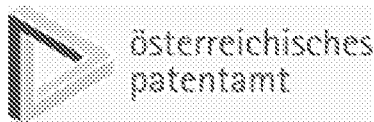


(19)



(10)

AT 15990 U1 2018-10-15

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 50053/2017
(22) Anmeldetag: 28.03.2017
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.10.2018
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2018

(51) Int. Cl.: **E21D 11/10** (2006.01)
C04B 40/00 (2006.01)
C04B 24/00 (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)
C04B 103/44 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10103711 A1
DE 102009008451 B3
DE 202015009159 U1
WO 2016179612 A1
EP 0100771 A1

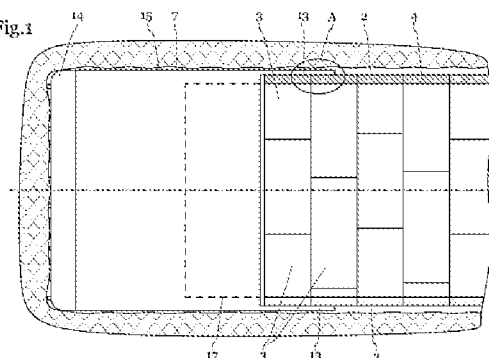
(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Porr Bau GmbH
1100 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Ringspaltmasse, Anordnung, Tunnelfertigungsanlage und Verfahren**

(57) Tunnelfertigungsanlage und Verfahren mit einer Ringspaltmasse (1), insbesondere mit einem Ringspaltmörtel, zur Ausfüllung des Ringspalts (2) einer aus mehreren Tübbing (3) zusammengesetzten Tunnelschale (4), umfassend ein Gemisch aus: einer pumpfähigen, insbesondere selbstaushärtenden, Grundmasse (5), wobei die Grundmasse (5) Wasser, ein Bindemittel wie Zement und gegebenenfalls weitere Additive enthält, und einem viskositätserhöhenden, nichtaushärtungsbeschleunigenden, also nicht die Aushärtung der Grundmasse beschleunigenden, Viskositätsregulator (6).

Fig.1



Beschreibung

RINGSPALTMASSE, ANORDNUNG, TUNNELFERTIGUNGSANLAGE UND VERFAHREN

[0001] Die Erfindung betrifft eine Tunnelfertigungsanlage, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Verfahren und Anlagen zur Herstellung von Tunnelbauwerken sind in unterschiedlichen Ausführungen bekannt und publiziert. Insbesondere ist die Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise bekannt. Bei der Tübbingbauweise wird innerhalb einer Rohtunnelwand eine Tunnelschale aus Tübbingungen zusammengesetzt. Zwischen der Rohtunnelwand und der Tunnelschale wird dabei in einem ersten Schritt ein Ringspalt freigehalten, der in einem weiteren Schritt mit einem sogenannten Ringspaltmörtel ausgefüllt wird.

[0003] Herkömmliche Ringspaltmörtel sind Frischmörtel, die eine verhältnismäßig niedrige Viskosität aufweisen, und insbesondere fließfähig sind, da sie durch Leitungen, insbesondere sogenannte Lisenen, gefördert und in den Ringspalt eingebracht werden müssen. Die niedrige Viskosität des verwendeten Frischmörtels ist insbesondere darum notwendig, damit der Frischmörtel schnell durch die Förderleitungen und Lisenen gefördert werden kann, da verhindert werden soll, dass der Mörtel bereits in der Lisene aushärtet. Schließlich müsste eine verstopfte oder verlegte Lisene wieder freigelegt werden um mit der Ringspaltfüllung fortfahren zu können. Für die Wartung einer verlegten Lisene muss jedoch die gesamte Tunnelbauvorrichtung angehalten werden, wodurch der Tunnelbau verzögert wird.

[0004] Nachteilig an dem herkömmlichen niedrigviskosen, fließfähig, leicht zu pumpenden Frischmörtel ist jedoch, dass der Aushärtszeitpunkt dieses Mörtels im Ringspalt nicht ausreichend genau gesteuert werden kann. Die lange Aushärtdauer verlangsamt somit ebenfalls den Tunnelbau, da eine Erweiterung der Tunnelschale durch einen nachfolgenden Tübbingring meist erst dann möglich ist, wenn der Ringspaltmörtel um den vorangegangenen Tübbingring ausreichend ausgehärtet ist.

[0005] Bei der Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise besteht somit ein Zielkonflikt zwischen der wartungsfreien Pumpbarkeit und Förderbarkeit des Ringspaltmörtels auf der einen Seite und dem Verhalten des Ringspaltmörtels in dem Ringspalt sowie gegebenenfalls der Aushärtegeschwindigkeit auf der anderen Seite.

[0006] In der Vergangenheit wurde versucht, dem Ringspaltmörtel zu einem relativ späten Zeitpunkt einen Aushärtebeschleuniger beizumengen. Hierbei besteht in der Praxis jedoch das Problem, dass nach der Beimengung eines Aushärtebeschleunigers und Verpressen des Ringspaltmörtels in die Ringfuge, im Ringspaltmörtel ein homogenes Fließverhalten nicht ausreichend sichergestellt werden kann. Dadurch bedingt sind in der Regel keine ausreichende Verteilung und auch keine erhebliche zeitliche Verbesserung im Vortrieb sicher erzielbar. Zwar ist die Aushärtezeit durch den Aushärtebeschleuniger verkürzt, eine gewisse Zeit sind die Tübbingungen jedoch dennoch mit flüssigem, noch nicht ausgehärtetem, Mörtel umgeben, wodurch ein unerwünschter Auftrieb an der Tübbingröhre entsteht.

[0007] Wird hingegen der Aushärtebeschleuniger in einem Bereich knapp vor der Austrittsöffnung in die Lisene eingebracht, so besteht wiederum erhöhte Gefahr, dass der Ringspaltmörtel aufgrund der Wirkung des Aushärtebeschleunigers, schon in der Lisene erstarrt, was zu unerwünschten Verzögerungen führt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es nun, diesen Zielkonflikt zu lösen.

