



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
09.12.92 Patentblatt 92/50

⑤① Int. Cl.⁵ : **E21D 11/05, E21D 11/00**

②① Anmeldenummer : **89902764.3**

②② Anmeldetag : **21.02.89**

⑧⑥ Internationale Anmeldenummer :
PCT/EP89/00159

⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 89/08181 08.09.89 Gazette 89/21

⑤④ **STAHLBETONAUSSBAU FÜR VERKEHRSTUNNEL.**

③⑩ Priorität : **26.02.88 DE 3806126**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
27.02.91 Patentblatt 91/09

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
09.12.92 Patentblatt 92/50

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 3 613 140
Glückauf, vol. 123, No. 9, May 1987 (Essen,
DE), D. Haecker : "Der Ausbau von Ausrich-
tungsbauen in grosser Teufe", pages556-561.

⑦③ Patentinhaber : **NEUERO STAHLBAU GMBH &**
CO.
Industriestrasse 5
W-4459 Emlichheim (DE)

⑦② Erfinder : **SCHÖNFELD, Burkhard**
Meller Berg 39
W-4520 Melle 1 (DE)
Erfinder : **MÖLLMANN, Erwin**
Neueromasch 6
W-4520 Melle 1 (DE)
Erfinder : **SONNTAG, Werner**
Hemmerder Hellweg 50
W-4750 Unna-Hemmerde (DE)
Erfinder : **SELL, Siegfried**
Elisabethstr. 37
W-4354 Datteln (DE)
Erfinder : **NIEBUHR, Herbert**
Ickerner Str. 31
W-4620 Castrop-Rauxel (DE)

⑦④ Vertreter : **Kaewert, Klaus, Rechtsanwalt**
Gänsestrasse 4
W-4000 Düsseldorf (DE)

EP 0 413 693 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausbau eines Tunnels mit Stahl/Betonausbau mit einer Innenschale aus Stahlblechsegmenten. Zu derartigen Tunneln werden auch Untergrundbahntunnel gerechnet.

Ein Tunnelausbau findet in der Regel nur dann statt, wenn das umgebende Gebirge nicht standfest ist. Die häufigst vorkommende Bauweise sieht vor, daß zunächst auf den Gebirgsausbruch eine Spritzbetonschicht aufgebracht wird. Die Spritzbetonschicht verändert ein Aufblättern der Gebirgsschichten. Dies ist auch als Konsolidieren bekannt. Darüber hinaus bildet die Spritzbetonschicht eine Rücklage für üblicherweise verwendete Kunststoffabdichtungen. Die Kunststoffabdichtungen werden nach Fertigstellung der Spritzbetonschicht aufgebracht. Die Abdichtungen werden aus Bahnen zusammengesetzt. Der Auskleidung mit der Abdichtung folgt das Einbringen von Betonarmierungen bzw. Bewehrungsstäben und/oder -matten. Anschließend wird ein Schalungswagen in den Tunnel gefahren und der Zwischenraum zwischen der Abdichtung und dem Schalungswagen mit Beton ausgefüllt. Dies geschieht in einzelnen Abschnitten. Die Abschnitte sind üblicherweise bis 20 m lang.

In Tunneln, bei denen drückendes Wasser ansteht, ist eine Paneelbauweise üblich. Die Paneele bestehen aus Beton und/oder Stahl. Derartige Konstruktionen haben sich jedoch nicht in Bereichen mit geringem Wasserdruck bzw. geringem Wasseranfall durchgesetzt. Das ist darauf zurückzuführen, daß Beton gegenüber Stahl nach wie vor der preiswertere Baustoff ist.

An dieser Stelle setzt die Erfindung ein, denn die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß nicht nur der Preis des Baustoffs für die Gestaltung eines Ausbaues maßgeblich ist, sondern auch verschiedenen Gegebenheiten Rechnung getragen werden muß - auch, wenn das eine aufwendigere Bauweise nach sich zieht.

Zu den im Tunnelbau mit zu berücksichtigenden Funktionen gehört die Senkung bzw. Senkung. Erfahrungsgemäß verursacht ein Abbau und das damit verbundene Anschneiden von Gebirgsschichten eine Störung im Gebirge bzw. im Erdreich. Ergebnis der Störung sind Spannungen, die sich im Wege von Setzungen bzw. Senkungen abbauen.

Ferner ist beim Tunnelbau zu berücksichtigen, daß die Mannschaften im Bereich der Abbaufont weitgehend ungeschützt arbeiten. Das gilt solange, bis der Ausbau eingebracht ist. Darüber hinaus sind Ausbrüche bzw. Einbrüche bekannt. Diese Brüche können sogar zu Tagesbrüchen werden. Dabei dringt Gebirgsmaterial in den Tunnelausbruch. Das eindringende Gebirgsmaterial breitet sich unter dem Druck nachdrängender Massen auch ohne Wasseranteile wie Schlamm aus. Die Erfindung geht von der auf Sei-

te 560, zweiten Absatz und auf Seite 559, Bild 10 in "Glückauf", Band 123 (1987) Nr.9 erläuterten Einrichtung aus.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen neuartigen Tunnelausbau zu schaffen, der den entstehenden Spannungen im Gebirge und/oder Brüchen Rechnung trägt.

