



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer : **94810210.8**

(51) Int. Cl.⁵ : **E21D 11/22**

(22) Anmeldetag : **13.04.94**

(30) Priorität : **14.04.93 CH 1122/93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
19.10.94 Patentblatt 94/42

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

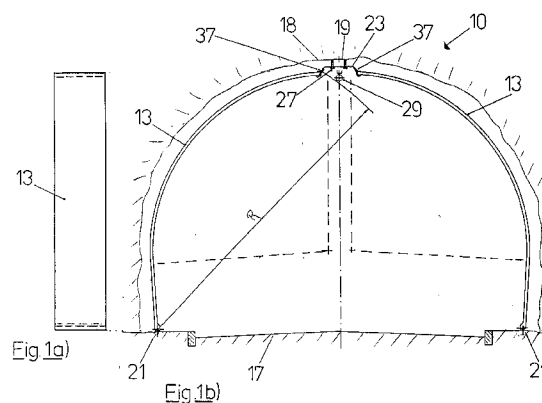
(71) Anmelder : **Jehle, Xaver**
In der Specki 14
FL-9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder : **Jehle, Xaver**
In der Specki 14
FL-9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter : **Riederer, Conrad A., Dr.**
Bahnhofstrasse 10
CH-7310 Bad Ragaz (CH)

(54) **Tunnelauskleidung und Verfahren zu deren Anbringung.**

(57) Eine Tunnelauskleidung für einen Tunnel (10) besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Segmenten (13). Bei einer vorteilhaften Ausführungsart erstrecken sich die Segmente (13) vom Boden (17) bis knapp zum Tunnelfirst (19). Die Segmente (13) besitzen eine dem Tunnelradius angepasste Krümmung. Bodenseitig ruhen die Segmente (13) auf Abstützungen (21) und deckenseitig sind sie an den Trägern (23) mittels der Profilschienen (37) befestigt. Die Segmente (13) sind mit den Abstützungen derart in lösbarem Eingriff, dass sie bei der Montage oder Demontage um die Abstützung (21) geschwenkt werden können. Die Segmente (13) sind mit den Abstützungen (21) und Trägern (23) nachgiebig verbunden. Dadurch kann das temperaturbedingte Ausdehnen oder Schwinden der Segmente (13) aufgefangen werden. Die Fugen zwischen den Segmenten (13) sind durch ein Dichtungsprofil wasserdicht abgedichtet. An den Trägern (23) kann eine Beleuchtung (29) vorgesehen sein.



Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tunnelauskleidung aus einer Vielzahl von rechteckförmigen Segmenten.

Im Erdreich oder im Fels für Motorfahrzeuge oder die Eisenbahn verlaufende Tunnel sind in der Regel mit Betonsegmenten ausgekleidet, welche durch Dilatationsfugen getrennt sind. Dabei hat sich gezeigt, dass im Zeitablauf der Beton durch die Temperaturschwankungen während des Winters und durch den oftmals vorherrschenden, hohen Wasserdruck Schaden nehmen kann. Dazu kommen die vom Fahrzeugverkehr herrührenden Abgase, wie z.B. Stickoxide, welche unter Bildung von salpetriger Säure den Beton, die Stahlarmierung und die mit einem elastomeren Material gefüllten Dilatationsfugen angreifen können. Die Folge davon ist, dass der Beton spröde wird und Wasser in den Tunnel eindringen kann. Bei einer weitergehenden Erosion wird der Beton rissig, und es können auch Teile der Betonsegmente und Gesteinsbrocken auf die Tunnelbahn fallen.

Bei der Sanierung solchermaßen geschädigter Tunneln werden heutzutage z.B. vorgefertigte, mit Armierungseisen verstärkte Betonsegmente, welche eine der Tunnelaibung entsprechende Krümmung aufweisen, verwendet. Diese können, falls die Dimensionen des Tunneln ausreichend sind, der bestehenden Tunnelwand vorgehängt werden. Nachteilig bei diesen Betonsegmenten ist, dass diese teuer und deren Montage sehr zeitaufwendig ist. Nachteilig wirkt sich ferner aus, dass der Tunnel während den Sanierungsarbeiten für längere Zeit für den Verkehr gesperrt werden muss.

In der US 4,585,371 werden längliche, Hohlräume aufweisende, flache Kunststoffeilemente offenbart, mit denen z.B. alte Tunneln mit erodierten Wänden saniert werden können. Die einzelnen Elemente sind jeweils aneinander ansteckbar und können ausserdem gegeneinander verschwenkt werden. Zu diesem Zweck ist jeweils in einer Seitenkante eines Elementes eine im Querschnitt kreisförmige Nut vorgesehen. Die andere Seitenkante ist komplementär profiliert. Die Verbindung zweier Elemente erfolgt, indem zwei komplementär profilierte Seitenkanten in Längsrichtung ineinander gesteckt werden. Ein Teil der Elemente besitzt an der Rückseite einen im Querschnitt T-förmigen Steg, welcher an der Tunnelaibung fixiert werden kann. Nachdem die Elemente miteinander verbunden und an der Tunnelaibung befestigt worden sind, werden in die Hohlräume der Elemente Beton injiziert. Ausserdem wird auch der Raum zwischen den Elementen und der Tunnelaibung mit Beton gefüllt. Diese Elemente haben den Vorteil, dass sie leicht sind und daher relativ mühelos montiert werden können. Dadurch, dass sie verschwenkbar sind, können mit denselben Elementen Tunneln mit unterschiedlichen Laibungen ausgekleidet werden. Nachteilig hingegen ist, dass ein Austausch von beschädigten Elementen praktisch nicht möglich ist. Ausserdem dürfen sich hinter den Elementen keine Installationen befinden, die zugänglich bleiben müssen.

Der Einsatz von Kunststoffeilementen, welche nicht mit Beton hinterfüllt sind, ist problematisch, weil diese durch herunterfallende Gesteins- oder Betonbrocken leicht beschädigt werden können. Damit ist dann zu rechnen, wenn die Kunststoffeilemente den dahinterliegenden Felsen nicht ausreichend isolieren, sodass dieser im Winter Gefrier/Tauzyklen ausgesetzt ist. Bei grossen Kunststoffeilementen besteht zudem die Gefahr, dass die Segmente an den steifen Befestigungsstellen im Laufe der Zeit durch das Vibrieren und Schwingen der Elemente, verursacht durch den vorbeifahrenden Fahrzeugverkehr, beschädigt werden können.

Eine Tunnelauskleidung sollte verhindern können, dass Wasser durch das Gestein respektive Beton in den Tunnel sickern kann. Zu diesem Zweck sind in der Regel die Fugen zwischen den Elementen durch elastomere Dichtungsmassen abgedichtet, welche in die Fugen gepresst werden. Diese Dichtungsmassen haben allerdings den Nachteil, dass sie an den Grenzflächen zwischen Beton respektive Kunststoff und Dichtungsmasse gerne abreißen, wenn die Elemente aufgrund der Temperaturschwankungen sich ausdehnen oder schwinden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Tunnelauskleidung zur Verfügung zu stellen, die die vorgenannten Nachteile weitgehend vermeidet. Die Tunnelauskleidung soll dabei insbesondere schnell und einfach montiert werden können. Ausserdem sollte sie gegen Umwelteinflüsse beständig, isolierend und wasserdicht sein. Des weiteren sollten einzelne Segmente der Tunnelauskleidung jederzeit rasch und leicht ausgetauscht werden können.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass auf beiden Tunnelseiten am Boden jeweils eine Reihe von Abstützungen und an der Tunnelaibung wenigstens eine Reihe von Trägern vorgesehen ist, an welche Abstützungen und/oder Träger zwei aneinander gegenüberliegenden Enden der Segmente befestigt sind. Bei der erfindungsgemässen Tunnelauskleidung können die Abstützungen und Träger vorgängig montiert werden, sodass die eigentliche Montage der Tunnelauskleidung danach sehr schnell erfolgen kann, da die Positionierung bereits bei der Montage der Abstützungen und Träger erfolgen kann. Da die Träger und Abstützungen relativ kleine Dimensionen aufweisen können, muss im Tunnel lediglich eine Fahrbahnseite gesperrt werden. Einzelne Segmente können rasch ausgetauscht werden, weil diese lediglich an zwei Stellen befestigt sind. Dadurch ist der Zugang zu den möglicherweise hinter der Tunnelauskleidung sich befindenden Abluftkanälen und Leitungen jederzeit leicht möglich. Diese Tunnelauskleidung kann für die Sanierung von alten Tunneln gleichermaßen wie für neue Tunneln eingesetzt werden.

Zweckmässigerweise sind die Segmente mit den Trägern und den Abstützungen nachgiebig verbunden.