[0009] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0010] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels, insbesondere zur Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise, umfassend folgende Schritte:

[0011] - schrittweises Zusammensetzen der Tübbingungen zu einer Tunnelschale,

- [0012] - Einbringen einer Ringspaltmasse in den zwischen der Tunnelschale und der Roh-tunnelwand vorgesehenen Ringspalt,
- [0013] wobei vorgesehen ist,
- [0014] - dass die Ringspaltmasse insbesondere als Ringspaltmörtel ausgebildet ist,
- [0015] - dass die Ringspaltmasse (1) eine pumpfähige, insbesondere selbstaushärtende, Grundmasse (5) umfasst, wobei die Grundmasse (5) Wasser, ein Bindemittel wie Zement und gegebenenfalls weitere Additive enthält,
- [0016] - dass der Grundmasse vor dem Einbringen in den Ringspalt ein Viskositätsregulator beigemengt wird,
- [0017] - wobei der Viskositätsregulator die Viskosität der Grundmasse bzw. der Ringspalt-masse erhöht, ohne dabei die Aushärtung der Grundmasse bzw. der Ringspaltmas-se maßgeblich zu beschleunigen.
- [0018] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Grundmasse vor dem Einbringen in den Ring-spalt ein Viskositätsregulator beigemengt wird, und dass die dadurch gebildete Ringspaltmasse durchmischt und für eine gewisse Zeit in einer Leitung verbleibt, insbesondere gefördert wird, damit der Viskositätsregulator seine Wirkung entfalten kann und dann erst in den Ringspalt eingebracht wird.
- [0019] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Ringspaltmasse pumpfähig ist und eine ge-genüber der reinen Grundmasse erhöhte Viskosität aufweist.
- [0020] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Viskositätsregulator Gelbildner, modifizierte Stärke, Carboxymethylcellulose, Bentonit, Acrylatdispersion, modifizierten Polyacrylate, Po-lyurethane und/oder Polyether ist oder enthält.
- [0021] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Grundmasse Bindemittel wie Zement, Wasser und gegebenenfalls einen inerten, insbesondere feinteiligen Zusatzstoff wie beispielsweise Steinmehl bzw. Kalksteinmehl enthält.
- [0022] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Grundmasse insbesondere als Frischmörtel oder herkömmlicher Ringspaltmörtel ausgebildet ist.
- [0023] Gegebenenfalls ist vorgesehen dass die Ringspaltmasse Acrylatdispersion als Viskosi-tätsregulator enthält.
- [0024] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Acrylatdispersion Polyacrylate enthält, wobei die Polyacrylate insbesondere Seitenketten mit mehr als sieben C-Atomen aufweisen.
- [0025] Gegebenenfalls ist vorgesehen dass das Mischungsverhältnis:
- [0026] - zwischen 0,05 M.% und 1 M.% Polyacrylat,
- [0027] - insbesondere zwischen 0,15 M.% und 0,3 M.% Polyacrylat,
- [0028] jeweils Masseprozent bezogen auf die Masse des Bindemittels und des gegebenen-falls vorgesehenen inerten, insbesondere feinteiligen Zusatzstoffs der Grundmasse beträgt.
- [0029] Gegebenenfalls ist vorgesehen,
- [0030] - dass die Grundmasse Zement, Wasser und gegebenenfalls einen inerten, insbe-sondere feinteiligen Zusatzstoff wie beispielsweise Steinmehl bzw. Kalksteinmehl enthält, wobei die Grundmasse insbesondere als Frischmörtel oder herkömmlicher Ringspaltmörtel ausgebildet ist,
- [0031] - und dass die Ringspaltmasse Acrylatdispersion als Viskositätsregulator enthält, wobei das Mischungsverhältnis:
- [0032] - zwischen 0,1 M.% und 10 M.% Acrylatdispersion,

- [0033] - insbesondere zwischen 0,1 M.% und 6 M.% Acrylatdispersion,
- [0034] - insbesondere zwischen 2 M.% und 4 M.% Acrylatdispersion,
- [0035] - insbesondere zwischen 2,5 M.% und 3,5 M.% Acrylatdispersion,
- [0036] - oder insbesondere zwischen 1 M.% bis 3 M.% bei gleichmäßiger Durchmischung, jeweils Masseprozent bezogen auf die Masse des Bindemittels und des gegebenenfalls vorgesehenen inerten, insbesondere feinteiligen Zusatzstoffs der Grundmasse (5), beträgt.
- [0037] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Acrylatdispersion Polyacrylate in einer Konzentration im Bereich von 5M. % bis 10 M.% bezogen auf die Wassermasse enthält, wobei die Polyacrylate insbesondere Seitenketten mit mehr als sieben C-Atomen aufweisen.
- [0038] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Acrylatdispersion Polyacrylate in einer Konzentration im Bereich von 1M. % bis 60 M.% bezogen auf die Wassermasse enthält, wobei die Polyacrylate insbesondere Seitenketten mit mehr als sieben C-Atomen aufweisen.
- [0039] Gegebenenfalls umfasst eine Anordnung:
- [0040] - eine durch Tunnelbohrung oder Grabung gebildete Rohtunnelwand,
- [0041] - und eine durch mehrere Tübbinge zusammengesetzte und innerhalb der Rohtunnelwand verlaufende Tunnelschale,
- [0042] wobei in dem zwischen der Tunnelschale und der Rohtunnelwand vorgesehenen Ringspalt eine ausgehärtete oder aushärtende Schicht oder Füllung aus einer erfindungsgemäßen Ringspaltmasse angeordnet ist.
- [0043] Gegebenenfalls ist vorgesehen,
- [0044] - dass der Ringspalt von der Ringspaltmasse ausgefüllt ist,
- [0045] - oder dass der Ringspalt mit Ausnahme gegebenenfalls vorgesehener Zusatzeinbauten wie Drainageleitungen oder Versorgungsleitungen vollständig mit der Ringspaltmasse ausgefüllt ist.
- [0046] Gegebenenfalls betrifft die Erfindung eine Tunnelfertigungsanlage, insbesondere eine Tunnelbohrmaschine zur Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise, umfassend eine Tübbingverlegevorrichtung zur Bildung einer aus mehreren Tübbingungen zusammengesetzten Tunnelschale und eine Injektionsvorrichtung zur Einbringung einer Ringspaltmasse in den zwischen der Tunnelschale und der Rohtunnelwand vorgesehenen Ringspalt.
- [0047] Gegebenenfalls ist vorgesehen,
- [0048] - dass in der Injektionsvorrichtung eine erfindungsgemäße Ringspaltmasse angeordnet ist oder gefördert wird,
- [0049] - dass die Injektionsvorrichtung eine Hauptinjektionsleitung umfasst, in der die Grundmasse vorgesehen ist oder gefördert wird,
- [0050] - und/oder dass die Injektionsvorrichtung eine Nebenleitung umfasst, in der zur Beimengung des Viskositätsregulators zur Grundmasse der Viskositätsregulator vorgesehen ist oder gefördert wird.
- [0051] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Injektionsvorrichtung eine Ausgabeöffnung zur Ausgabe der Ringspaltmasse in den Ringspalt aufweist, und dass die Nebenleitung vor der Ausgabeöffnung in die Hauptinjektionsleitung mündet.
- [0052] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwischen der Einmündung der Nebenleitung in die Hauptinjektionsleitung und der Ausgabeöffnung eine Mischstrecke zur Mischung der Grundmasse und des Viskositätsregulators vorgesehen ist, und dass die Mischstrecke insbesondere derart ausgebildet ist, dass die durch die Ausgabeöffnung austretende Ringspaltmasse eine höhere Viskosität aufweist als die Grundmasse, insbesondere als die Grundmasse vor der