Nach der Erfindung wird das dadurch erreicht, daß in mindestens einem Bauabschnitt

- die Stahlblechsegmente nachgiebig auf der Sohle des Bauabschnittes aufgesetzt werden,
- die Stahlblechsegmente unter Freilassung eines Setzungsfreiraums an der Sohle des Bauabschnittes mit Beton hinterfüllt werden und
- nach Erstellen des bleibenden Anschlusses des Ausbaus an die Sohle des Bauabschnittes bzw. an den nachfolgenden Bauabschnitt der Nachgiebigkeitsbereich starr verfüllt wird und die Stahlblechsegmente gegeneinander abgedichtet werden.

Vorteilhafterweise bilden die Stahlblechsegmente ein Schutzdach, hinter dem sich die Mannschaft und Gerät halten können. Das Schutzdach kann der Abbaufont mit geringem Abstand folgen. Vorteilhafterweise läßt sich der Abstand so gering halten, daß sich das nicht unterstützte Hangende auf ein vernachlässigbar geringes Maß reduziert.

Zwar ist aus der DE-A-3613140 ein Verfahren zum Ausbau eines Tunnels mit Stahl/Betonausbau bekannt. Hier findet sich jedoch eine Außenschale aus Stahlblech. Durch die innenseitige Anordnung der Stahlblechschaale ergibt sich eine völlig neue Bauweise mit überraschenden neuen Verfahrensweisen und vorteilhaften Wirkungen.

Nach Vorpfänden eines Stahlblechsegmentes wird das Stahlblechsegment baldmöglichst mit Beton hinterfüllt. Das bewirkt Kraftschluß und Formschluß des Stahlblechsegmentes mit dem Gebirgsausbruch. Bei geeigneter Frühtragfestigkeit des Betons kann über die Vorpfändung bereits Gebirgsdruck aufgenommen werden. Nach der Erfindung ist überdies vorgesehen, baldmöglichst eine Abstützung der Stahlblechsegmente an der Tunnelsohle im Bereich der Abbaufont herzustellen. Diese Abstützung ist vorläufiger Art, wenn der Tunnelausbruch abschnittsweise erfolgt und mit der Kalotte begonnen wird. Dann schließt sich an den Kalottenausbruch und den Ausbau des Tunnels im Kalottenbereich der Abbau im Bereich der Tunnelstrosse an.

Nach der Erfindung ist diese Abstützung nachgiebig. Das wird durch die Nachgiebigkeitselemente zwischen den Stahlblechsegmenten und der Abstützung (z. B. der Tunnelsohle) erreicht. Die Nachgiebigkeitselemente lassen eine Verformung des Gebirges zu. Dahinter steht die Philosophie, durch Gebirgsverformung oberhalb des Tunnels eine ganz oder teilweise selbsttragende Gewölbeausbildung herbeizuführen. Dies entlastet den Tunnelausbau.

Die Nachgiebigkeit im Bereich der Nachgiebigkeitselemente setzt nach der Erfindung einen Verformungshohlraum hinter den Nachgiebigkeitselementen voraus. Dementsprechend wird der Beton unter Freilassung der Hohlräume hinterfüllt. Die Nachgiebigkeitselemente ermöglichen dann über die gewählte Dauer ihres Einsatzes eine kontrollierte Nachgiebigkeit.

Sofern der Tunnelausbau mehrstufig stattfindet und bereits der Einsatz von Nachgiebigkeitselementen für die im Kalottenausbruch eingesetzten Stahlblechsegmente vorgesehen ist, kann es zu einer Unterbrechung der Nachgiebigkeitsfunktion kommen, wenn der Ausbruch für die Strosse erfolgt. Für den Ausbau im Strossenbereich können wiederum erfindungsgemäße Stahlblechsegmente verwendet werden, die sich über Nachgiebigkeitselemente an der Tunnelsohle abstützen. Die vorstehend beschriebene Unterbrechung der Nachgiebigkeitsfunktion hat nur geringen Einfluß auf das Setzungsverhalten bzw. Senkungsverhalten. Wahlweise kann auch die Nachgiebigkeit während des Strossenausbruchs erhalten bleiben. Dazu werden als Auflager für die Nachgiebigkeitselemente der kalottenseitigen Stahlsegmente Fundamentstreifen gewählt, die während des Strossenausbruchs ausreichenden Halt im Gebirge besitzen und/oder ausreichenden Halt in dem bereits fertiggestellten Tunnelausbau finden.

Die Verformungshohlräume können solange offengehalten werden, bis sich jedes gewünschte Setzungsverhalten bzw. Entspannung des Gebirges eingestellt hat. Danach werden die Nachgiebigkeitselemente versteift. Vorzugsweise geschieht das durch Verfüllen der Verformungshohlräume mit Beton. Das kann z. B. durch Einspritzen von Betonmilch erfolgen.

Vorteilhafterweise erübrigt sich mit dem erfindungsgemäßen Stahl-Betonausbau mit innenliegenden Stahlsegmenten eine zusätzliche Abdichtungsmaßnahme, wenn sich die erfindungsgemäßen Stahlblechsegmente überlappen. Dann können die Überlappungsbereiche miteinander verschweißt werden. Auch eine Verspannung unter Zwischenlegen von Fugenband kommt in Betracht.

