liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Spannbeton- oder Stahlbetonbiegeträger der eingangs genannten Art sowie ein Herstellungsverfahren hierzu zu schaffen, bei dem der Stoss, d.h. die Verbindungsstelle zwischen den Mastabschnitten, möglichst einfach ausgebildet ist und die Übertragung von Druck- und Zugkräften mit möglichst wenig Umleitungen im Kraftfluss erfolgt.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Verbindung der mit ihren Stirnflächen aneinander stossenden Abschnitte darin besteht, dass die aneinander stossenden Enden der Abschnitte gemeinsam aussen oder innen von einem Stahlrohr umfasst sind, dass die den Zwischenraum zwischen Stahlrohr und den Abschnitten begrenzenden und einander zugewandten Oberflächen der Mastabschnitte bzw. des Stahlrohres aufgerauht sind, und dass die Zwischenräume mit Mörtel ausgefüllt sind.

Die Erfindung betrifft ferner verschiedene vorteilhafte Weiterbildungen, wie sie in den abhängigen Ansprüchen definiert sind, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemässen Biegeträgers.

Durch die erfindungsgemässe Konstruktion werden die in vertikaler Richtung wirksamen Druckkräfte von einem Mastabschnitt auf den anderen ohne weiteres direkt von der Stirnfläche eines Mastabschnittes auf die Stirnfläche des anderen Mastabschnittes übertragen. Irgend eine Umleitung erfolgt nicht und ist nicht erforderlich. Die auftretenden Zugkräfte werden, als Folge der Aufrauhung der einander gegenüberliegenden Oberflächen der Enden der Mastabschnitte einerseits und des – aussen oder innen – übergreifenden Stahlrohres andererseits, über schräg verlaufende Kraftbrücken in dem den Zwischenraum ausfüllenden Mörtel übertragen. Im Mörtel entstehen dabei ebenfalls lediglich Druckkräfte. Sofern das Stahlrohr aussen übergreifend angeordnet ist, entstehen

in diesem dabei sowohl in radialer Richtung (Ringrichtung) als auch in vertikaler Richtung Zugkräfte (vgl. Fig. 7). Zur Übertragung dieser Zugkräfte ist das Stahlrohr – im Gegensatz zum Beton – bestens geeignet. Sofern das Stahlrohr innerhalb des Biegeträgers angeordnet ist, ist es in Ringrichtung auch Druckkräften ausgesetzt; um diese aufzunehmen, sind in diesem Fall in das Stahlrohr gegebenenfalls Verstärkungsringe eingesetzt. Die äussere Anordnung des Stahlrohres bietet also von der Statik her Vorteile, während die innere Anordnung unter Umständen dann gewählt wird, wenn der im Inneren des Mastes gegebene Korrosionsschutz oder die Tatsache, dass von aussen dann nichts zu sehen ist, wichtig sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung und ihrer vorteilhaften Weiterbildungen werden im folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es stellen dar:

Figur 1a eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels;

Figur 1b eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Aufgabenstellung nach Fig. 1a;

Figur 2 eine vergrösserte Darstellung der Verbindungsstelle nach Fig. 1a;

Figur 3 eine vergrösserte Darstellung des Bereiches III in Fig. 2;

Figur 4 eine vergrösserte Darstellung des Bereiches IV in Fig. 4;

Figur 5 eine vergrösserte Darstellung des Bereiches V in Fig. 2;

Figur 6 eine vergrösserte Darstellung des Bereiches III nach Fig. 2, jedoch – in Abweichung von Fig. 3 – nach dem Ausfüllen des Raumes, der zunächst bei der Herstellung von dem Dichtungsschlauch 11 eingenommen wurde;

Figur 7 eine vergrösserte Darstellung des Bereiches VII in Fig. 2 zur Erläuterung der Kraftübertragung zwischen dem Ende eines Mastabschnittes 2 und dem Stahlrohr 4;

Figur 8 die schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels;

Figur 9 die vergrösserte Darstellung der Verbindungsstelle 3 nach Fig. 8.