Die Segmente sind also vorteilhaft nicht vollkommen starr mit dem Träger verbunden, sondern können gewisse Längenänderungen und/oder Schwingungen absorbieren. Dies ist wichtig, weil dadurch Beschädigungen an den Segmenten vermieden werden können.

Vorteilhaft sind die Segmente mit den Abstützungen in lösbarem Eingriff. Weil die Segmente an den Abstützungen einfach z.B. eingehängt oder eingeschnappt werden können, kann auf zusätzliche Befestigungsmittel verzichtet werden. Die Montage kann daher sehr schnell erfolgen. Vorteilhaft sind die Segmente bei der Montage oder Demontage um die Abstützung schwenkbar. Dies erleichtert die Montage und Demontage wesentlich, weil bei der Montage ein Segment zuerst an den Abstützungen eingehängt oder abgestützt und anschliessend gegen den Träger geschwenkt werden kann. Zweckmässigerweise weist das Segment am Fuss eine Rinne auf, in welche die Abstützung mit einer Achse eingreift. Durch diese Konstruktion kann ein zu montierendes, seitliches Segment bodenseitig einfach an der Abstützung eingehängt, gegen den an der Tunnelaibung angeordneten Träger geschwenkt und anschliessend befestigt werden. Zusätzliche Befestigungsmittel werden daher nur zur deckenseitigen Befestigung des Segmentes benötigt. Es ist jedoch auch umgekehrt denkbar, das Segment zuerst am deckenseitigen Träger einzuhängen, gegen die Tunnelaibung zu schwenken und dann an der Abstützung zu fixieren.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein bogenförmiges Segment vorgesehen, welches sich ungefähr vom Boden bis ungefähr zum Tunnelfirst erstreckt. Bei Verwendung eines solchen Segmentes kann mit lediglich einer einzigen Segmentform ein Tunnel ausgekleidet werden. Dies ist besonders rationell und kostensparend. Ausserdem muss neben den seitlichen Abstützungen lediglich ein am Tunnelfirst angeordneter Träger vorgesehen sein, an welchem zwei Segmente deckenseitig befestigt werden können. Das Segment hat zweckmässigerweise eine solche Dimension, dass es bei der Montage oder Demontage problemlos am Träger, an welchem auch noch eine Beleuchtung angebracht sein kann, vorbeigeschwenkt werden kann.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform einer Tunnelauskleidung sind ein erstes und ein zweites Segment und an der Tunnelaibung zwei Reihen von einander gegenüberliegenden Trägern vorgesehen, wobei das erste Segment jeweils seitlich an den Abstützungen und Trägern und das zweite Segment jeweils an zwei sich gegenüberliegenden Trägern befestigt ist. Diese Tunnelauskleidung, welche im Querschnitt ungefähr ein Rechteck bilden kann, ist vorteilhaft in Tunneln einsetzbar, in welchen im Raum zwischen der Tunnelauskleidung und der eigentlichen Tunnelwand Abluftkanäle, Ventilatoren etc. vorgesehen sind. Je nach den Abmessungen des Tunnels können jedoch auch mehr als zwei Segmenttypen zur Auskleidung des Tunnels vorgesehen sein.

Zweckmässige Träger für die Befestigung der Segmente weisen zwei Anschläge und Mittel zur Befestigung der Segmente auf. Diese Träger können der Fixierung von jeweils zwei Segmenten dienen. Die Träger haben ausserdem den Vorteil, dass auch noch z.B. elektrische Installationen, wie Kabelkanäle und Beleuchtungen, angebracht sein können. Vorteilhaft werden die Segmente an den Trägern z.B. durch Profilschienen gehalten oder sind durch solche festgeklemmt. Die Segmente können einen Wulst oder eine Rinne aufweisen, welche mit der Profilschiene in Eingriff sind, sodass das Segment zuverlässig fixiert ist, ohne dass dasselbe mit dem Träger starr verbunden sein muss. Dank dieser Befestigungsart können die Segmente auf der Profilschiene an- respektive aufliegen und sind dadurch flexibel oder nachgiebig mit dem Träger verbunden. Dadurch können temperaturbedingte Längenänderungen der Segmente aufgefangen werden.

Vorteilhaft überlappen sich die benachbarten Seitenkanten zweier aneinanderstossender Segmente wenigstens teilweise. Dadurch kann austretendes Wasser hinter den Segmenten abgeleitet werden, und das Wasser kann nicht in den Tunnel dringen.

Vorteilhaft sind an den Kontaktstellen zwischen den Segmenten und den Trägern oder Abstützungen Gummipuffer vorgesehen. Dadurch können die Segmente vor Verschleiss und Beschädigungen geschützt werden. Die Gummipuffer helfen mit, temperaturbedingte Längenänderungen der Segmente aufzufangen. Ausserdem können durch den Fahrzeugverkehr verursachte Vibrationen der Segmente gedämpft werden.

Vorteilhaft sind die Segmente aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff, z.B. einem schwer entflammaren Polyester, hergestellt. Dadurch lassen sich besonders leichtgewichtige Segmente mit guten mechanischen Eigenschaften bauen. Die Kunststoffsegmente werden durch die Autoabgase nicht angegriffen. Es ist jedoch auch denkbar, die Segmente aus Metall zu fertigen. Zweckmässigerweise weisen die Segmente einen aus einem Isolationsmaterial bestehenden Kern auf, welcher in den glasfaserverstärkten Kunststoff eingebettet ist und mit diesem einen festen Verbund bildet. Dies entspricht einer Sandwich-Bauweise. Die mechanischen Eigenschaften solcher Segmente sind besonders gut. Durch den Isolationskern kann verhindert werden, dass der hinter der Tunnelauskleidung sich befindende Felsen oder Beton während der kalten Jahreszeit gefriert. Der Erosion des Gesteins kann dadurch Einhalt geboten werden.

Es ist zweckmässig, zwischen den Segmenten ein vorzugsweise elastomeres Dichtungsmaterial vorzusehen. Damit können die Zwischenräume oder Fugen zwischen den Segmenten wasserdicht abgedichtet werden. Vorteilhaft ist ein Dichtungsprofil mit wenigstens einer Dichtlippe vorgesehen, welches die Fugen zwi-

schen den Segmenten an wenigster einer Seite abdichtet. Die Fugen zwischen zwei Segmenten können mit solch einem Dichtungsprofil an der Vorder- oder der Rückseite gedichtet werden. Dieses Dichtungsprofil kann deshalb auch als Kältesperre dienen. Das Dichtungsprofil hat ausserdem gegenüber den Dichtungsmassen den Vorteil, dass dieses bei einer Breitenänderung der Segmente nicht abreisst. Ausserdem sind Dichtungsprofile leichter austauschbar als in die Fugen eingepresste Dichtungsmassen.

Zweckmässigerweise weist das Dichtungsprofil zwei nach aussen gewölbte Dichtlippen auf, welche durch einen in der Mitte angeordneten Verbindungssteg verbunden sind. Durch die Wölbung der Dichtlippen ergibt sich eine gewisse Vorspannung und die Dichtlippen liegen im montierten Zustand immer an den Segmenten an. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn am Verbindungssteg zwei ungefähr rechtwinklig abste-
 10 hende Arme angebracht sind, welche das montierte Dichtungsprofil in der Spaltmitte zentrieren. Dadurch können die aufgrund von Temperaturschwankungen verursachten Breitenänderungen der Segmente absorbiert werden, ohne dass befürchtet werden müsste, dass das Dichtungsprofil verrutschte. Ausserdem lassen sich die Segmente zusammen mit dem beschriebenen Dichtungsprofil problemlos in Tunnelkrümmungen einsetzen, da die breiten Dichtlippen auch auseinanderklaffende Fugen der Segmente noch abzudichten vermögen.

Es ist zweckmässig, am Träger einen Kabelkanal und eine Beleuchtung vorzusehen. Dadurch werden keine Zusatzeinrichtungen für diese Installationen benötigt.

Die Montage der Tunnelauskleidung kann dadurch erfolgen, dass am Boden auf beiden Tunnelseiten wenigstens eine Reihe von Abstützungen und an der Tunnellaubung wenigstens eine Reihe von Trägern befestigt werden, dass anschliessend ein zu montierendes Segment mit seinem bodenseitigen Ende an der Abstützung
 20 eingehängt und um die Abstützung gegen die Träger geschwenkt und nachgiebig mit dem Träger verbunden wird und dass ein allenfalls für die Bildung der Tunneldecke nötiges Segment zwischen zwei aneinander gegenüberliegenden Trägern ebenfalls nachgiebig befestigt wird. Dies ist ein einfaches, kostengünstiges und vor allem schnelles Verfahren zum Anbringen einer Tunnelauskleidung. Die Abstützungen und Träger lassen sich vorgängig montieren, ohne dass der Fahrzeugverkehr vollständig gesperrt werden müsste. Die eigentliche
 25 Montage der Segmente kann z.B. von einem Fahrzeug aus erfolgen. Vom Fahrzeug aus können die Segmente auf die Abstützung abgesenkt, eingehängt und gegen die Träger geschwenkt werden, an welchen diese anschliessend nachgiebig festgeklemmt oder eingehängt werden können. Dadurch können die Segmente Vibrationen und/oder Längenänderungen absorbieren.