Mischung mit dem Viskositätsregulator.

[0053] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mehrere Austrittsöffnungen zur Einbringung der Ringspaltmasse in den Ringspalt vorgesehen sind.

[0054] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Injektionsvorrichtung am Schildschwanz einer Tunnelbohrmaschine zur Herstellung eines Tunnels durch Tübbingausbau angeordnet ist oder einen Teil des Schildschwanzes bildet.

[0055] Der Ringspaltmörtel, insbesondere die Grundmasse, kann beispielsweise eine Frischmörtelrohichte von $1500 - 2500 \text{ kg/m}^3$ aufweisen. Er wird in der Regel aus natürlichen Gesteinen, mit unterschiedlichen Kornfraktionen, hergestellt und diese können ein Volumen von beispielsweise $50 - 70\%$ im frischen Mörtel einnehmen. Als Bindemittel werden bevorzugt Zemente der Klasse CEM I und CEM II, meistens in der Kombination mit einem Zusatzstoff, z.B.: AHWZ, Flugasche und/oder Schlacke eingesetzt. Übliche Bindemittelgehalte reichen von $20 - 500 \text{ kg/m}^3$, wobei insbesondere bei niedrigem Bindemittelgehalt in herkömmlicher Weise inerte, feinteilige Zusatzstoffe wie z.B. Steinmehl bzw. Kalksteinmehl beigemischt werden, um einen pumpfähigen Mörtel zu erhalten. In diesen Fällen gelten die auf das Bindemittel bezogenen Angaben insbesondere als auf die Mischung aus Bindemittel und inerten, feinteiligen Zusatzstoffen bezogen. Zur Erhöhung der Pumpbarkeit kann der Ringspaltmörtel auch noch inerte Füller enthalten, beispielsweise Steinmehl. Um beim Pumpen des Ringspaltmörtels - im speziellen Fall von hohem Gegendruck - keine Entmischung zu erlangen, kann die Zusammensetzung auch noch Feinteile in Form von Bentonit enthalten, welche üblicherweise beim Mischvorgang als Suspension beigemischt wird. Zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit werden bei der Mörtelherstellung bevorzugt auch noch diverse Zusatzmittel, wie Fließmittel, Luftporenmittel, Verzögerer und/oder dergleichen hinzugegeben. Zur Erlangung von bestimmten rheologischen Eigenschaften besteht auch noch die Möglichkeit ein Thixotropiermittel hinzuzugeben. Um bei der Ringspaltmörtelherstellung eine chemische Reaktion hervorzurufen, muss noch bevorzugt Wasser hinzugegeben werden, wobei - je nach Anforderung - W/B-Werte von $0,4 - 10$ möglich sind.

[0056] Überraschenderweise wurde festgestellt, dass ein positiver Effekt bei der Ausfüllung bzw. Auskleidung des Ringspalts dadurch erzielt werden kann, dass die Viskosität der der erfindungsgemäßen Ringspaltmasse unabhängig von deren Aushärtegeschwindigkeit verändert werden kann. Hierzu wird ein spezieller Viskositätsregulator eingesetzt, der zwar die Viskosität der Ringspaltmasse erhöht, der jedoch nicht die Aushärtung der Ringspaltmasse beschleunigt. Dadurch weist die Ringspaltmasse eine ausreichende Pumpfähigkeit und Förderfähigkeit auf, was insbesondere umfasst, dass das Risiko einer Aushärtung der Ringspaltmasse in der Zuführungsleistung bzw. in der Lisenen verringert wird. Auf der anderen Seite wird der Ringspaltmasse jedoch eine höhere Viskosität verliehen, die es erlaubt, mit dem Tunnelbau fortzufahren, obwohl die Ringspaltmasse bzw. das Bindemittel der Grundmasse noch nicht ausreichend ausgehärtet ist. Die notwendige Zunahme der Viskosität wird durch den Viskositätsregulator bewirkt. Dadurch kann der oben genannte Zielkonflikt gelöst werden.

[0057] Ein weiterer vorteilhafter Effekt der erfindungsgemäß angepassten Ringspaltmasse ist, dass diese durch die höhere Viskosität, insbesondere durch die gelförmige Struktur, weniger stark zu einem Austritt der zwischen den Tübbing vorgesehenen Fugen neigt. Überdies verbessert die höhere Viskosität der in dem Ringspalt angeordneten Ringspaltmasse die Stabilität der Lagerung der Tunnelschale innerhalb der Rohtunnelwand, in jenem zeitlichen Bereich, in dem die Masse noch nicht ausgehärtet ist.

[0058] Die Ringspaltmasse umfasst einerseits eine Grundmasse und andererseits einen Viskositätsregulator. Die Grundmasse kann beispielsweise ein herkömmlicher Ringspaltmörtel sein, wie er üblicherweise bei der Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise Verwendung findet. Diese Grundmasse umfasst bevorzugt Wasser, ein Bindemittel, bevorzugt Zement, und gegebenenfalls weitere Additive.

[0059] Der Viskositätsregulator ist bevorzugt aus einer Gruppe von Stoffen gewählt, die zwar

viskositätserhöhend, jedoch nicht aushärtungsbeschleunigend wirken. Wird ein derartiger Viskositätsregulator der Grundmasse beigemischt, so wird die Viskosität der durch die Vermengung gebildeten Ringspaltmasse erhöht, ohne jedoch dabei die Aushärtung der Grundmasse zu beschleunigen.