Das Hinterfüllen der Stahlsegmente mit Beton kann in verschiedener Weise erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, den Baustoff nach Aufstellen der Stahlsegmente unter gleichzeitiger Benetzung mit Wasser in den Hohlraum zwischen die Stahlsegmente und den Gebirgsausbruch zu blasen. In diesem Fall kann auf eine Schalung verzichtet werden, wenn der Baustoff eine entsprechende Frühfestigkeit hat. Derart schnell bindende bzw. verfestigende Betone sind handelsüblich verfügbar.

Eine andere Möglichkeit zur Ausformung der erfindungsgemäßen Betonsegmente besteht in der Verwendung einer Stirnschalung. Der Baustoff kann hinter die Stirnschalung hydraulisch gepumpt werden. Die Stirnschalung verhindert, daß der Baustoff

aus dem Hohlraum zwischen den Stahlsegmenten und dem Gebirgsausbruch wieder herausfließt.

Vorzugsweise erstreckt sich der im Bereich der Nachgiebigkeitselemente vorgesehene Verformungshohlraum von diesen Nachgiebigkeitselementen bis zum Gebirgsausbruch. Der Hohlraum kann auch im Abstand von dem Gebirgsausbruch enden. Dabei wird der Hohlraum jedoch immer so groß gewählt, daß die oben beschriebene Nachgiebigkeitswirkung im wesentlichen erhalten bleibt.

Insgesamt ist der erfindungsgemäße Ausbau in vielfältiger Hinsicht variierbar. Er kann auf die speziellen Anforderungen des Einzelfalles eingestellt werden. Die Einstellung des erfindungsgemäßen Ausbaues erfolgt wahlweise durch Veränderung der Anzahl der verschiedenen Segmente und/oder durch Veränderung der Zahl der Nachgiebigkeitselemente. Der Ausbau eignet sich auch als Baukastensystem.

Nach der Erfindung finden vorzugsweise gewellte Stahlbleche als Stahlblechsegmente Verwendung. In der gewellten Form hat das Stahlblech besonders hohe Widerstände gegen Biegung. Ferner ist es von Vorteil, das Stahlblech mit Baustoffankern bzw. Bewehrungsstäben zu versehen, die sowohl eine Verbindung zu dem Baustoffsegment herstellen als auch wahlweise eine Verstärkung des Baustoffsegmentes bewirken.

Die Nachgiebigkeitselemente können aus Platten bestehen, zwischen denen Verformungsprofile vorgesehen sind. Die Gestaltung der Verformungsprofile läßt sich rechnerisch und konstruktiv genau auf die gewünschte Nachgiebigkeit auslegen.

Im Tunnelbau findet bislang als Baustoff Beton Verwendung. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf Beton beschränkt. Mit der Bezeichnung Beton sollen alle in Betracht kommenden Baustoffe umfaßt sein.

Hinsichtlich weiterer wesentlicher Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Ausbaues sowie der Nachgiebigkeitselemente wird auf die Unteransprüche, die Zeichnung und die nachfolgende Beschreibung verwiesen.

In der Zeichnung zeigen die

- Fig. 1 - 4 verschiedene schematisch dargestellte Ausbausituationen eines tunnels,
- Fig. 5 eine Einzelheit des nach Fig. 1 - 4 vorgesehenen Ausbaues.

In Fig. 1 ist mit 1 der Ausbruch für eine Tunnelkalotte und mit 2 die Sohle des Ausbruchs bezeichnet. Das Gebirge trägt die Bezeichnung 1.1. Der Tunnelausbau besteht nach Fig. 1 aus einer Stahlinnenschale 3 und einem angeformten bzw. hinterfüllten Betonsegment 1.2. Die Stahlinnenschale 3 wird aus einem Stahlwellblech von z. B. 2 - 5 mm Dicke gebildet. Die Innenschale 3 bildet ein Blechsegment. In Tunnel-längsrichtung sind weitere Blechsegmente hintereinander angeordnet.

Anstelle der einteiligen Schale 3 können auch

Schalen mit mehreren Blechsegmenten verwendet werden. Desgleichen läßt sich die Anzahl der Blechsegmente in Tunnellängsrichtung variieren.

Zur Aneinanderreihung der Blechsegmente haben diese gemäß Fig. 1 a jeweils abgewinkelte Ränder 3.1, mit denen sie sich in Tunnellängsrichtung überlappen. Im Überlappungsbereich ist im Ausführungsbeispiel eine Schraubverbindung vorgesehen. Anstelle der Schraubverbindungen können wahlweise auch Keil- oder Bolzenverbindungen Anwendung finden. Die einzelnen Verbindungen sind gleichmäßig am Ausbaumumfang verteilt.

Gebirgsseitig ist das Blechsegment 3 mit einer Anzahl gleichmäßig verteilter Baustoffanker 3.2 versehen. Die Baustoffanker 3.2 sind verschweißt. An dem dem Blech abgewandten Ende besitzen die Baustoffanker 3.2 eine Abwinkelung. Die Baustoffanker 3.2 dienen dazu, die Verbindung zwischen den Segmenten 1.2 und 3 zu sichern bzw. eine Verbindung herzustellen.