Besonders vorteilhaft ist, dass die Elemente nicht durch eine Vielzahl von Schrauben und dergleichen befestigt werden müssen, sondern an lediglich zwei Stellen befestigt sein können. Die bodenseitige Befestigung kann dabei einfach durch Einhängen des Segments an der Abstützung erfolgen. Sobald die Segmente deckenseitig arretiert sind, können die Segmente bei entsprechender Ausbildung des bodenseitigen Anschlusses nicht mehr aus der Abstützung gehoben werden. Es kann also bodenseitig auf weitere Befestigungsmittel verzichtet werden.

Vorteilhaft werden die Fugen zwischen den Segmenten durch Einziehen eines Dichtungsprofils in die Fugen abgedichtet. Dabei kann das Dichtungsprofil die Fugen an der Vorder- und an der Rückseite abdichten. Dies ist ein einfaches und schnelles Verfahren, um die Fugen wasserdicht abzudichten. Von grossem Vorteil ist dabei, dass das Dichtungsprofil jederzeit schnell ersetzt werden kann. Durch die zweiseitige Abdichtung der Fugen kann an dieser Stelle auch keine Kältebrücke entstehen.

Ausführungsformen der Erfindung sollen nun unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben werden. Es zeigt

Fig.1

- a) eine Draufsicht auf ein einzelnes Segment einer Tunnelauskleidung,
- b) einen Querschnitt eines Tunnels mit der Tunnelauskleidung,

Fig.2 einen Querschnitt eines Tunnels mit einer aus zwei verschiedenen Segmenten bestehenden Tunnelauskleidung,

Fig.3 einen Querschnitt durch verschiedene Ausführungsarten der deckenseitigen Anschlussstelle eines Segments

- a) mit einem Wulst,
- b) mit zwei rinnenförmigen Einbuchtungen,

Fig.4 die bodenseitige Anschlussstelle eines Segments mit einer Abstützung,

Fig.5

- a) einen Querschnitt durch die Abstützung,
- b) eine Seitenansicht der Abstützung,

Fig.6

- a) einen Querschnitt durch einen Träger,
- b) eine Seitenansicht des Trägers,

Fig.7 a) - c) ein Dichtungsprofil zum Abdichten des Spaltes zwischen zwei benachbarten Segmenten bei

unterschiedlichen Spaltbreiten ,

Fig.8 a) und b) die Montagearten des Dichtungsprofils,

Fig. 9

a) zwei im Querschnitt dargestellte Segmente mit überlappenden Seitenkanten

5 b) die überlappenden Seitenkanten von Fig.9a in vergrössertem Massstab

Fig.10 die Montage der Segmente von einem Fahrzeug aus.

Fig.1 zeigt einen Tunnel 10 mit einer aus einzelnen Segmenten 13 bestehenden Tunnelauskleidung. Die Segmente 13 haben eine dem Tunnelradius angepasste Krümmung und erstrecken sich vom Boden 17 bis knapp zum Tunnelfirst 19. Am Boden 17 ruhen die Segmente 13 auf einer Abstützung 21 und an der Tunnelwandung 18 sind sie an einem Träger 23 festgeklemt oder eingehängt. Der Träger 23 kann z.B. durch Schrauben 27 an der Tunnelwandung 18 befestigt sein. Der Schwenkradius R der Segmente 13 um die Abstützung 21 ist derart, dass die Segmente 13 an einer am Träger 23 angeordneten Lichtquelle 29 problemlos vorbeigeschwenkt werden können. Die Segmente 13 können, je nachdem ob die Seitenkanten überlappend sind oder nicht, einzeln oder zusammen mit einem oder beiden benachbarten Segmenten 13 ausgewechselt werden. Dabei braucht die Tunnelbeleuchtung 29 nicht demontiert werden.

In Figur 2 ist eine weitere Tunnelauskleidung aus zwei verschiedenen Segmenten 11,12 dargestellt. Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform sind die Segmente 11,12 lediglich leicht gewölbt, und die Tunnelauskleidung hat einen ungefähr rechteckförmigen Querschnitt. Die Segmente 11,12 sind seitlich mittels der Profilschienen 36,38 an den Trägern 24 befestigt. An den Trägern 24 kann auch eine Beleuchtung 29 angeordnet sein. Diese Tunnelauskleidung hat den Vorteil, dass oberhalb des horizontalen Segmentes 12 noch genügend Raum für die Installation von Abluftkanälen, Ventilatoren etc. verbleibt. Bei sehr breiten Tunnels ist jedoch auch denkbar, die Decke der Tunnelauskleidung aus zwei horizontalen Segmenten zu bilden, welche von zwei seitlichen und einem in der Tunnelmitte angeordneten Träger gehalten werden.

Die Segmente 11,12,13 sind vorteilhaft aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff hergestellt. Ausserdem besitzen sie einen Kern 31 aus einem Isolationsmaterial (Figuren 3,4, 7 und 8). Dadurch sind die Segmente 11,12,13 auch ein wirksamer Kälteschutz und es kann verhindert werden, dass z.B. die Erd- oder Gesteinsmassen hinter den Segmenten gefrieren und erodieren. Das Isolationsmaterial ist fest mit dem glasfaserverstärkten Kunststoff verbunden. Dadurch wird eine Sandwich-Struktur realisiert, welche grossen Belastungen standhalten kann.

30 In Figur 3 sind zwei unterschiedliche Ausführungsformen der deckenseitigen Anschlussstelle der Segmente 11,12,13 am Träger 23,24 näher dargestellt. Der Träger gemäss Figur 3 ist zur Fixierung eines Segments 13 bestimmt. Es ist jedoch klar, dass auch die Segmente 11,12 in derselben oder einer ähnlichen Art an einem Träger 24 befestigt werden können.

In einer ersten Ausführungsform besitzt das Segment 13 am deckenseitigen Ende einen Wulst 33, welcher zur Vermeidung von Reibungsschäden an der Anschlussstelle von einem Gummipuffer 41 umgeben ist. Der Wulst 33 mit dem Gummipuffer 41 wird durch eine abgewinkelte Profilschiene 37, welche am Träger 23 z.B. durch Schrauben 39 befestigt ist, gehalten. Der Wulst 33 ist am äusseren Ende durch einen Steg 35 nach oben verlängert (Fig.3a). Der nach oben abstehende Steg 35 dient der Fixierung des Gummipuffers 41 und verhindert ausserdem, dass das Segment 13 aus der Umklammerung schlüpfen kann.

40 Fig.3b unterscheidet sich von Fig.3a insofern, als das Ende des Segments 13' im Längsschnitt S-förmig ausgebildet ist, sodass dieses sowohl an der Ober- als auch an der Unterseite jeweils eine rinnenförmige Einbuchtung 30,32 besitzt. Zur Befestigung des Segments 13' kann eine Profilschiene 37' in die Einbuchtung 32 eingreifen und das Segment 13' festhalten. Ein Gummiprofil 42 umschliesst das äussere Ende des Segments 13' und füllt dabei auch die obere Einbuchtung 30 teilweise aus. Die obere Einbuchtung 30 ist zweckmässigerweise durch die Seitenwände des Segments 13' geschlossen. Dadurch kann ein seitliches Verrutschen des Segments 13' verhindert werden. Diese Ausbildung der deckenseitigen Anschlussstelle hat den Vorteil einer relativ grossen Flexibilität des Segments 13' am Träger 23 respektive 24.

Die Figuren 4 und 5 zeigen die bodenseitige Anschlussstelle des Segments 13 näher im Detail. Das bodenseitige Ende des Segments 13 ist als etwas verbreiteter Fuss 43 mit einer in Längsrichtung verlaufenden Rinne 45 ausgebildet. Die Rinne 45 wirkt mit der Abstützung 21 zusammen, welche aus einem Winkelprofil 47 und einer daran befestigten Achse 49 oder Rohr besteht. Wie bei der deckenseitigen Anschlussstelle wird auch der Fuss 43 des Segments 13 durch einen Gummipuffer 53 geschützt. Die Gummipuffer 41,53 haben den Zweck, für eine Abfederung und eine bessere Abstützung der Segmente 13 zu sorgen und ein Schleifen des Kunststoffs an den Metallteilen der Anschlussstellen zu verhindern, was über längere Zeit hinweg Schäden an den Segmenten 13 verursachen würde. Die Rinne 45 ist zweckmässigerweise so tief, dass das Segment 13 bei bestehender Fixierung am Träger 23 bodenseitig nicht aus der Abstützung 21 gehoben werden kann. Zur Befestigung der Abstützung 21 kann das Winkelprofil 47 am Boden befestigt werden und wie in Figur 4 gezeigt in die Asphaltdecke 51 eingebettet sein. Es ist aber genauso denkbar, die Abstützung 21 an der Tun-

nellaubung zu befestigen.