[0060] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Viskositätsregulator der Grundmasse schon vor dem Einbringen der Ringspaltmasse in den Ringspalt beigemischt wird. Dadurch kann sich der Viskositätsregulator in der Grundmasse verteilen und seine Wirkung entfalten, bevor die Ringspaltmasse in den Ringspalt eingebracht wird. Ferner kann dadurch die Ringspaltmasse schon mit höherer Viskosität in den Ringspalt eingebracht werden.

[0061] Dies bringt insbesondere auch den Vorteil mit sich, dass die Ringspaltmasse mit höherer Viskosität, insbesondere aufgrund der gelartigen Struktur, etwaigen Auftriebskräften der in der Ringspaltmasse eingebetteten Tunnelschale entgegen wirkt. Bei herkömmlichem, dünnflüssigem Ringspaltmörtel besteht die Gefahr, dass die luftgefüllte Tunnelschale aufgrund von Auftriebskräften aufschwimmt. Verbessert wird diese Halterung der Tunnelschale innerhalb der Rohtunnelwand bevorzugt auch durch die komplette Ausfüllung des Ringspalts mit der Ringspaltmasse. Gegebenenfalls sind im Ringspalt Versorgungskanäle, Drainagekanäle oder ähnliche Einbauten vorgesehen. Diese werden bei dem Einbringen der Ringspaltmasse je nach Aufbau des Tunnels freigehalten, während der restliche Ringspaltraum bevorzugt vollständig mit der Ringspaltmasse ausgefüllt wird.

[0062] Als beispielhafte Mittel zum Einsatz als Viskositätsregulator können beispielsweise Mittel angeführt werden, die die Viskosität eines herkömmlichen Ringspaltmörtels, insbesondere Frischmörtels erhöhen können, ohne dabei die Aushärtung maßgeblich zu beschleunigen. Als Beispiel kann ein Gelbildner angeführt werden. Insbesondere kann der Viskositätsregulator modifizierte Stärke, Carboymethylcellulose, Bentonit oder Acrylatdispersion sein oder enthalten.

[0063] Als besonders bevorzugt haben sich in der Praxis Acrylatdispersionen als Viskositätsregulatoren herausgestellt.

[0064] Bevorzugt bewirkt Acrylatdispersion als Viskositätsregulator eine Erhöhung der Viskosität zementgebundener Massen durch Neutralisation von hydrophoben Gruppen und einen damit einhergehenden Viskositätsanstieg bei Kontakt mit alkalischem Milieu, welches insbesondere durch den Zementleim bereitgestellt wird. Der Viskositätsregulator wirkt bevorzugt unabhängig von der Betonkonsistenz dadurch, dass sich Molekülketten im wässrigen Milieu untereinander vernetzen und das Wasser in so gebildeten Zellen temporär eingeschlossen wird, jedoch für die Hydratation der jeweiligen Bindemittel jederzeit zur Verfügung steht. Die Auswahl der verwendeten Molekülketten bestimmt die kinetische Energie, die zur Lösung der Verbindung der gebildeten Zellen notwendig ist. Dieser Effekt tritt insbesondere schon bei geringen Scherkräften und Mischzeiten ein und fördert so den Zusammenhalt und die Kohäsion der zementgebundenen Masse. Aufgrund der niedrigen Viskosität der Acrylatdispersion (bevorzugt rund 15 mPas bei 20 °C) ist diese sehr leicht einzumischen und führt durch ihre hohe Wirksamkeit zu einem geringen Verbrauch. Der Viskositätsregulator wird insbesondere für den Einsatz in zementgebundenen Massen vorgesehen, kann aber auch bei der Verdickung von zweikomponentigen, zementgebundenen Massen Anwendung finden. Bevorzugt weist der Viskositätsregulator einen geringen VOC-Gehalt auf und enthält keine Alkylphenolethoxylate. Als beispielhaftes Produkt zum Einsatz als Viskositätsregulator kann TAL PROGEL101 des Herstellers TAL Betonchemie Handel GmbH angeführt werden.

[0065] In weiterer Folge wird die Erfindung anhand einer nicht einschränkenden, beispielhaften Ausführungsform weiter beschrieben.

[0066] Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt einer Tunnelfertigungsanlage und einer Anordnung.

[0067] Fig. 2 zeigt ein Detail der Einbringung der Ringspaltmasse, insbesondere das Detail A aus Fig. 1.

[0068] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der unterschiedlichen Leitungen und Ventile.

[0069] Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen der Figuren folgenden Komponenten: Ringspaltmasse 1, Ringspalt 2, Tübbing 3, Tunnelschale 4, Grundmasse 5, Viskositätsregulator 6, Rohtunnelwand 7, Injektionsvorrichtung 8, Hauptinjektionsleitung 9, Nebenleitung 10, Ausgabeöffnung 11, Mischstrecke 12, Schildschwanz 13, Bohrschild 14, Schildmantel 15, Schildschwanzdichtung 16, Tübbingverlegevorrichtung 17, Rückschlagventil 18, Spülleitung 19.

[0070] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt einer exemplarischen Tunnelfertigungsanlage in einer stark vereinfachten Darstellung. Die Tunnelfertigungsanlage umfasst ein Bohrschild 14, das in herkömmlicher Weise zum Abtragen des umliegenden Materials im Bereich der Tunnelbrust vorgesehen ist. Durch dieses Bohrschild 14 wird eine Bohrung hergestellt, die durch die Rohtunnelwand 7 begrenzt ist. Hinter dem Bohrschild 14 ist in herkömmlicher Weise ein zylinderförmiger Schildmantel 15 vorgesehen, der zur Sicherung und insbesondere zur temporären Abstützung der Rohtunnelwand 7 vorgesehen ist. Im Inneren des Schildmantels 15 ist eine Tübbingverlegevorrichtung 17 vorgesehen. In dieser herkömmlichen Tübbingverlegevorrichtung 17 werden Tübbinge 3 über einen Erektor in ihre vorbestimmte Stellung gebracht, um schrittweise, insbesondere durch Bildung nebeneinander angeordneter Tübbingringe, eine Tunnelschale 4 durch Tübbinge 3 zusammenzusetzen. Zwischen die Tunnelschale 4 und die Rohtunnelwand 7 ragt der Schildschwanz 13 des Schildmantels 15.