Nach Ausbruch des Kalottenraumes 1 werden im söhlichen Bereich 2 zwei Auflager 4 in Form von Betonstreifenfundamenten hergestellt. Auf die Auflager 4 wird die Innenschale 3 aufgestellt. Dabei stützt sich die Innenschale 3 über Nachgiebigkeitselemente 5.1 und 5.2 an den Auflagern ab.

Die Einbringung der Innenschale 3 erfolgt mittels einer geeigneten Ausbaubühne oder eines als Ausbauwerkzeug umgearbeiteten Frontladers.

Nach Positionierung der Innenschale 3 wird der Stirnbereich zwischen Innenschale 3 und Gebirge 1.1 mit einer Stirnschalung verschlossen. Ferner wird der Hohlraum 6 hinter den Nachgiebigkeitselementen mit Hilfe eines geeigneten Schalungskörpers offengehalten. Als Schalungskörper für den Hohlraum 6 eignen sich z. B. aufblasbare Kissen.

Nach dem Einschalen wird der Hohlraum mit Beton verfüllt, so daß das Betonsegment 1.2 entsteht.

An den in Fig. 1 dargestellten Ausbau schließt sich der weitere Ausbruch des Tunnels im Strossenbereich gemäß Fig. 2 an. Dabei wird das Betonsegment 1.2 mit der in Innenschale 3 mittels Ankern 7 in seiner Position gehalten. Die Anker 7 sind wahlweise unmittelbar mit Anbringen der Innenschale 3 oder nach dem Betonieren gesetzt worden. Das Ankeretzen unmittelbar beim Einbringen der Innenschale 3 hat den Vorteil, daß dann die Anker die Innenschale während des Hinterfüllvorganges in ihrer Position halten.

Beim Ausbruch des Tunnels im Strossenbereich gem. Fig. 2 gerät das Auflager 4 in Wegfall. Es wird die Tunnelsohle 8 gegossen.

Nach Erstellung der Tunnelsohle 8 werden gemäß Fig. 3 unterhalb der Innenschale 3 bzw. des die Innenschale 3 bildenden Blechsegmentes weitere Blechsegmente 9 gesetzt. Die weiteren Blechsegmente 9 überlappen das Blechsegment 3 bei 10. Dabei sind die Nachgiebigkeitselemente 5.1 und 5.2

nicht störend, weil sie hinter dem Blechsegment 3 angeordnet sind und über eine Platte 11 mit dem Blechsegment verbunden sind, die mit dem Blechsegment 3 abschließt.

Die Blechsegmente 9 besitzen wie das Blechsegment 3 Nachgiebigkeitselemente, die hier mit 12 bezeichnet sind und sich an der Tunnelsohle abstützen. Hinter den Nachgiebigkeitselementen 12 entsteht ein Verformungshohlraum 13. Der Verformungshohlraum 13 wird wie der Verformungshohlraum 6 erzeugt. Anschließend wird der Hohlraum hinter den Blechsegmenten 9 mit Beton verfüllt. Dabei wird zugleich der Verformungshohlraum 6 geschlossen, da der Beton die Nachgiebigkeitselemente 5.1 und 5.2 umschließt.

In der aus Fig. 3 ersichtlichen Ausbauphase wird die Gebirgsbewegung mit dem Nachgiebigkeitselement 12 aufgenommen. Zugleich kann die Position der Blechsegmente 9 mit weiteren Ankern 14 gesichert werden.

Die Fig. 1 und 3 zeigen zwei Nachgiebigkeitsphasen, wobei die Nachgiebigkeitsphase nach Fig. 1 sich entsprechend dem Arbeitsfortschritt beim Tunnelausbau im Ausführungsbeispiel auf max. drei Tage beschränkt. In dieser Zeit sind bereits wesentliche Gebirgsspannungen ausgeglichen worden.

Die Nachgiebigkeitsphase nach Fig. 3 kann nach Belieben lang gestaltet werden, um sicherzustellen, daß eine optimale Gebirgsformation durch Nachgeben erreicht worden ist. Anschließend wird der Verformungshohlraum 13 mit Beton verfüllt. Das geschieht vorzugsweise durch Verspritzen von Betonmilch. Zugleich wird der Verformungshohlraum mit einem Wellblechstreifen 15 gemäß Fig. 4 geschlossen. Der Blechstreifen 15 überlappt bei 16 die Segmente 9. Zugleich ist im Sohlbereich ein Sohlblech 17 vorgesehen. Infolgedessen können alle Bleche 3, 9, 15 und 17 miteinander verschweißt werden. Dadurch entsteht eine dichte Blechinnenschale.

Die Nachgiebigkeitselemente 5.1, 5.2 und 12 bestehen gemäß Fig. 5 aus M- oder W-förmigen Verformungsprofilen 18. Die Anzahl der Verformungsprofile und ihre Abmessungen können variieren. Damit läßt sich die Nachgiebigkeit der Nachgiebigkeitselemente beliebig einstellen.