Zur Verbindung zweier Abstützungen 21 weist das Rohr 49 jeweils an einem Ende einen Stutzen 50 auf, welcher in die Rohröffnung einer benachbarten Abstützung 21 eingreifen kann. Dadurch lassen sich eine Vielzahl von Abstützungen 21 auf einfache Art und Weise zusammenhängen. Um ein einfaches Austauschen einer einzelnen Abstützung 21 zu ermöglichen, kann als Stutzen 50 z.B. ein bewegliches Rohr vorgesehen werden, welches durch eine Feststellschraube fixierbar ist.

Figur 6 zeigt den Träger 23, welcher ein trapezförmiges Profil mit nach aussen abstehenden Anschlängen 55 aufweist, an welchen die Segmente 13 anliegen können. Der Träger 23 weist Bohrungen 57, 59 auf, welche einerseits für dessen Befestigung an der Tunneldecke 25 und andererseits für die Fixierung der Profilschiene 37 am Träger 23 dienen.

Figur 7 zeigt ein Dichtungsprofil 63 zur Abdichtung der Fuge 61 zwischen zwei Segmenten 11, 12, 13. Das Dichtungsprofil 63 verschliesst den Spalt sowohl an der Vorder- als auch an der Rückseite wasserdicht. Zu diesem Zweck weist das Dichtungsprofil 63 zwei Dichtlippen 67, 69 mit jeweils einem anker- oder pilzförmigen Profil auf. Die Dichtlippen 67, 69 sind in der Mitte durch einen Verbindungssteg 65 so miteinander verbunden, dass die konkaven Seiten gegeneinander orientiert sind. Dadurch sind die Dichtlippen 67, 69 etwas vorgespannt und werden dadurch gegen die abzudichtenden Segmente 11, 12, 13 gedrückt. Durch die breiten Dichtlippen 67, 69 wird die Fuge 61 auch bei einer Änderung ihrer Breite, z.B. wegen des Schwindens der Segmente aufgrund einer Temperaturabkühlung, immer noch wasserdicht verschlossen. (Fig. 7 a)-c)). Die Fuge 61 wird gegen den Tunnel durch die breitere Dichtlippe 67 und gegen die Tunnellaubung durch die schmalere Dichtlippe 69 abgedichtet.

Um ein Verrutschen des Dichtungsprofils 63 zu verhindern, sind am Verbindungssteg 65 zwei ungefähr horizontale Arme 71 angebracht, welche das Dichtungsprofil 63 in der Mitte der Fuge 61 zentrieren. Zweckmässigerweise können die Arme 71 dabei etwas gegen die Dichtlippe 67 geneigt sein. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Arme 71 sich nicht übers Kreuz verdrehen.

In der Figur 8 sind zwei mögliche Montagearten des Dichtungsprofils 63 dargestellt. Als besonders zweckmässig hat sich erwiesen, wenn die Dichtlippe 69 vor dem Einführen in die Fuge 61 nach aussen gestülpt und das Dichtungsprofil 63 reissverschlussartig in die Fuge 61 gedrückt wird (Fig. 8a). Eine andere Montageart sieht vor, das Dichtungsprofil 63 soweit in die Fuge 61 hineinzudrücken, bis die Dichtlippe 69 sich auf der Rückseite der Segmente 13 sich wieder in die natürliche Lage entspannen kann (Fig. 8b, strichliert eingezeichnet).

Um die Tunnelauskleidung wasserdicht auszubilden, können, wie in Fig. 9 gezeigt, die Seitenkanten 14, 14' zweier benachbarter Segmente 13' auch überlappend ausgebildet sein. Dabei können gemäss einer ersten Variante die beiden Seitenkanten 14, 14' eines Segments 13' jeweils unterschiedlich ausgebildet sein, d.h. eine der beiden Seitenkanten 14 weist einen nach aussen abstehenden Steg 16 auf, welcher eine benachbarte Seitenkante 14' überlappen kann. Ein Dichtungsprofil 40, welches auf die Seitenkante 14' aufgezogen ist, dichtet die Fuge zwischen den Segmenten 13' an zwei Stellen. Das Dichtungsprofil 40 verhindert dabei gleichzeitig, dass die Segmente aneinander reiben können.

Gemäss einer weiteren Variante können zwei Segmenttypen mit jeweils unterschiedlichen, gegenseitig sich ergänzenden Seitenkanten vorgesehen sein. Bei dem letztbeschriebenen Ausführungsbeispiel müssen die beiden Segmenttypen abwechselungsweise hintereinander montiert werden.

In Fig. 10 wird gezeigt, wie die Montage der Segmente 13 von einem Fahrzeug 75 vonstatten gehen kann. Das Fahrzeug 75 besitzt einen Gerüstaufbau 77 mit einer Arbeitsplattform 79, von welcher aus die Segmente 13 am Träger 23 befestigt werden können. Das Fahrzeug 75 kann gleichzeitig mehrere Segmente 13 aufnehmen. Die Segmente 11, 13 sind auf einer Rampe 81 des Fahrzeugs 75 abgestützt und an die mit einer Schaumstoffauflage versehenen Lagerbügel 83 angelehnt. Hinten am Fahrzeug 75 ist eine Ampel 85 angeordnet, die den Verkehr auf die blockierte Fahrspur aufmerksam macht. Wie aus der Fig. 10 ersichtlich ist, muss der Tunnel 10 während den Sanierungsarbeiten nur hälftig gesperrt werden.

Herstellung

Eine Vorrichtung zur Herstellung der Segmente 11, 12, 13 besitzt eine Schiene und wenigstens einen entlang der Schiene bewegbaren Wagen. Die Schiene und der Wagen sind bei der Herstellung in Abstand und parallel zu einer Form angeordnet, wie sie zur Herstellung der Segmente benötigt wird, d.h. die Schiene ist von der Seite gesehen bogenförmig wie die herzustellenden Segmente. Der Wagen hat an der Unterseite mehrere in Abstand angeordnete Öffnungen oder Auslässe für das aufzutragende Kunstharz. An einem weiteren Wagen kann ein Roller angebracht sein. Dieser wird zum Einrollen und Verteilen des Kunstharzes eingesetzt. Ebenfalls in einem Abstand zur Form sind eine Vielzahl von Kolben vorgesehen, welche zum Anpressen der Hartschaumkunststoffplatten eingesetzt werden. Die Kolben können z.B. pneumatisch abgesenkt werden, sodass sie auf der Form aufliegen können. Um einen gleichmässigen Anpressdruck zu erzeugen, weisen die

Kolben am unteren Ende eine z.B. rechteckförmige Platte auf. Ober- und unterhalb der Formen kann eine Strahlungsheizung vorgesehen sein, um den Herstellungsaufwand zu beschleunigen.

Bei der Herstellung wird eine den herzustellenden Segmenten entsprechende Form zunächst mit einem geeigneten Trennmittel versehen. Anschliessend wird der Wagen über die Form gefahren und ein sog. "Gel-coat" gleichmässig aufgetragen. Der "Gelcoat" bildet eine wetterbeständige und undurchlässige äussere Schicht. Sobald der "Gel-coat" fest ist, wird auf dieselbe Art eine Schicht Polyester-Kunstharz gleichmässig auf der Form aufgetragen und sogleich eine Glasfasermatte in das flüssige Kunstharz eingearbeitet, indem der Wagen mit dem Roller hinund herbewegt wird. Dadurch wird erreicht, dass die Glasfasermatte gleichmässig und vollständig vom Kunstharz durchtränkt ist. Auf die Glasfasermatte wird sodann eine Hartschaumkunststoffplatte (z.B. aus Polyurethan-Schaum) gelegt und an die Form angepresst, indem die Kolben auf die Form abgesenkt und an die Kunststoffplatten angepresst werden. Nach einer kurzen Ruhepause, d.h. sobald die Polymerisation eingesetzt hat und die Kunststoffplatten gebunden sind, wird eine zweite Schicht Kunstharz aufgetragen und eine weitere Glasfasermatte eingearbeitet. In Anschluss daran kommt noch ein wasserundurchlässiger "top coat" auf die Kunstharzschicht. Anschliessend lässt man das Kunstharz aushärten. Durch dieses Herstellungsverfahren können einstückige Kunststoff-Segmente hergestellt werden. Zur Verstärkung des Fussbereichs können vorbereitete Profile, welche mit den Abstützungen zusammenwirken, mit den Kunstharz-Glasfaser-schichten verbunden werden. Die einzelnen Phasen der Herstellung können durch eine Strahlungsheizung beschleunigt werden.