[0071] Insbesondere wird eine derartige Tunnelfertigungsanlage durch Abstützung an den bereits verlegten Tübbingen 3 bzw. an der Stirnseite der bereits gebildeten Tunnelschale 4 abgestützt, um einen Vortrieb zu bewirken.

[0072] Der Bereich zwischen der Rohtunnelwand 7 und der Tunnelschale 4 wird als Ringspalt 2 bezeichnet. In eben diesen Ringspalt 2 wird eine Ringspaltmasse eingebracht.

[0073] Fig. 2 zeigt eine Detailansicht in einer schematischen Schnittdarstellung, wobei insbesondere die Injektionsvorrichtung 8 dargestellt ist. Insbesondere stellt Fig. 2 das Detail A aus Fig. 1 dar.

[0074] Die Injektionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, die Ringspaltmasse 1 in den zwischen Tübbing 3 bzw. Tunnelschale 4 und Rohtunnelwand 7 vorgesehenen Ringspalt 2 einzubringen. Insbesondere ist es Aufgabe der Injektionsvorrichtung 8, den Ringspalt 2 vollständig mit der Ringspaltmasse 1 zu füllen.

[0075] Die Injektionsvorrichtung 8 ist bevorzugt am Schildschwanz 13 vorgesehen.

[0076] Gegebenenfalls bildet die Injektionsvorrichtung 8 zumindest einen Teil des Schildschwanzes 13.

[0077] Die Injektionsvorrichtung 8 umfasst eine Hauptinjektionsleitung 9, in der die Grundmasse 5 zugeführt wird. Die Grundmasse 5 ist eine pumpfähige, bevorzugt selbstaushärtende Masse, die beispielsweise Wasser und ein Bindemittel, wie Zement, umfasst. Insbesondere ist die Grundmasse 5 ein herkömmlicher Ringspaltmörtel in seiner flüssigen, nicht ausgehärteten Form. Ferner umfasst die Injektionsvorrichtung 8 eine Nebenleitung 10. Durch diese Nebenleitung 10 wird der Viskositätsregulator 6 zugeführt. Insbesondere mündet die Nebenleitung 10 in die Hauptinjektionsleitung 9, um den Viskositätsregulator 6 der Grundmasse 5 beizumengen. Diese Einmündung bzw. Beimengung geschieht bei der vorliegenden Ausführungsform entfernt von der Ausgabeöffnung 11, durch welche die Ringspaltmasse 1 austritt und insbesondere in den Ringspalt 2 eintritt. Zwischen der Einmündung der Nebenleitung 10 in die Hauptinjektionsleitung 9 und der Ausgabeöffnung 11 ist dadurch eine Mischstrecke 12 gebildet. Entlang dieser Mischstrecke 12 kann eine Vermengung des Viskositätsregulators 6 und der Grundmasse 5 erfolgen. Insbesondere kann durch die zeitliche Verzögerung während des Transports der Komponenten entlang der Mischstrecke 12 der Viskositätsregulator 6 in der Grundmasse 5 seine Wirkung entfalten und die Viskosität der Grundmasse 5 und dadurch der Ringspaltmasse

1 in gewünschtem Ausmaß erhöhen.

[0078] Zur Abdichtung des mit Ringspaltmasse 1 gefüllten Ringspalts 2 und dem Inneren der Tunnelfertigungsanlage ist eine Schildschwanzdichtung 16 vorgesehen.

[0079] Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung möglicher Leitungen zur Zuführung und zur Bildung der Ringspaltmasse 1. Die Nebenleitung 10 mündet in die Hauptinjektionsleitung 9. Um zu verhindern, dass die Grundmasse 5 aus der Hauptinjektionsleitung 9 in die Nebenleitung 10 gelangt, ist ein Rückschlagventil 18 vorgesehen. Gegebenenfalls sind mehrere derartige Rückschlagventile 18 vorgesehen, wie in Fig. 3 dargestellt. Zusätzlich kann auch noch eine Spülleitung 19 vorgesehen sein. Die Spülleitung 19 verläuft fluidtechnisch parallel oder seriell zur Nebenleitung 10 und mündet in die Hauptinjektionsleitung 9. Die Spülleitung 19 wird insbesondere zur Zuführung eines Spülfluids eingesetzt. Durch diese Spülleitung 19 kann die Hauptinjektionsleitung 9 ausgespült werden, sodass bei längeren Standzeiten ein Aushärten der Ringspaltmasse 1 in der Hauptinjektionsleitung 9 verhindert wird.

[0080] In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die Hauptinjektionsleitung 9 die Lisen der Tunnelfertigungsanlage ist.

[0081] In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die Förderleistung der Grundmasse 5 und/oder der Ringspaltmasse 1 stufenlos steuerbar bzw. regelbar ist.

[0082] Bevorzugt ist in der Hauptinjektionsleitung 9 ein Drucksensor zur Regelung der Förderleistung der Ringspaltmasse 1 vorgesehen.

[0083] Bevorzugt kann die Injektionsvorrichtung 8 in allen Ausführungsformen mehrere Ausgabeöffnungen 11 umfassen. Diese Ausgabeöffnungen 11 können beispielsweise am Umfang des Schildschwanzes 13 verteilt angeordnet sein. Gegebenenfalls sind vier bis zehn derartiger Ausgabeöffnungen 11 am Schildschwanz 13 angeordnet.

[0084] In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass mehrere Hauptinjektionsleitungen 9, mehrere Nebenleitungen 10 und mehrere Ausgabeöffnungen 11 vorgesehen sind, wobei je eine Hauptinjektionsleitung 9 und eine Nebenleitung 10 jeweils zu einer Ausgabeöffnung 11 führen.

[0085] In weiterer Folge wird das Verfahren zur Herstellung eines Tunnels, insbesondere zur Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise, weiter beschrieben.

[0086] Nachdem eine ausreichend tiefe Bohrung durch die Tunnelbohrmaschine erstellt wurde, beginnt das schrittweise Zusammensetzen der Tunnelschale 4 durch einzelne Tübbinge 3 im hinteren Bereich der Tunnelfertigungsanlage. Insbesondere werden die Tübbinge 3 ringförmig zu einer Tunnelschale 4 zusammengesetzt. Zwischen dieser neu gebildeten Tunnelschale 4 und der umliegenden Rohtunnelwand 7 ist in der Regel ein Ringspalt 2 freigehalten. Dieser Ringspalt 2 wird mit einer Ringspaltmasse 1 ausgefüllt.