Fig. 1a zeigt schematisch wie ein erster Mastabschnitt 1 und ein zweiter Mastabschnitt 2 durch eine Verbindungsstelle, die schematisch mit 3 bezeichnet ist, miteinander verbunden sind.

In Fig. 1b ist schematisch dargestellt, dass bei Belastung des oberen Mastabschnittes 2 in Richtung des eingezeichneten Pfeiles, etwa durch Wind, ein Biegemoment M , eine Querkraft Q und durch die Eigenlast des Mastes eine Normalkraft N entstehen. Das Biegemoment führt, wenn es, wie bei M eingezeichnet, wirksam wird, auf der einen Seite (rechts in Fig. 1b) zu einer Zugkraft, auf der anderen Seite (links in Fig. 1b) zu einer Druckkraft.

Nun ist es eine bekannte Eigenschaft des Betons, dass er Druckkräfte gut aufnehmen kann, dass er andererseits Zugkräfte nicht aufnehmen kann. Um auch Zugkräfte übertragen zu können, verwendet man Spannbeton, d.h. Beton, in den in Zugrichtung vorgespannte Stahlstäbe eingelegt sind; sie stehen unter einer starken Zugspannung, die auf den umgebenden Beton starken Druck ausübt. Wird nun der Spannbeton auf Zug belastet, so wird er – in Folge dieser Vorspannung – im eigentlichen Sinne nicht einer Zugkraft ausgesetzt, sondern druckentlastet. Die Herstellung von Mastabschnitten 1, 2, die derart erfolgt, geschieht in Schleuderbetonbauweise (die Erfindung ist aber nicht nur bei Spannbeton anwendbar. Bei Stahlbeton sind die in den Beton eingelegten Stahlstäbe nicht vorgespannt). Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 2 bis 7 ist die Verbindungsstelle 3 über einen gewissen vertikalen Abstand h hinweg mit einem Stahlrohr 4 umgeben. Dabei übergreift das Stahlrohr 4 etwa mit der Hälfte seiner Länge h

jedes der beiden Enden der Mastabschnitte 1, 2. Wie im einzelnen aus Fig. 3 bis 5 ersichtlich, ist entlang jeder der beiden Längen $h/2$ die äussere Oberfläche der beiden Mastabschnitte 1, 2 sowie innen über die Länge h das Stahlrohr 4 mit

Unebenheiten versehen. Der Zwischenraum 5 zwischen den Mastabschnitten 1, 2 und dem umgebenden Stahlrohr 4 ist mit Mörtel ausgefüllt. Im einzelnen ergibt sich die Ausbildung aus Fig. 3 bis 5. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, ist der Mastabschnitt 1 und der Mastabschnitt 2 entlang der Länge, über die sich aussen das Stahlrohr 4 erstreckt, auf seiner Aussenseite jeweils mit einer Riffelung 6 versehen, die im Ausführungsbeispiel so aussieht, dass entlang des Umfangs umlaufende und im Querschnitt trapezförmige Rillen vorgesehen sind; dies erfolgt etwa durch entsprechende Gestaltung der Gussformen beim Schleudergiessen der Mastabschnitte. Die Unebenheiten auf der Innenseite des Stahlrohres 4 werden durch innen umlaufende, im Querschnitt rechteckige Wülste oder Rippen 7 gebildet. Sie können auch in der Weise vorgesehen sein, dass man handelsübliches Riffelblech verwendet.