Die Verformungsprofile 18 und die Platte 11 bestehen im Ausführungsbeispiel aus dem gleichen Stahlblech wie die Segmente 3 und 9.

Anstelle der oben beschriebenen aufblasbaren Kissen, die nach Luftablassen entfernt werden können, können auch andere Schalungskörper Verwendung finden. Dazu sind z. B. Hohlkörper aus Holz, Stahl oder Kunststoff geeignet. Die Körper können eine verlorene Schalung bilden, d. h. die Körper verbleiben an der Einsatzstelle. Wahlweise sind die Körper für die Hohlraumbildung auch mit den Nachgiebigkeitselementen einstückig oder an diesen angeformt. Bei Verwendung von Nachgiebigkeitselementen aus

Stahlblechkonstruktion kann der den Hohlraum bildende Formkörper z. B. durch eine Blechsauswölbung entstehen.

Wahlweise sind die Nachgiebigkeitselemente mit Bewehrungsbolzen versehen, die die Verankerung der Nachgiebigkeitselemente im Beton verbessern.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausbau eines Tunnels mit Stahl/Betonausbau mit einer Innenschale aus Stahlblechsegmenten (3, 9), **dadurch gekennzeichnet**, daß in mindestens einem Bauabschnitt
 - die Stahlblechsegmente (3, 9) nachgiebig auf der Sohle des Bauabschnittes aufgesetzt werden,
 - die Stahlblechsegmente (3, 9) unter Freilassung eines Setzungsfreiraums (6, 13) an der Sohle des Bauabschnittes mit Beton (1.2) hinterfüllt werden und
 - nach Erstellen des bleibenden Anschlusses des Ausbaus an die Sohle des Bauabschnittes bzw. an den nachfolgenden Bauabschnitt der Nachgiebigkeitsbereich starr verfüllt wird und die Stahlblechsegmente (3, 9) gegeneinander abgedichtet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stahlblechsegmente (3, 9) mit Nachgiebigkeitselementen auf ein Auflager (4, 8) gesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verformungshohlraum mit Betonmilch ausgefüllt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei mehrstufigem Ausbau die Folgeelemente an die vorher fertiggestellten Elemente anbetoniert werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** überlappende Stahlblechsegmente (3, 9).
6. Verfahren nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine geschlossene Stahlinnenschale.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** verschweißte Stahlbleche
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** eine den Verformungshohlraum hinter den Nachgiebigkeitselementen bildende Schalung.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **gekennzeichnet**

durch wiederverwendbare oder verlorene Formkörper.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **gekennzeichnet durch** Formkörper, die an die Nachgiebigkeitselemente (5.1, 5.2, 12) angeformt oder mit diesen einstückig sind.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nachgiebigkeitselemente mit M- oder W-förmigen Verformungsprofilen (18) versehen sind.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verformungsprofile hinter den Blechsegmenten liegen.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** Bewehrungsbolzen an den Nachgiebigkeitselementen.
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, **gekennzeichnet durch** Bewehrungsstäbe (3.2) oder Baustoffanker an den Segmenten (3, 9).

Claims

1. Process for supporting a tunnel with a reinforced concrete support system having an inner shell consisting of sheet steel segments (3, 9), characterised in that in at least one section under construction
 - the sheet steel serpents (3, 9) are yieldingly fixed to the bottom of the section under construction,
 - the sheet steel segments (3, 9) are backfilled with concrete (1, 2) leaving a free settlement space (6, 13) at the bottom of the section under construction, and
 - after effecting the remaining connection of the support system to the bottom of the section under construction or to the next section under construction, the yielding region is rigidly filled and the sheet steel segments (3, 9) are sealed off from one another.
2. Process according to claim 1, characterised in that the sheet steel serpents (3, 9) are fixed to a support (4, 8) by means of yielding elements.
3. Process according to claim 1 or claim 2, characterised in that the hollow deformation space is filled with mortar.
4. Process according to claim 1, characterised in

that in the case of a multi-stage support system, the subsequent elements are concreted on to the previously completed elements.

5. Process according to one or more of claims 1 to 4, characterised by overlapping sheet steel ser-
pents (3, 9). 5
6. Process according to claim 5, characterised by a
closed steel inner shell. 10
7. Process according to claim 6, characterised by
welded steel sheets.
8. Process according to one or more of claims 1 to
7, characterised by formwork forming the hollow
deformation space behind the yielding elements. 15
9. Process according to claim 8, characterised by
reusable or expendable moulded bodies. 20
10. Process according to claim 8, characterised by
moulded bodies which are integrally moulded on
to the yielding elements (5.1, 5.2, 12) or are
formed in one piece therewith. 25
11. Process according to one or more of claims 1 to
10, characterised in that the yielding elements are
provided with M- or W-shaped deformation sec-
tions (18). 30
12. Process according to claim 11, characterised in
that the deformation sections are situated behind
the sheet steel segments. 35
13. Process according to one or more of claims 1 to
12, characterised by reinforcing bolts on the yield-
ing elements.
14. Process according to one or more of claims 1 to
13, characterised by reinforcing rods (3.2) or con-
struction material anchors on the segments (3, 9). 40