[0087] Zur Zuführung der Ringspaltmasse 1 wird eine Grundmasse 5 mit einem Viskositätsregulator 6 vermischt. Die Grundmasse ist bevorzugt eine pumpfähige, selbstaushärtende Grundmasse 5, wie beispielsweise Frischmörtel.

[0088] Der Viskositätsregulator 6 ist bevorzugt ein Mittel, das zwar eine Erhöhung der Viskosität der Grundmasse 5 und dadurch auch der Ringspaltmasse bewirkt, jedoch nicht maßgeblich aushärtungsbeschleunigend wirkt. Beispielsweise kann als Viskositätsregulator 6 modifizierte Stärke, Carboxymethylcellulose, Bentonit oder Acrylatdispersion verwendet werden. Bevorzugt ist der Viskositätsregulator ein Geldbildner.

[0089] Der Viskositätsregulator 6 wird der Grundmasse 5 vor dem Austritt in den Ringspalt 2 beigemischt, um die Ringspaltmasse 1 zu bilden. Die Ringspaltmasse 1 wird nach der Einmündung und nach dem Vermengen der Grundmasse 5 mit dem Viskositätsregulator 6 über eine Mischstrecke 12 weitergefördert, wo es zu einer weiteren Durchmischung der Grundmasse 5 und des Viskositätsregulators 6 und zu einem Entfalten der Wirkung des Viskositätsregulators 6 kommt. In weiterer Folge wird die Ringspaltmasse 1, die nun gegenüber der Grundmasse 5

eine erhöhte Viskosität aufweist, in den Ringspalt 2 eingebracht. Bevorzugt sind mehrere Ausgaböffnungen 11 vorgesehen, sodass der gesamte Ringspalt 2 rund um die Tunnelschale 4 mit der Ringspaltmasse 1 ausgefüllt werden kann. Bevorzugt kommt es zu einer vollständigen Ausfüllung des Ringspalts 2.

[0090] Die Zuführung der Grundmasse 5 erfolgt beispielsweise über Doppelkolbenpumpen, durch die die Grundmasse 5 aus Vorratsbehältern in den Ringspalt 2 gepumpt wird. Die Förderleistung der Pumpen kann beispielsweise über einen hydraulischen Antrieb stufenlos gesteuert bzw. geregelt werden. Bevorzugt sind alle Leitungen, insbesondere alle Hauptinjektionsleitungen 9, mit einem Druckmesssystem versehen, über das eine Steuerung und/oder Überwachung des Verfüllvorgangs möglich sind.

[0091] Der aufzubringende Druck, mit dem die Ringspaltmasse 1 in den Ringspalt 2 eingebracht wird, ist beispielsweise von der Tiefenlage der Trasse und den geologischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen bestimmt.

[0092] Jedenfalls ist bevorzugt in allen Ausführungsformen vorgesehen, dass eine ringweise Verpressung über einen Überdruck erfolgt. Dies kann beispielsweise kontinuierlich oder intermittierend während des Vortriebs passieren. Der Druck muss dabei solange aufrechterhalten bleiben, bis eine ausreichend hohe Viskosität der Ringspaltmasse 1 vorliegt bzw. ein weiteres Abfließen der Ringspaltmasse 1 verhindert ist. Diese Zeit wird durch die erfindungsgemäße Ringspaltmasse 1 stark verkürzt.

[0093] Bevorzugt wird der Viskositätsregulator 6 in jeder einzelnen Hauptinjektionsleitung 9, insbesondere in jeder einzelnen Lisenen, knapp vor dem Austritt der Grundmasse 5 beigemischt.

[0094] In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass der Viskositätsregulator 6 ein flüssiger Stoff ist, der beispielsweise über eine Dosierpumpe oder über eine normale Pumpe der geförderten Grundmasse beigemischt wird.