Ist nun, wie im einzelnen noch erläutert werden wird, der Zwischenraum 5 mit fest abgebundenem, unter Umständen durch Kunstharz in seiner Bindefähigkeit verbesserten Mörtel (sogenannter Injiziermörtel) gefüllt, so ergibt sich die in Fig. 7 im einzelnen dargestellte Übertragung von Zugkräften im Falle eines Biegemoments M . Fig. 7 zeigt den Bereich in Fig. 1b, der dort mit VII bezeichnet ist, also auf der Seite, auf der im konkreten Beispielfall an der Verbindungsstelle eine Zugkraft übertragen werden soll (rechts in Fig. 1b). Als Folge der Verankerung von vorgespannten Zugstäben 8 oder auch nur schlaff eingelegter Bewehrungsstäbe in Beton überträgt sich die Zugkraft K , die am Mastabschnitt 2 wirksam wird, in Form von Druckkräften k auf den Beton. Betrachtet man nun den Kraftübergang vom Beton des Mastabschnittes 2 auf den Mörtel im Zwischenraum 5, so ist hierfür beispielhaft der Teilabschnitt 9. Er bildet eine schräg liegende als Kraftbrücke zwischen der Riffelung 6 des Mastabschnittes 2 und der durch die Wülste bzw. Rippen 7 aufgerauhten Innenwand des Stahlrohres 4.

Infolge des schrägen Verlaufs dieser Kraftbrücke, die durch die Aufrauungen der Oberfläche ermöglicht wird, ist der Teilabschnitt 9 von beiden Seiten her nur Druckkräften ausgesetzt. Ersetzt man am Übergang dieser Kraftbrücke zum Stahlrohr 4 bzw. auf den Mastabschnitt 2 die auf den Teilabschnitt 9 ausgeübte Druckkraft durch eine horizontale und eine vertikale Kraft unter bekannter Zuhilfenahme eines Kräfteparallelogramms, so zeigt sich, dass an der Stelle, an der der Teilabschnitt 9 in den Mastabschnitt 2 übergeht, der Mastabschnitt radial nach innen gerichteten Druckkräften ausgesetzt ist. Diese Kräfte können einwandfrei durch Beton und im Beton übertragen werden. Am Übergang der durch Teilabschnitt 9 gebildeten Kraftbrücke zum Stahlrohr 4 ergibt sich, dass das Stahlrohr einer radial horizontal nach aussen gerichteten Zugkraft ausgesetzt ist. Durch die gezeigte Ausbildung bei der Übertragung von Zugkräften wird der Kraftfluss in sehr einfacher Weise von dem einen Mastabschnitt auf das Stahlrohr und von diesem auf den anderen Mastabschnitt übertragen. Im Beton treten dabei nur Druckkräfte und im Stahlrohr, das dafür vom Material her geeignet ist, Zugkräfte auf. Das Stahlrohr kann die radialen (also in Ringrichtung wirksamen) Zugkräfte deshalb aufnehmen, weil es als die Mastabschnitte vollständig umgebendes Rohr ausgebildet ist.

Die Einführung der Kräfte vom Stahlrohr 4 in den Mastabschnitt 1 unterhalb der Verbindungsstelle 3 (Fig. 1b) geht analog vor sich.

Anhand von Fig. 7 wurde (entsprechend der Darstellung auf der rechten Seite in Fig. 1b) die Übertragung von Zugkräften bei der Erfindung beschrieben. Die Übertragung von Druckkräften (entsprechend der linken Seite in Fig. 1b)

erfolgt einfach dadurch, dass die Stirnflächen aneinanderstossen. Zum Ausgleich von Unebenheiten ist zwischen beiden eine Mörtelschicht 10 vorgesehen.

Die Herstellung des gesamten Mastes geht folgendermassen vor sich:

a) Im Werk werden die Mastabschnitte als Betonröhren im Schleuderbetonverfahren hergestellt. Über eines der beiden Betonrohre, das den oberen oder den unteren Mastabschnitt 2 bildet, wird dann bereits im Werk das Stahlrohr 4 geschoben und fixiert. Es werden – noch bei liegendem Betonrohr – Dichtungsschläuche 11 und 11' eingebaut (z.B. eingeklebt oder eingeklemmt) und der entstehende Zwischenraum 5 zwischen einem den oberen Mastabschnitt 2 bildenden Betonrohr und dem Stahlrohr 4 ausgefüllt. Dazu wird Betonmörtel über einen Verpressanschluss 12 eingespritzt. Nach Erhärten des Mörtels werden die Dichtungsschläuche 11, 11' entfernt und, wie aus Fig. 6 ersichtlich, mit dauerelastischem Kitt verfugt. In gleicher Weise wird die Öffnung 14 für den Verpressanschluss 12 mit Kitt 15 verfugt.