Revendications

1. Procédé de coulage d'un tunnel avec coulage
acier/béton, comportant une coque interne en
segments de tôle d'acier (3, 9), caractérisé en ce
que dans au moins un tronçon de construction :
- les segments de tôle d'acier (3, 9) sont po-
sés élastiquement sur le fond du tronçon de
construction,
- les segments de tôle d'acier (3, 9) sont rem-
plis par l'arrière avec du béton (1, 2) en main-
tenant libre un espace libre de tassement (6,
13) sur le fond du tronçon de construction, et
- après fabrication du raccordement restant 45

du coulage sur le fond du tronçon de cons-
truction ou sur le tronçon de construction sui-
vant, la zone d'élasticité est rigidement rem-
plie et les segments de tôle d'acier (3, 9) sont
rendus étanches l'un par rapport à l'autre.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé
en ce que les segments de tôle d'acier (3, 9) sont
posés avec des éléments d'élasticité sur un sup-
port (4, 8). 10
3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendica-
tions 1 et 2, caractérisé en ce que la cavité de dé-
formation est remplie avec un lait de béton.
4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé
en ce que lors d'un coulage en plusieurs étapes,
les éléments successifs sont bétonnés sur les
éléments achevés précédemment.
5. Procédé suivant une ou plusieurs des revendica-
tions 1 à 4, caractérisé par des segments de tôle
d'acier (3, 9) qui se recouvrent.
6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé
par une coque interne en acier fermée.
7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé
par des tôles d'acier soudées.
8. Procédé suivant l'une ou plusieurs des revendi-
cations 1 à 7, caractérisé par un coffrage formant
derrière les éléments d'élasticité la cavité de dé-
formation.
9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé
par des corps de moulage réutilisables ou per-
dus.
10. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé
par des corps de moulage qui sont façonnés sur
les éléments d'élasticité ou qui forment une pièce
avec ceux-ci.
11. Procédé suivant l'une ou plusieurs des revendi-
cations 1 à 10, caractérisé en ce que les éléments
d'élasticité sont pourvus de profilés de déforma-
tion (18) en forme de M ou de W. 45
12. Procédé suivant la revendication 11, caractérisé
en ce que les profilés de déformation sont situés
derrière les segments de tôle.
13. Procédé suivant l'une ou plusieurs des revendi-
cations 1 à 12, caractérisé par des chevilles d'ar-
mature sur les éléments d'élasticité. 55
14. Procédé suivant l'une ou plusieurs des revendi-
cations 1 à 13, caractérisé en ce que les chevilles
d'armature sont situées derrière les segments de
tôle.

cations 1 à 13, caractérisé par des barres de déplacement (3.2) ou par des ancrages de matériaux sur les segments (3, 9).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