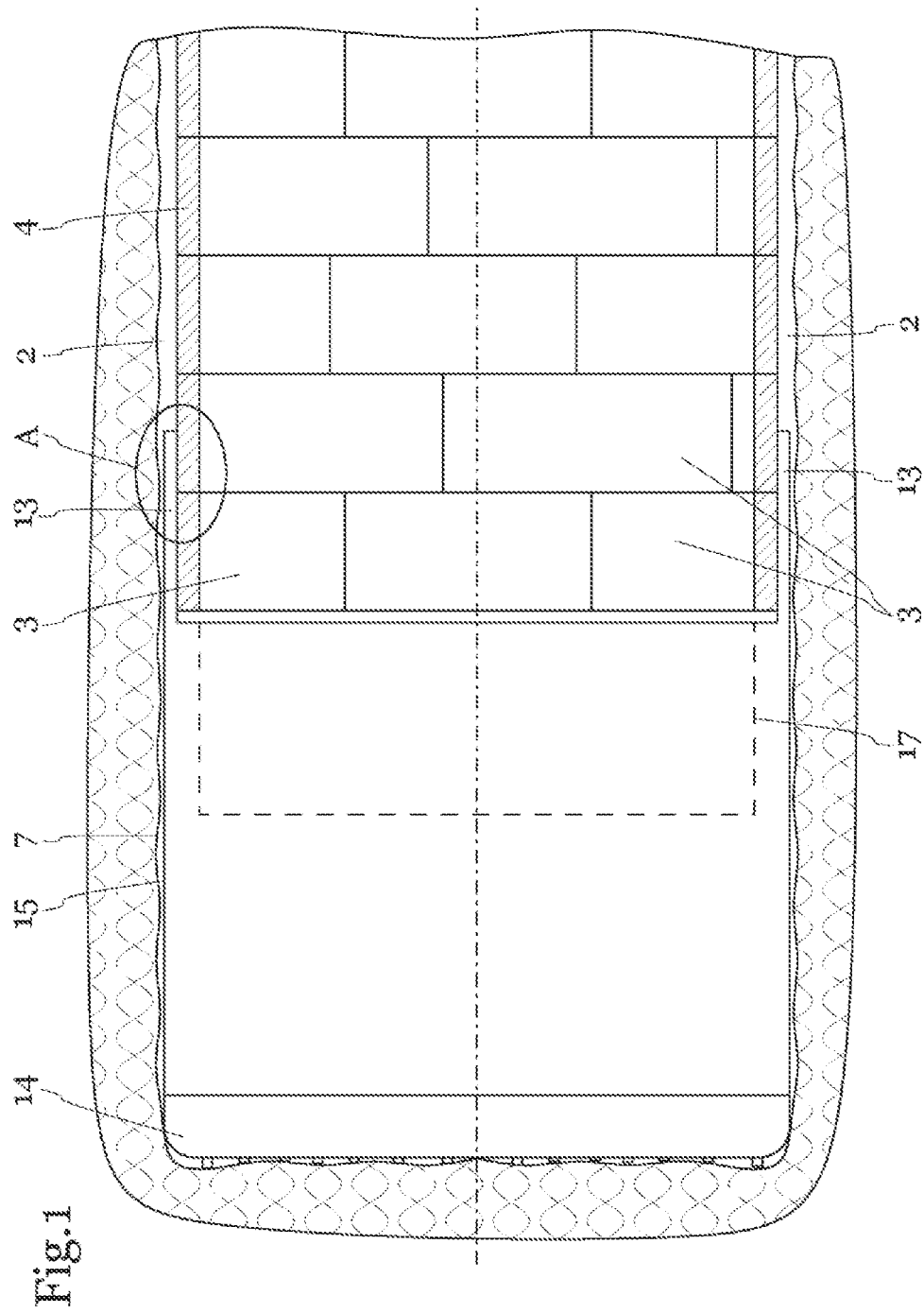
Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Tunnels, insbesondere zur Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise, umfassend folgende Schritte:
 - schrittweises Zusammensetzen der Tübbinge (3) zu einer Tunnelschale (4),
 - Einbringen einer Ringspaltmasse (1) in den zwischen der Tunnelschale (4) und der Rohtunnelwand (7) vorgesehenen Ringspalt (2),
dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Ringspaltmasse (1) insbesondere ein Ringspaltmörtel ist,
 - dass die Ringspaltmasse (1) eine pumpfähige, insbesondere selbstaushärtende, Grundmasse (5) umfasst, wobei die Grundmasse (5) Wasser, ein Bindemittel wie Zement und gegebenenfalls weitere Additive enthält,
 - dass der Grundmasse (5) vor dem Einbringen in den Ringspalt (2) ein Viskositätsregulator (6) beigemischt wird,
 - wobei der Viskositätsregulator (6) die Viskosität der Grundmasse (5) bzw. der Ringspaltmasse (1) erhöht, ohne dabei die Aushärtung der Grundmasse (5) bzw. der Ringspaltmasse (1) maßgeblich zu beschleunigen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass der Grundmasse (5) vor dem Einbringen in den Ringspalt (2) ein Viskositätsregulator (6) beigemischt wird,
 - dass die dadurch gebildete Ringspaltmasse (1) durchmischt und für eine gewisse Zeit in einer Leitung verbleibt damit der Viskositätsregulator (6) seine Wirkung entfalten kann und dann erst in den Ringspalt (2) eingebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ringspaltmasse (1) pumpfähig ist und eine gegenüber der reinen Grundmasse (5) erhöhte Viskosität aufweist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Viskositätsregulator (6) Gelbildner, modifizierte Stärke, Carboxymethylcellulose, Bentonit, Acrylatdispersion, modifizierten Polyacrylate, Polyurethane oder Polyether ist oder enthält.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Grundmasse (5) Bindemittel wie Zement, Wasser und gegebenenfalls einen inerten, feinteiligen Zusatzstoff wie beispielsweise Steinmehl bzw. Kalksteinmehl enthält, wobei die Grundmasse (5) insbesondere als Frischmörtel oder herkömmlicher Ringspaltmörtel ausgebildet ist,
 - dass die Ringspaltmasse (1) Acrylatdispersion als Viskositätsregulator (6) enthält, wobei das Mischungsverhältnis:
 - zwischen 0,1 M.% und 10 M.% Acrylatdispersion,
 - insbesondere zwischen 0,1 M.% und 6 M.% Acrylatdispersion,
 - insbesondere zwischen 2 M.% und 4 M.% Acrylatdispersion,
 - insbesondere zwischen 2,5 M.% und 3,5 M.% Acrylatdispersion,
 - oder insbesondere zwischen 1 M.% bis 3 M.% bei gleichmäßiger Durchmischung, jeweils Masseprozent bezogen auf die Masse des Bindemittels und des gegebenenfalls vorgesehenen inerten, feinteiligen Zusatzstoffs der Grundmasse (5), beträgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Acrylatdispersion Polyacrylate in einer Konzentration im Bereich von 5 M. % bis 10 M.% bezogen auf die Wassermasse enthält, wobei die Polyacrylate insbesondere Seitenketten mit mehr als sieben C-Atomen aufweisen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Grundmasse (5) Bindemittel wie Zement, Wasser und gegebenenfalls einen inerten, feinteiligen Zusatzstoff wie beispielsweise Steinmehl bzw. Kalksteinmehl enthält, wobei die Grundmasse (5) insbesondere als Frischmörtel oder herkömmlicher