b) An der Baustelle wird zunächst der untere Mastabschnitt 1, d.h. die diesen bildenden Betonröhre, im Untergrund verankert und ausgerichtet. Der obere Mastabschnitt wird mit Hilfe eines Krans aufgesetzt und zwischen den beiden an der Verbindungsstelle aneinanderstossenden Stirnflächen eine Mörtelschicht 10 aufgebracht. Um beim Aufsetzen des oberen Mastabschnittes 2 auf den unteren Mastabschnitt 1 eine Ausrichtung zu erleichtern und auch für den relativ kurzen Zeitraum der noch nachfolgend erforderlichen Arbeiten eine vorläufige Fixierung zu gewährleisten, kann z.B. vorgesehen sein (vgl. Fig. 2), dass im unteren Ende des Mastabschnittes 2 nach unten über diesen hervorstehende Bolzen 17 eingelassen sind. Beim Aufsetzen des oberen Mastabschnittes 2 auf den unteren Mastabschnitt 1 greifen dann die Bolzen 17 in entsprechende Löcher 18 im unteren Mastabschnitt 1 ein und werden dort z.B. durch Klemmen, Schrauben oder dergleichen, oder auch durch Kleben fixiert. Diese vorläufige Fixierung reicht für die nachfolgenden Arbeiten aus.

Nach diesem Aufsetzen des oberen Mastabschnittes auf den unteren Mastabschnitt und Aufbringen der Mörtelschicht 10 erfolgt das Anbringen eines weiteren Dichtungsschlauches 19 (siehe Fig. 5) und das Verfugen des Zwischenraumes 5 durch Injizieren von Mörtel über den Verpressanschluss 20. Nach dem Aushärten des Mörtels werden der Verpressan-

schluss 20 und der Dichtungsschlauch 19 entfernt und die entstehenden Fugen bzw. die entstehende Öffnung – analog zu Fig. 6 – ebenfalls mit Mörtel ausgefugt. Damit ist die Verbindung fertig.

5 Eine alternative Ausbildung der Verbindungsstelle 3 ist in den Fig. 8 und 9 dargestellt. Dabei ist ein Stahlrohr 25 innen in die Enden der miteinander zu verbindenden Mastabschnitte eingesetzt. Entsprechend ist die äussere Fläche des Stahlrohres 25 und die innere Oberfläche der Mastabschnitte 10 1, 2 aufgerauht, etwa durch Riffelungen, Wülste oder Rippen. Der Zwischenraum 26 wird wieder mit Mörtel gefüllt. Auch auf diese Weise wird sichergestellt, dass bei Zugbelastung der Verbindungsstelle die Zugkräfte vom Stahlrohr aufgenommen werden, wobei die zwischen Stahlrohr und Mastabschnitten 15 liegende Mörtelschicht – analog Fig. 7 – nur Druckkräften ausgesetzt ist. Die vertikal wirksame Zugkraft wird dann, nach Umsetzung von dem Mastabschnitt 2 in das Stahlrohr 25, vom Stahlrohr 25 aufgenommen und auf der unteren Seite wieder auf den Mastabschnitt 1 übergeleitet.