Patentansprüche

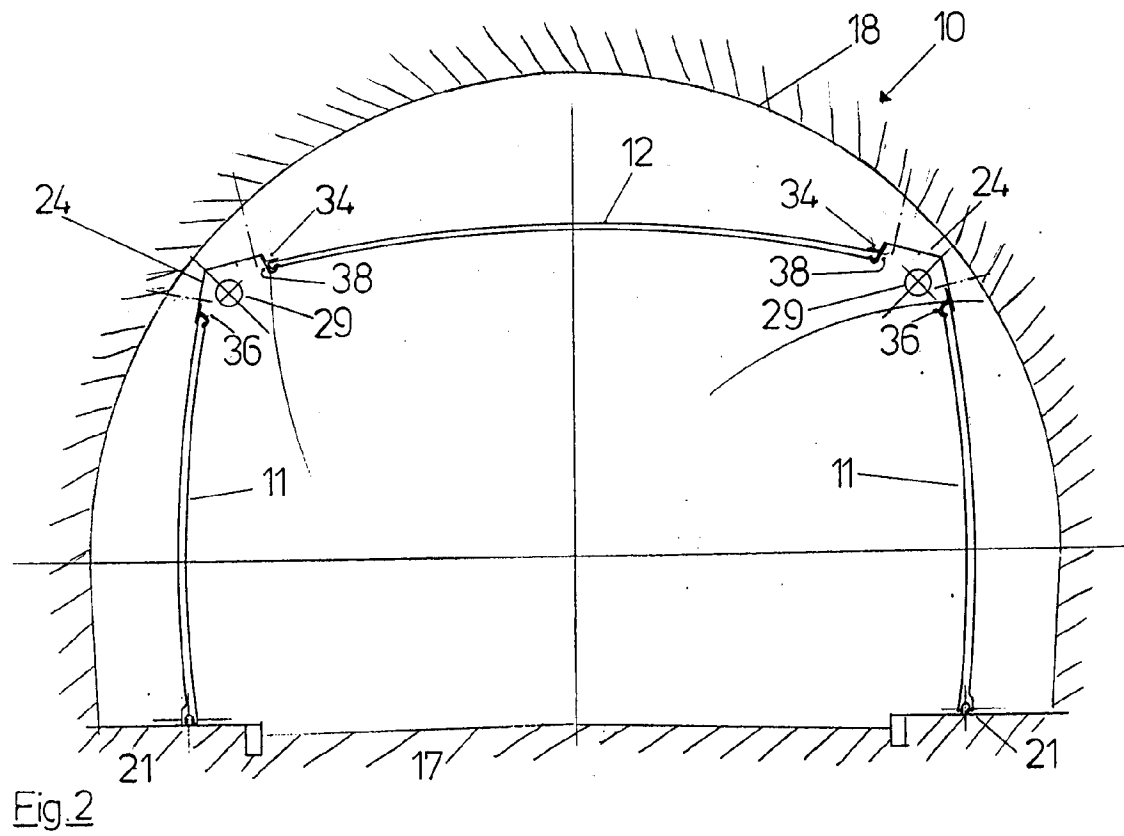
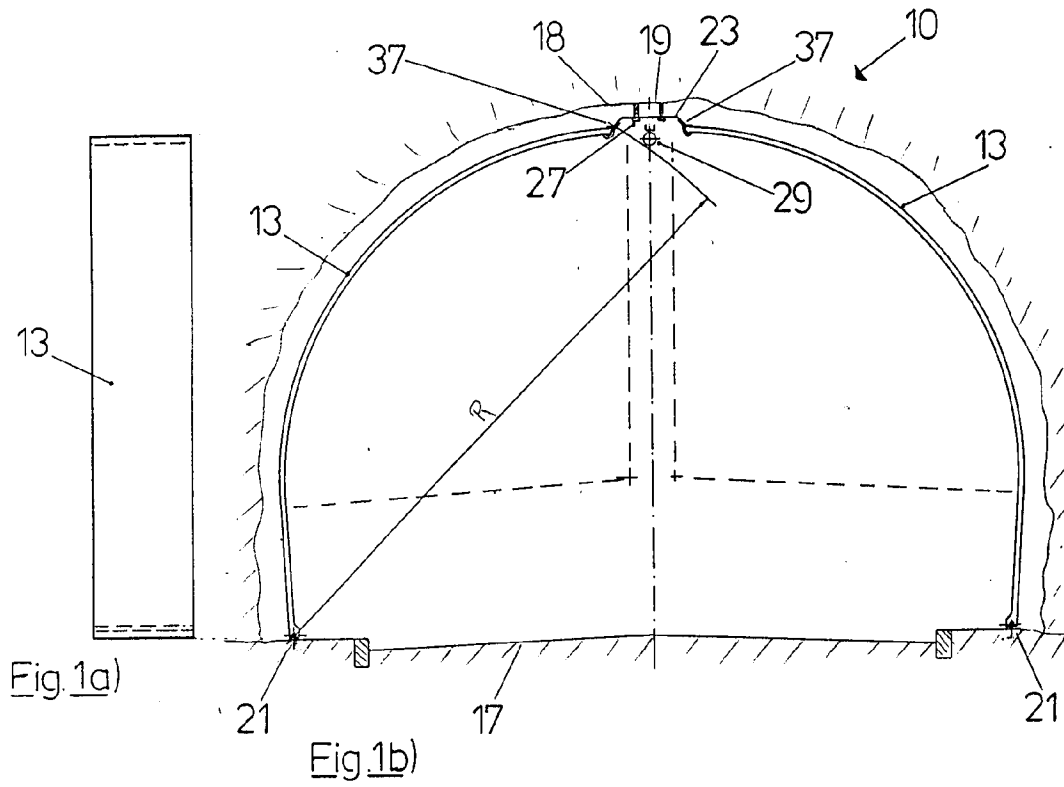
1. Tunnelauskleidung aus einer Vielzahl von rechteckförmigen Segmenten (11,12,13), dadurch gekennzeichnet, dass auf beiden Tunnelseiten am Boden (17) jeweils eine Reihe von Abstützungen (21) und an der Tunnellaibung (18) wenigstens eine Reihe von Trägern (23,24) vorgesehen ist, an welche Abstützungen (21) und/oder Träger (23,24) zwei aneinander gegenüberliegenden Enden der Segmente (11,12,13) befestigt sind.
2. Tunnelauskleidung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,12,13) mit den Trägern (23,24) und Abstützungen (21) nachgiebig verbunden sind.
3. Tunnelauskleidung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,12,13) mit den Abstützungen (21) in lösbarem Eingriff sind.
4. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,13) bei der Montage oder Demontage um die Abstützung (21) schwenkbar sind.
5. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,13) am Fuss (43) eine Rinne (45) aufweisen, in welche die Abstützungen (21) mit einer Achse (49) eingreifen.
6. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein bogenförmiges Segment (13) vorgesehen ist, welches sich ungefähr vom Boden (17) bis ungefähr zum Tunnelfirst (19) erstreckt.
7. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes und ein zweites Segment (11,12) und an der Tunnellaibung (18) zwei Reihen von einander gegenüberliegenden Trägern (24) vorgesehen sind, wobei das erste Segment (11) seitlich an den Abstützungen (21) und Trägern (24) und das zweite Segment (12) jeweils an zwei sich gegenüberliegenden Trägern (24) befestigt ist.
8. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Träger (23,24) zwei Anschläge (55) und Mittel zur Befestigung der Segmente (13) aufweisen.
9. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,12,13) an den Trägern (23,24) z.B. durch Profilschienen (36,37,38) gehalten werden oder festgeklemmt sind.
10. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die benachbarten