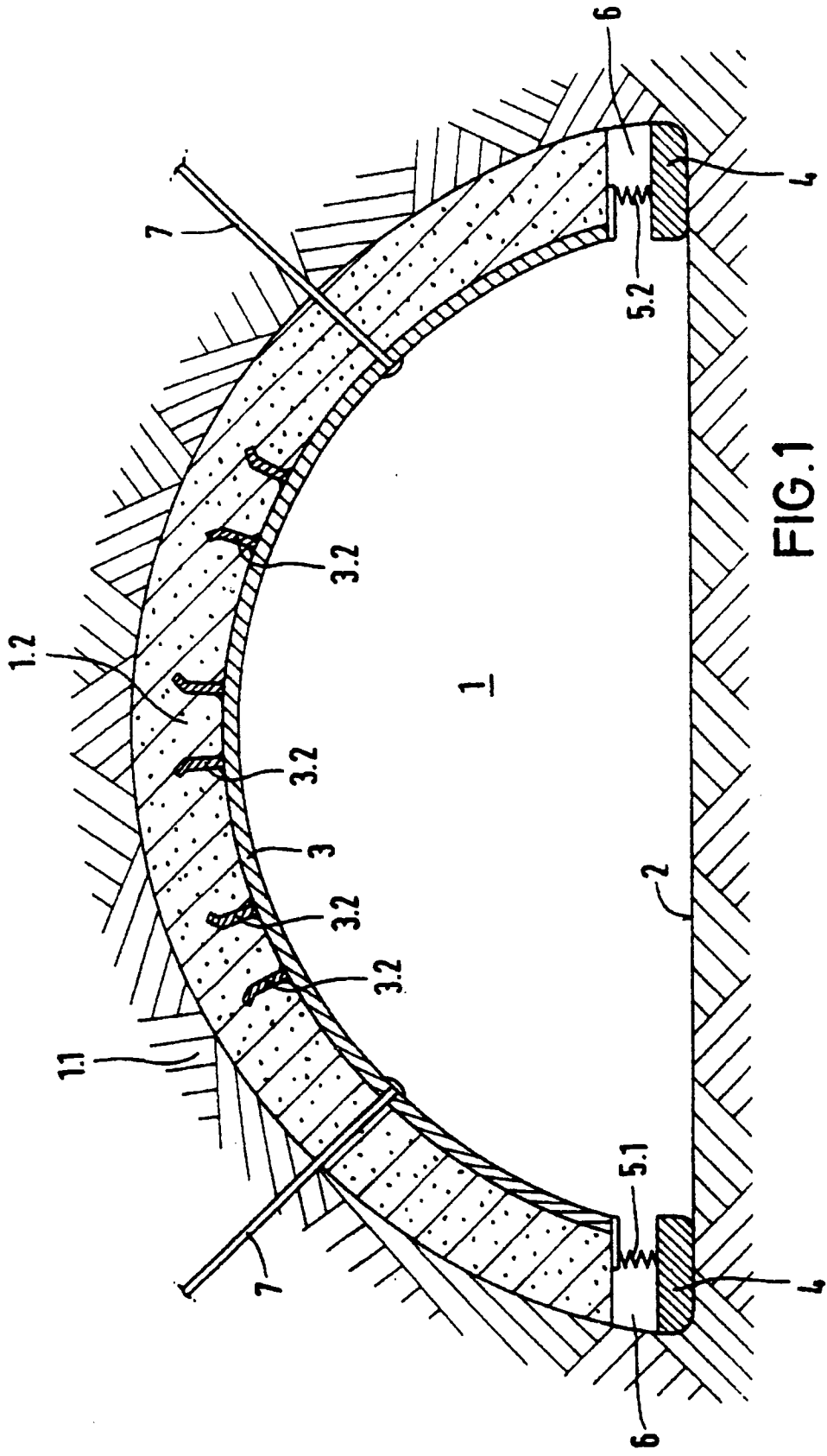
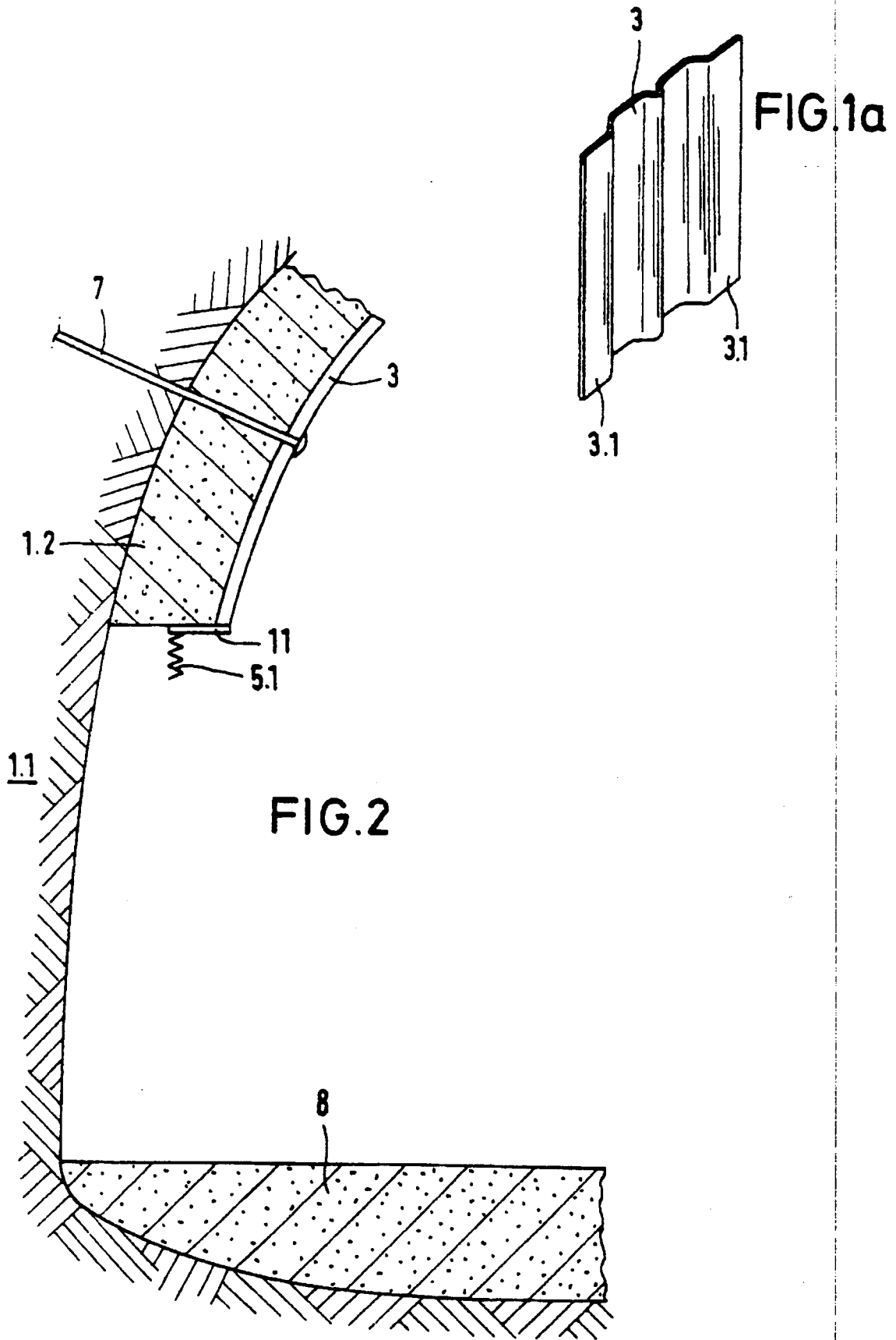