20 Da bei dieser Ausbildung das Stahlrohr im Gegensatz zu dem oben erläuterten Fall radial nach innen gerichteten Druckkräften ausgesetzt ist, sind innen Verstärkungsringe 27 vorgesehen. Um beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 und 9 den Zwischenraum 26 mit Injiziermörtel auffüllen zu können, 25 sind in den aneinander stossenden Enden der Mastabschnitte 1, 2 entsprechende Injizieröffnungen 28 vorgesehen, an die beim Injizieren des Mörtels entsprechende Verpressanschlüsse eingesetzt werden. Der Vorteil der Ausführung nach Fig. 8 und 9 ist, dass das Stahlrohr von aussen nicht – wie 30 nach Fig. 1 – sichtbar wird, sondern, dass die äussere Silhouette des Mastes von den Massnahmen zur Ausbildung der Verbindungsstelle unbeeinflusst ist. Es ist auch nicht so starken Klimaeinflüssen, d.h. Korrosion, ausgesetzt. Konstruktiv hingegen hat die Ausführungsform nach Fig. 1 bis 7 den Vor- 35 teil der einfacheren Ausbildung des Stahlrohres und der Tatsache, dass das Stahlrohr mit einem grösseren Abstand von der Achse des Mastes und somit mit einem grösseren Hebelarm angreift.

40 Während die beschriebenen Ausführungsbeispiele Betonmaste sind, ist die Erfindung generell beim Aneinanderfügen von Spannbeton- oder Stahlbetonbiegeträgern anwendbar. Dabei kommen nicht nur kreisförmige Querschnitte in Frage, sondern auch quadratische oder ähnliche Querschnitte.