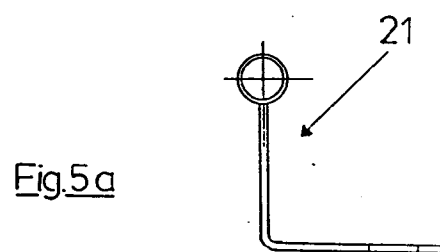
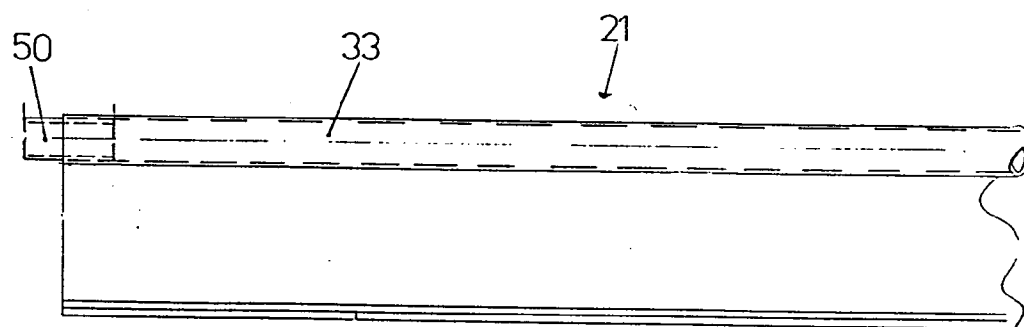
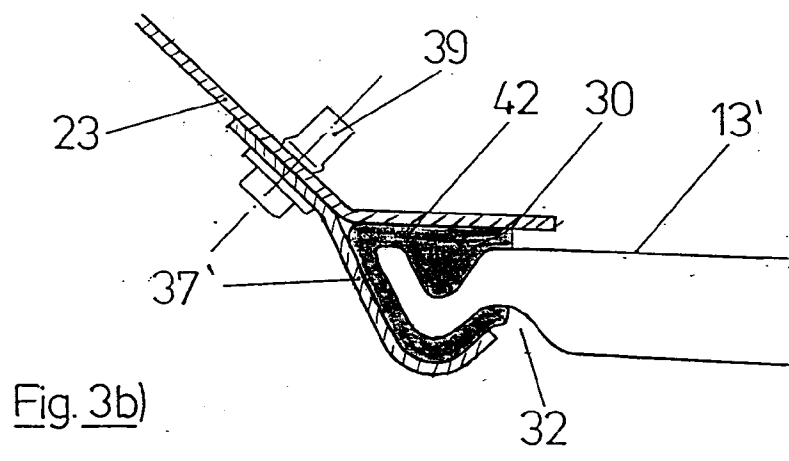
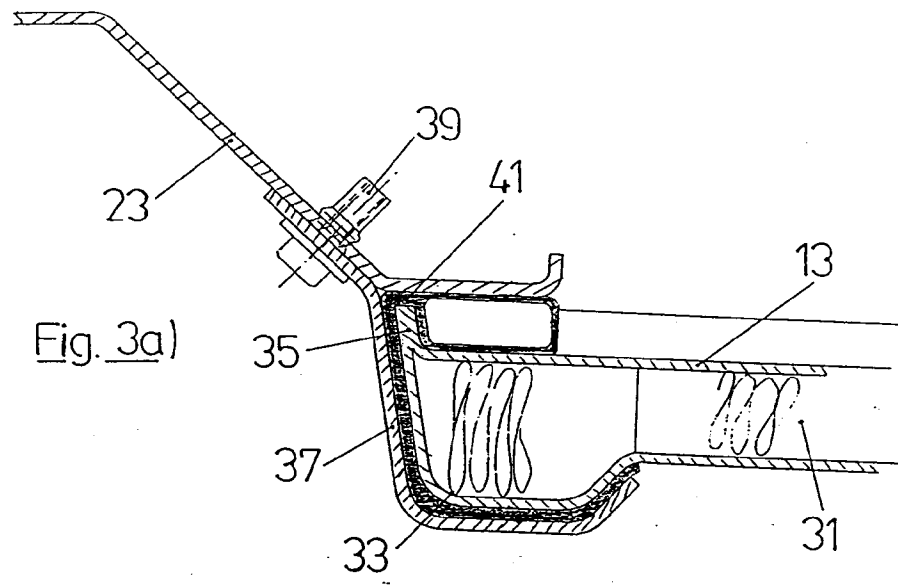
Seitenkanten (14,14') der Segmente (11,12,13,13') sich wenigstens teilweise überlappen.

- 5 11. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass an den Kontaktstellen zwischen den Segmenten (11,12,13) und den Trägern (23,24) oder Abstützungen (21) Gummipuffer (41,53) vorgesehen sind.
12. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,12,13) aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff hergestellt sind.
- 10 13. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (11,12,13) einen aus einem Isolationsmaterial (31) bestehenden Kern aufweisen, welcher in den glasfaserverstärkten Kunststoff eingebettet ist und mit diesem einen festen Verbund bildet.
14. Tunnelauskleidung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolationsmaterial (31) mit dem glasfaserverstärkten Kunststoff einen festen Verbund bildet.
- 15 15. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Segmenten (11,12) ein vorzugsweise elastomeres Dichtungsmaterial vorgesehen ist.
- 20 16. Tunnelauskleidung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dichtungsprofil (61) mit wenigstens einer Dichtlippe (67,69) vorgesehen ist, welches die Fugen (61) zwischen den Segmenten an wenigster einer Seite abdichtet.
- 25 17. Tunnelauskleidung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungsprofil (61) zwei nach aussen gewölbte Dichtlippen (67,69) aufweist, welche durch einen in der Mitte angeordneten Verbindungssteg (65) verbunden sind.
18. Tunnelauskleidung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass am Verbindungssteg (65) zwei einander gegenüberliegende, ungefähr rechtwinklig abstehende Arme (71) angebracht sind, welche das montierte Dichtungsprofil (63) in der Fuge (61) zentrieren.
- 30 19. Tunnelauskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass am Träger (23,24) ein Kabelkanal und eine Beleuchtung (29) vorgesehen ist.
- 35 20. Verfahren zum Anbringen einer Tunnelauskleidung (15) aus einer Vielzahl von rechteckförmigen Segmenten (11,12,13), dadurch gekennzeichnet, dass am Boden (17) auf beiden Tunnelseiten wenigstens eine Reihe von Abstützungen (21) und an der Tunnellaubung wenigstens eine Reihe von Trägern (23,24) befestigt werden, dass anschliessend ein zu montierendes Segment (11,13) mit seinem bodenseitigen Ende an der Abstützung (21) eingehängt und um die Abstützung (21) gegen die Träger (23,24) geschwenkt und nachgiebig mit dem Träger verbunden wird und dass ein allenfalls für die Bildung der Tunneldecke vorgesehenes Segment (12) zwischen zwei aneinander gegenüberliegenden Trägern (24) ebenfalls nachgiebig befestigt wird.
- 40 21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Fugen (61) zwischen den Segmenten (11,12,13) durch Einziehen eines Dichtungsprofils (63) abgedichtet werden.
- 45 22. Dichtungsprofil gemäss einem der Ansprüche 15 bis 18.
23. Segment gemäss einem der Ansprüche 5 bis 7, 10, und 12 bis 14.