FIG.1



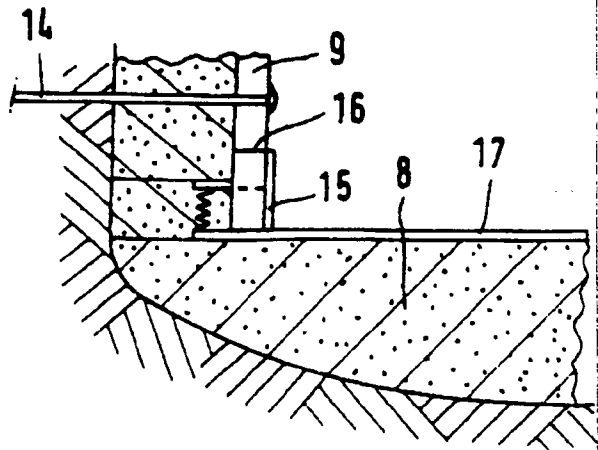


FIG. 4

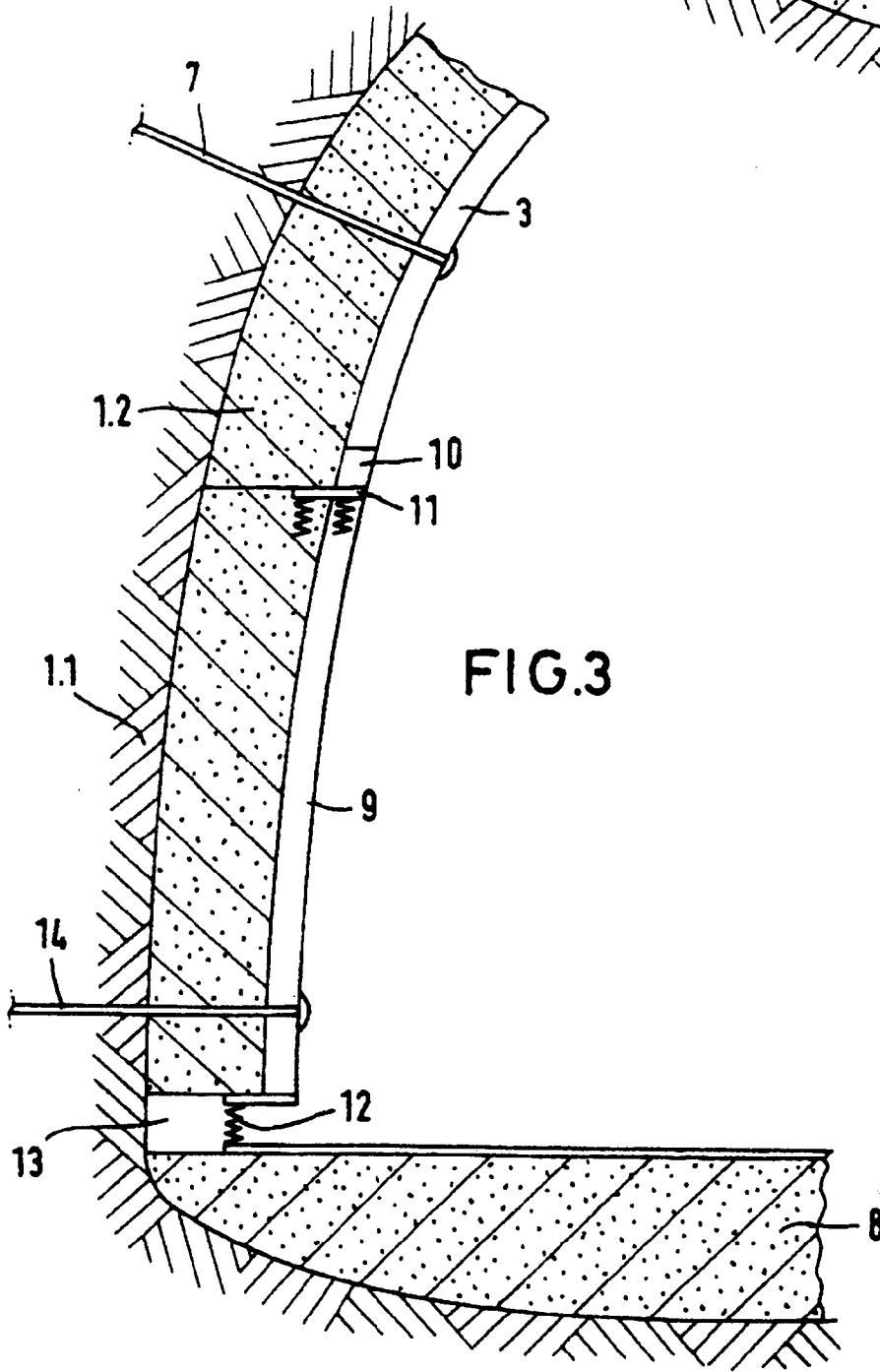


FIG. 3