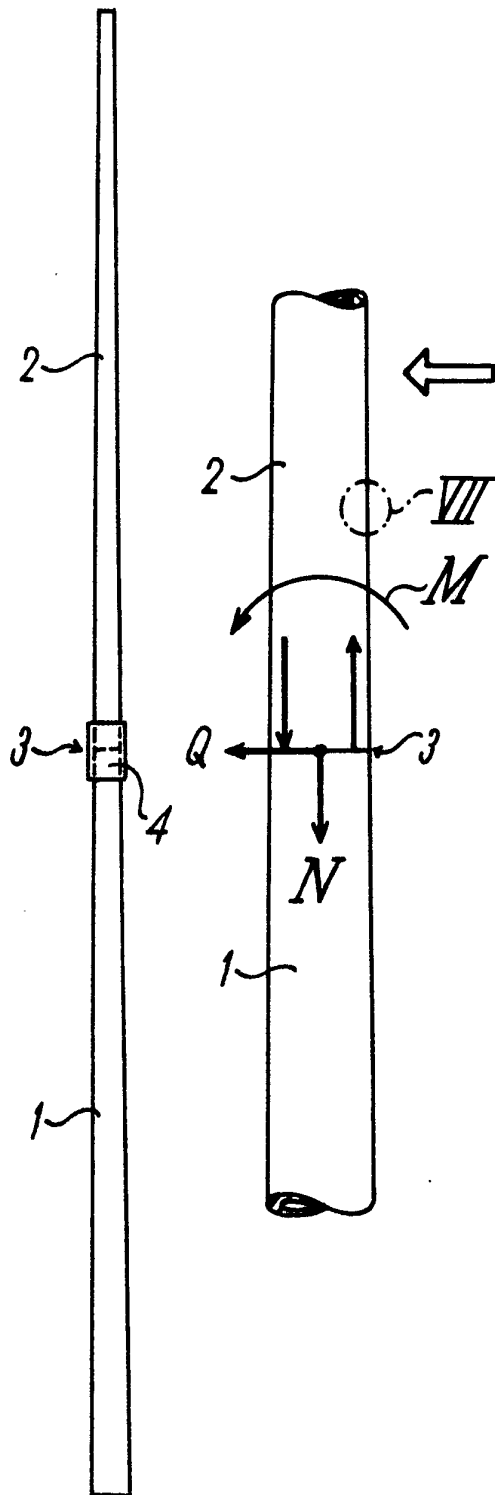


Fig.1a Fig.1b

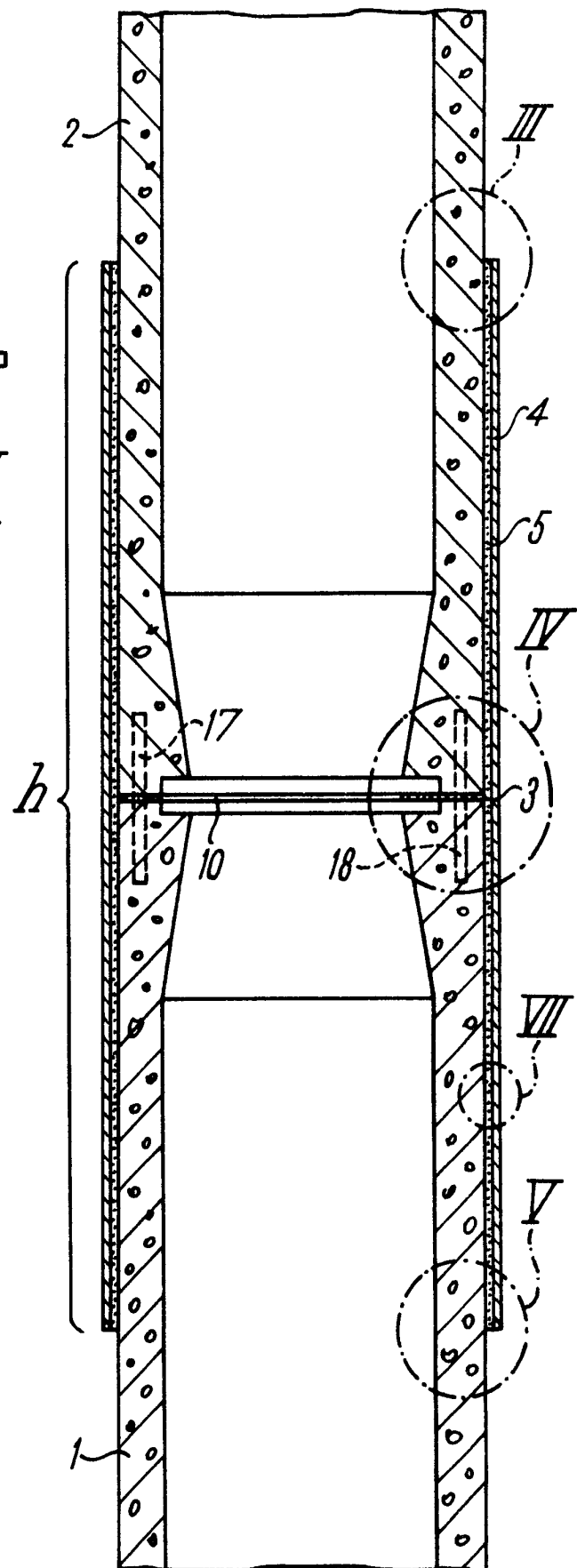


Fig. 2

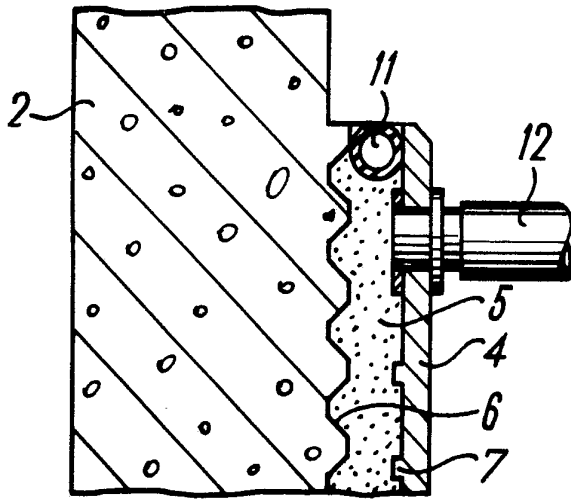