50

55





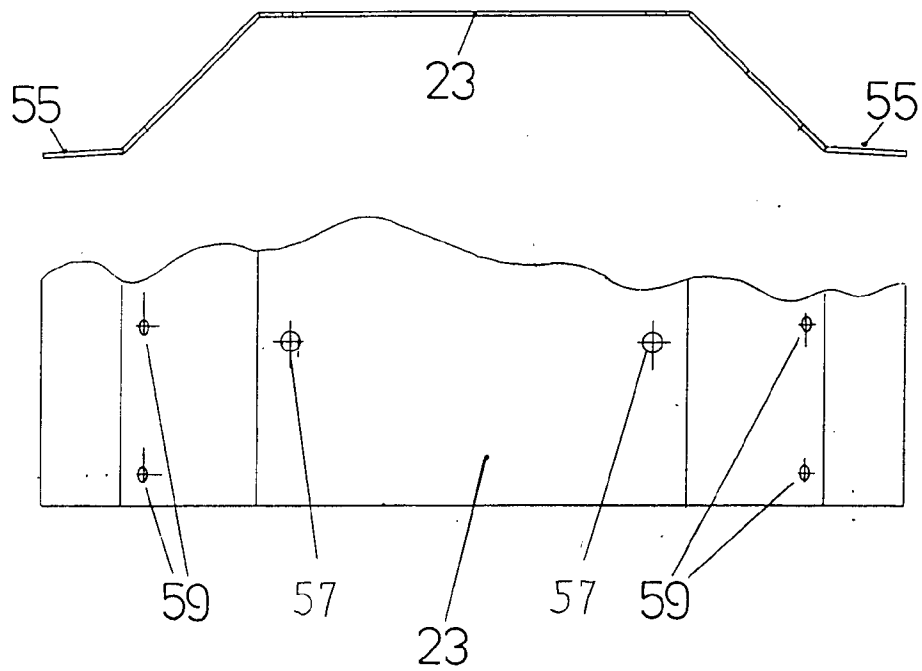
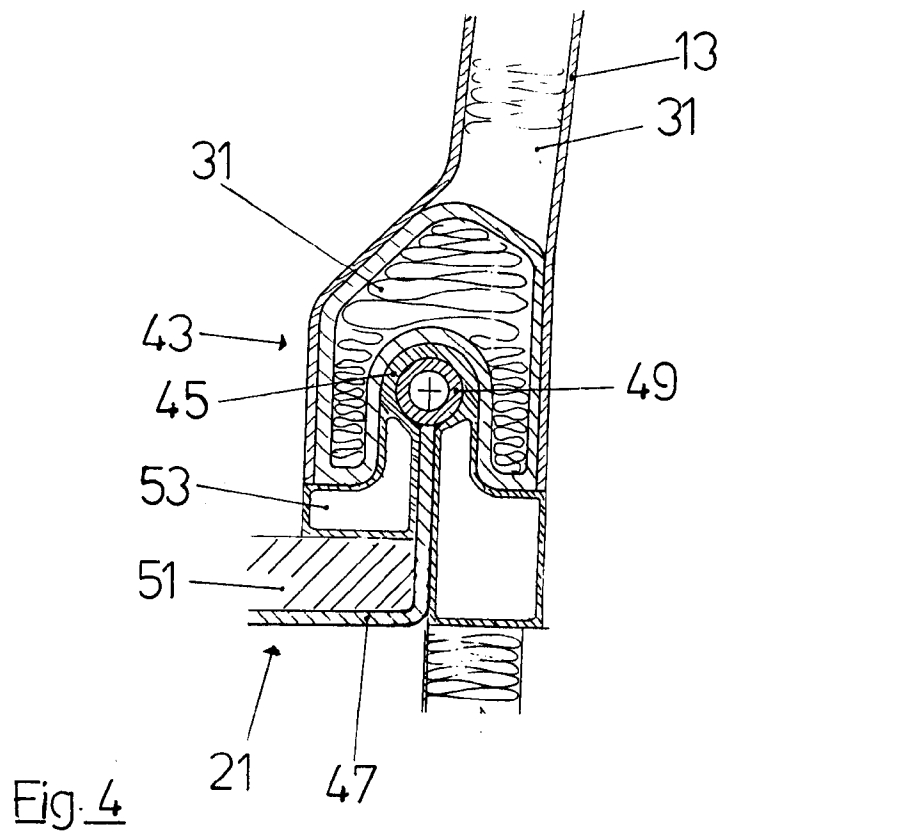


Fig. 7a

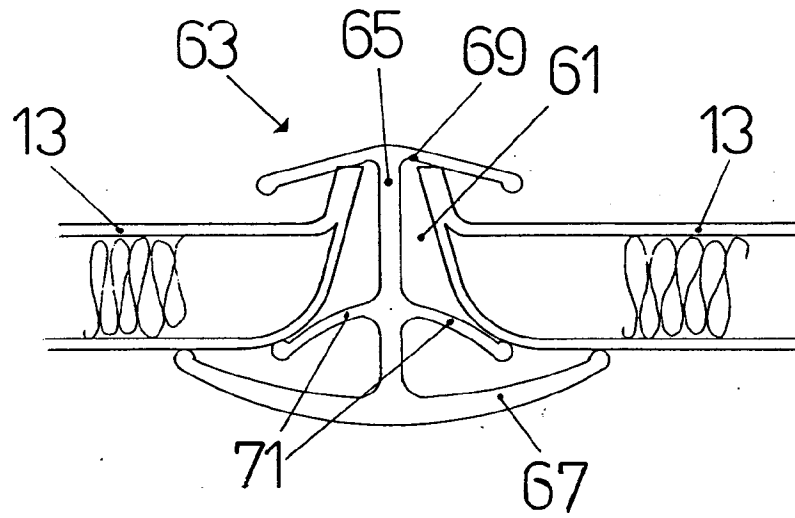


Fig. 7b

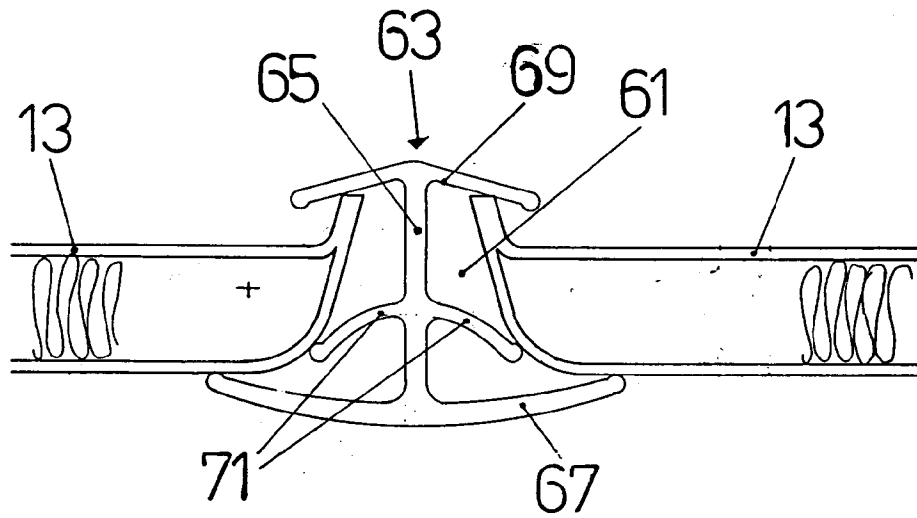
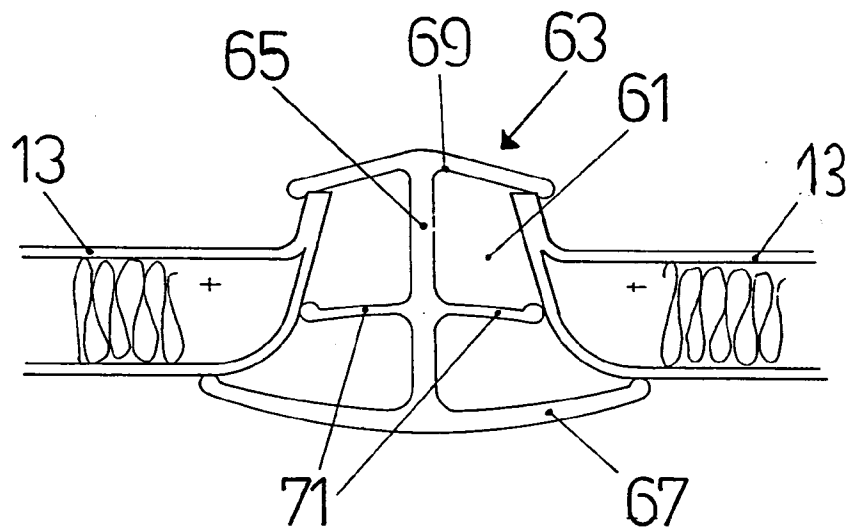