- Ringspaltmörtel ausgebildet ist,
- dass die Ringspaltmasse (1) Acrylatdispersion als Viskositätsregulator (6) enthält,
 - dass die Acrylatdispersion Polyacrylate enthält, wobei die Polyacrylate insbesondere Seitenketten mit mehr als sieben C-Atomen aufweisen, und dass das Mischungsverhältnis:
 - zwischen 0,05 M.% und 1 M.% Polyacrylat,
 - insbesondere zwischen 0,15 M.% und 0,3 M.% Polyacrylat,jeweils Masseprozent bezogen auf die Masse des Bindemittels und des gegebenenfalls vorgesehenen inerten, feinteiligen Zusatzstoffs der Grundmasse (5), beträgt.
8. Tunnelfertigungsanlage, insbesondere Tunnelbohrmaschine zur Herstellung eines Tunnels nach der Tübbingbauweise gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend eine Tübbingverlegevorrichtung (17) zur Bildung einer aus mehreren Tübbing (3) zusammengesetzten Tunnelschale (4) und eine Injektionsvorrichtung (8) zur Einbringung einer Ringspaltmasse (1) in den zwischen der Tunnelschale (4) und der Rohtunnelwand (7) vorgesehenen Ringspalt (2),
dadurch gekennzeichnet,
- dass in der Injektionsvorrichtung (8) die Ringspaltmasse (1) angeordnet ist oder gefördert wird,
 - dass die Injektionsvorrichtung (8) eine Hauptinjektionsleitung (9) umfasst, in der die Grundmasse (5) vorgesehen ist oder gefördert wird,
 - und dass die Injektionsvorrichtung (8) eine Nebenleitung (10) umfasst, in der zur Beimengung des Viskositätsregulators (6) zur Grundmasse (5) der Viskositätsregulator (6) vorgesehen ist oder gefördert wird.
9. Tunnelfertigungsanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Injektionsvorrichtung (8) eine Ausgabeöffnung (11) zur Ausgabe der Ringspaltmasse (1) in den Ringspalt (2) aufweist, und dass die Nebenleitung (10) vor der Ausgabeöffnung (11) in die Hauptinjektionsleitung (9) mündet.
10. Tunnelfertigungsanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen der Einmündung der Nebenleitung (10) in die Hauptinjektionsleitung (9) und der Ausgabeöffnung (11) eine Mischstrecke (12) zur Mischung der Grundmasse (5) und des Viskositätsregulators (6) vorgesehen ist, und dass die Mischstrecke (12) insbesondere derart ausgebildet ist, dass die durch die Ausgabeöffnung (11) austretende Ringspaltmasse (1) eine höhere Viskosität aufweist als die Grundmasse (5).
11. Tunnelfertigungsanlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass mehrere Austrittsöffnungen (11) zur Einbringung der Ringspaltmasse (1) in den Ringspalt (2) vorgesehen sind.
12. Tunnelfertigungsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Injektionsvorrichtung (8) am Schildschwanz (13) einer Tunnelbohrmaschine zur Herstellung eines Tunnels durch Tübbingausbau angeordnet ist oder einen Teil des Schildschwanzes (13) bildet.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2



2/2

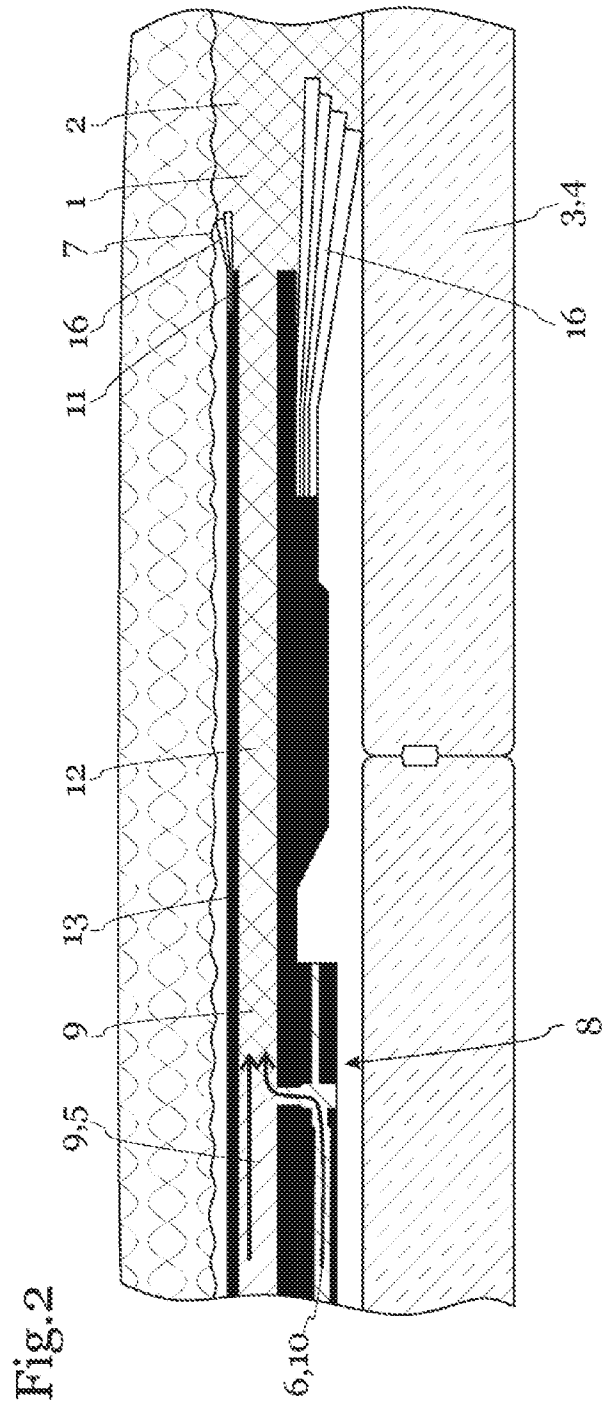
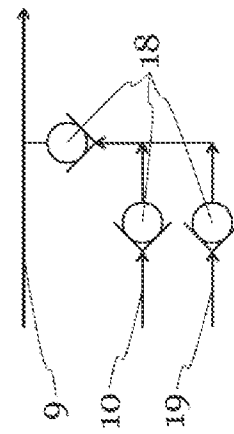


Fig.3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

E21D 11/10 (2006.01); **C04B 40/00** (2006.01); **C04B 24/00** (2006.01); **C04B 28/04** (2006.01); **C04B 103/44** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

C04B 24/00 (2016.05); **C04B 40/00** (2016.05)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

C04B, E21D

Konsultierte Online-Datenbank:

WPIAP, EPODOC, PAJ, PATDEW, Espacenet

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **27.02.2018** eingereichten Ansprüchen **1-12** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DE 10103711 A1 (Ed. ZUEBLIN AG) 01. August 2002 (01.08.2002) ganzes Dokument	1
A		2-12
Y	DE 102009008451 B3 (DB PROJEKTBAU GMBH [DE], ELE BERATENDE INGENIEURE GMBH [DE], UNIV RUHR BOCHUM [DE]) 04. Februar 2010 (04.02.2010) ganzes Dokument	1
A		2-12
A	DE 202015009159 U1 (PORR BAU GMBH) 14. November 2016 (14.11.2016) ganzes Dokument	1-12
A	WO 2016179612 A1 (PORR BAU GMBH) 17. November 2016 (17.11.2016) Ansprüche	1-12
A	EP 0100771 A1 (WAYSS & FREYTAG AG) 22. Februar 1984 (22.02.1984) Ansprüche	1-12

Datum der Beendigung der Recherche:
11.04.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

STEPANOVSKY Martin

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.