Fig. 3

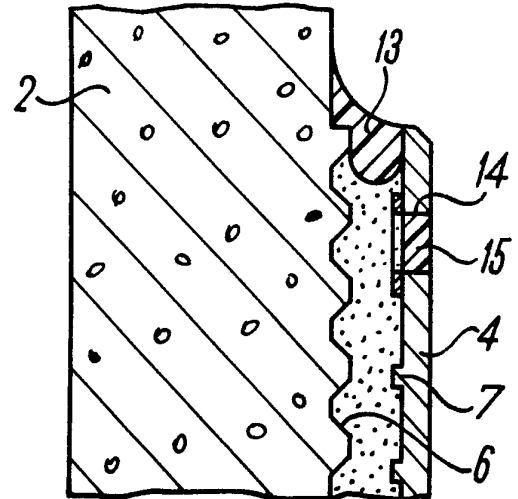


Fig. 6

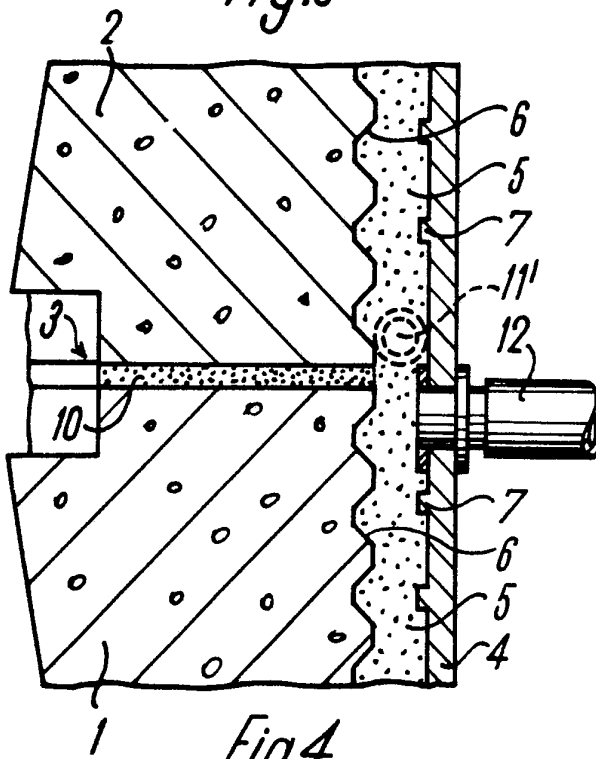


Fig. 4