Fig. 7c



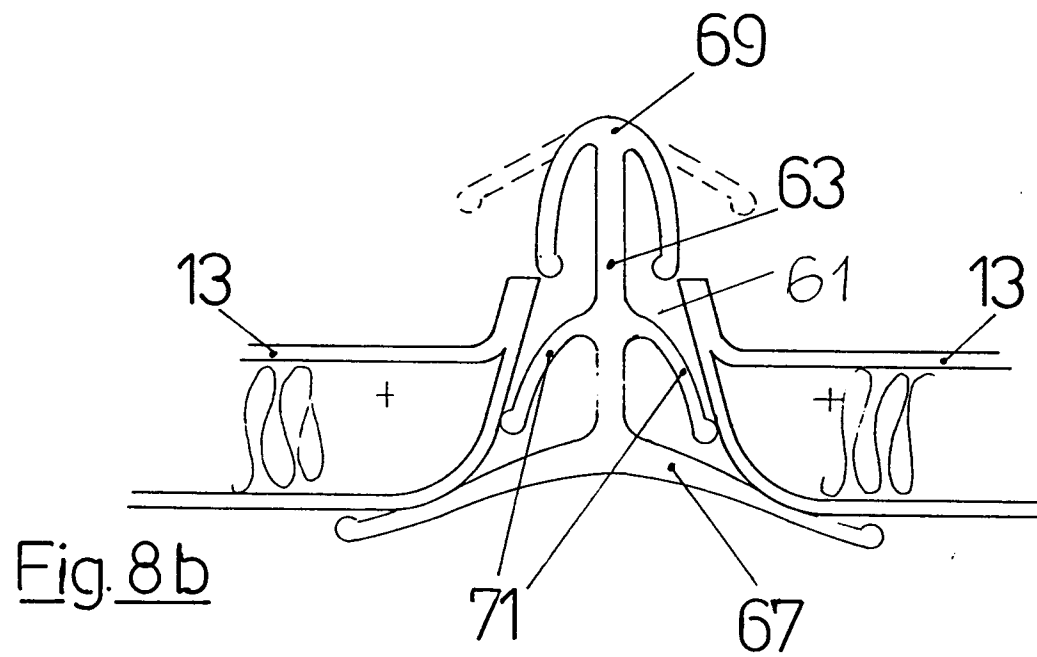
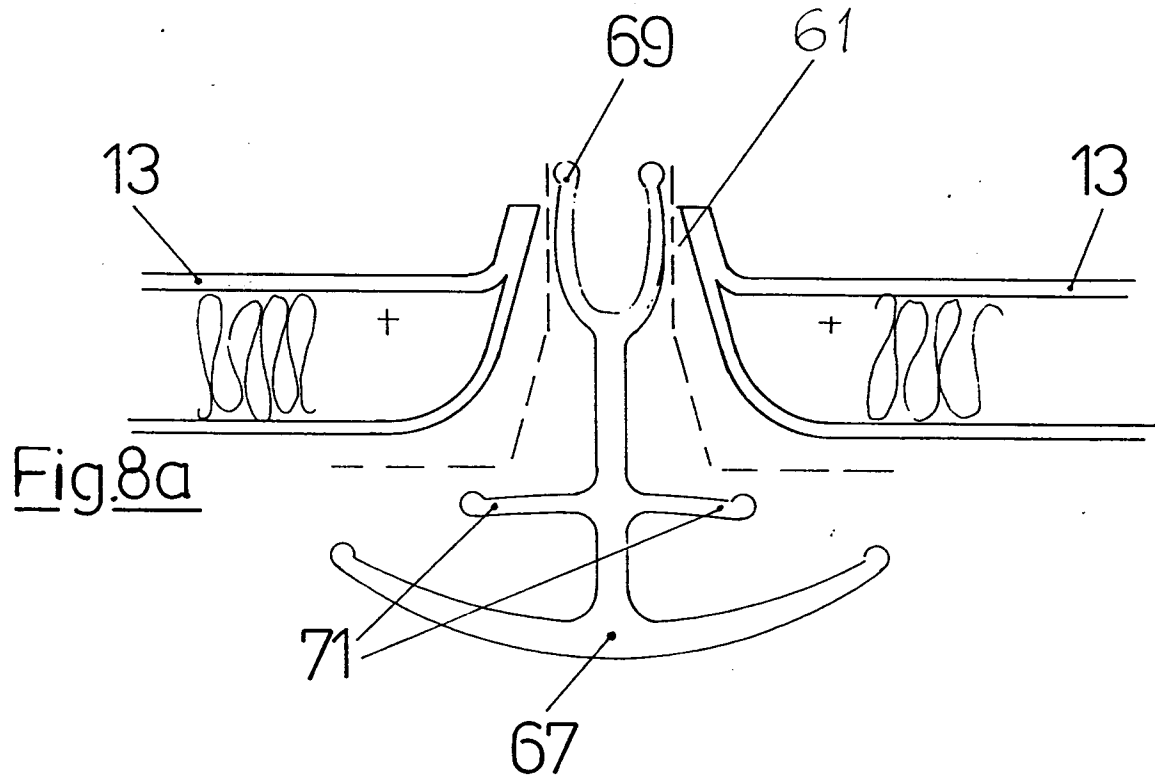


Fig. 9b

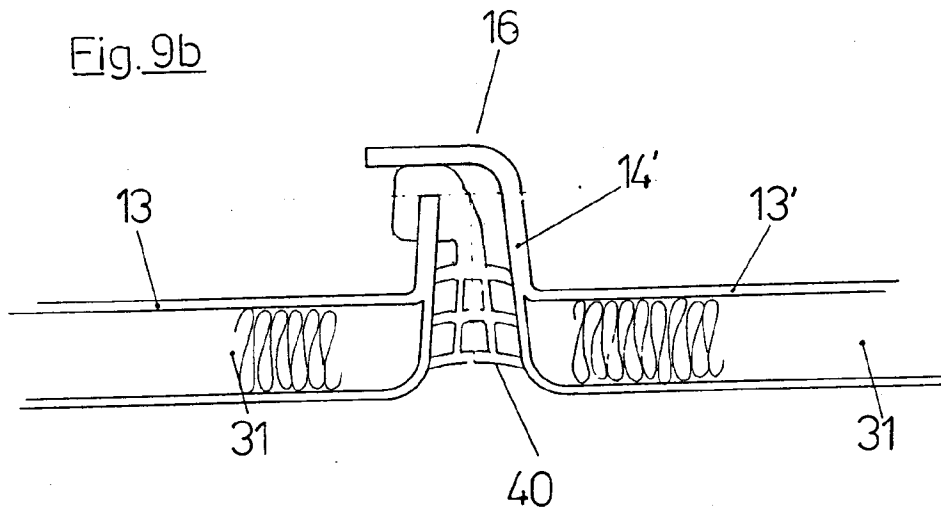


Fig. 9a

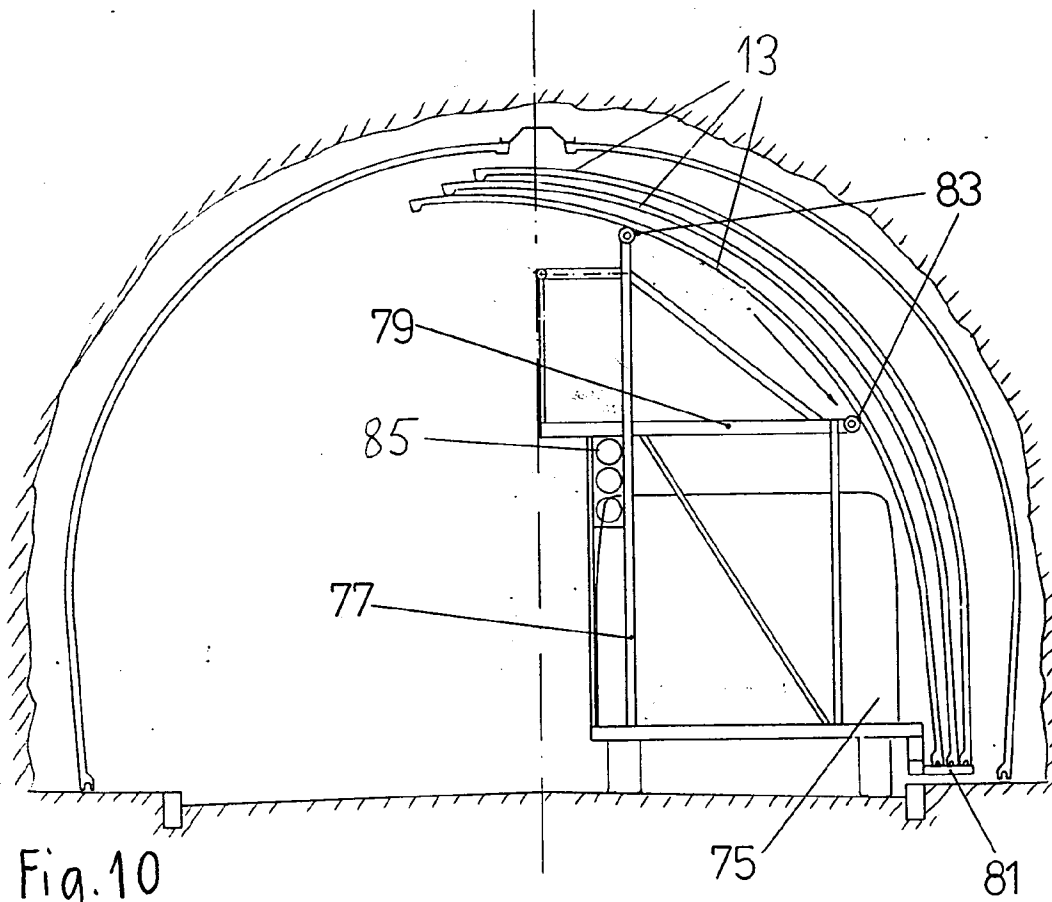
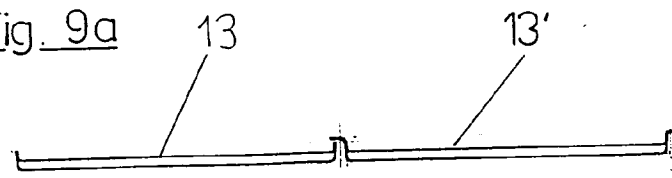


Fig. 10