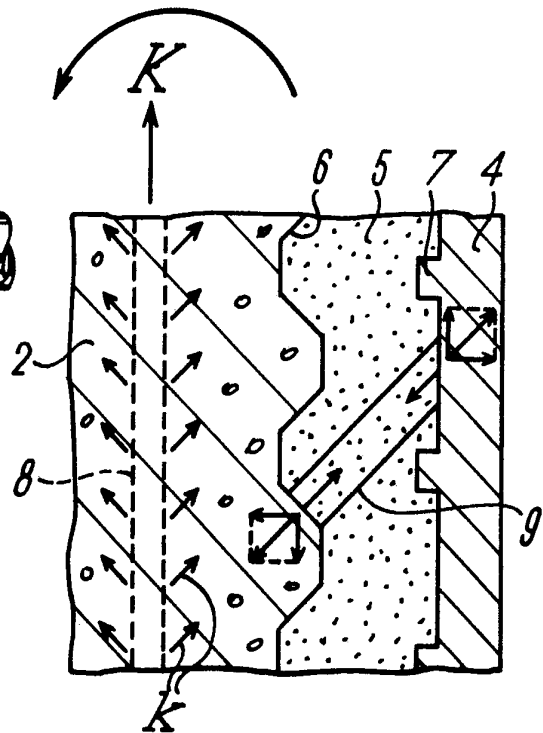


Fig. 7

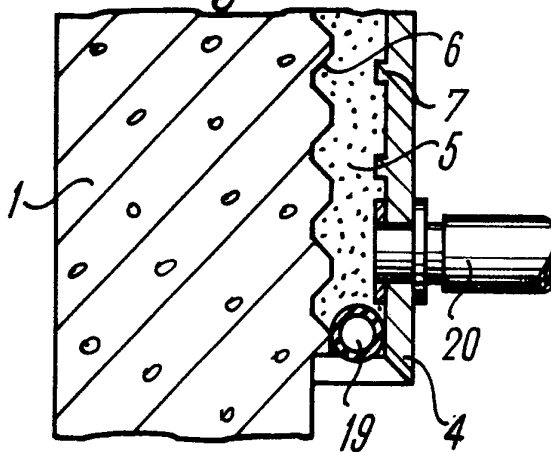
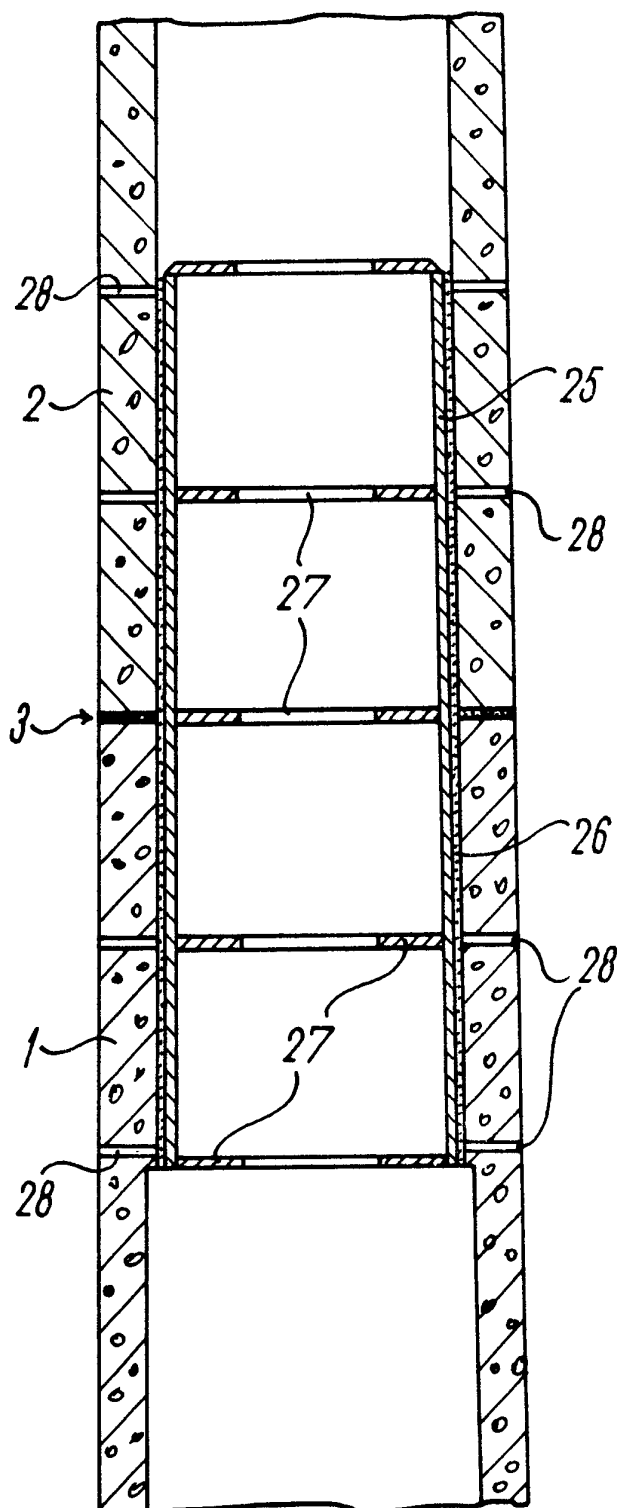


Fig. 5

*Fig. 8**Fig. 9*