(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 837 768 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.02.2015 Patentblatt 2015/08

(51) Int Cl.:
E21D 11/38 *(2006.01)* ***E21D 11/10*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14002660.0**

(22) Anmeldetag: **30.06.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **09.07.2005 DE 102005032434**
11.08.2005 DE 102005038363
06.10.2005 DE 102005048118
03.12.2005 DE 102005057959
03.12.2005 DE 102005057960

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
11008814.3 / 2 420 648
06776099.1 / 1 902 197

(71) Anmelder: **Skumtech AS**
0172 Oslo (NO)

(72) Erfinder:
- **Jonsson, Svein**
  NO-0319 Oslo (NO)
- **Kofoad, Carsten**
  6264 Tennfjord (NO)

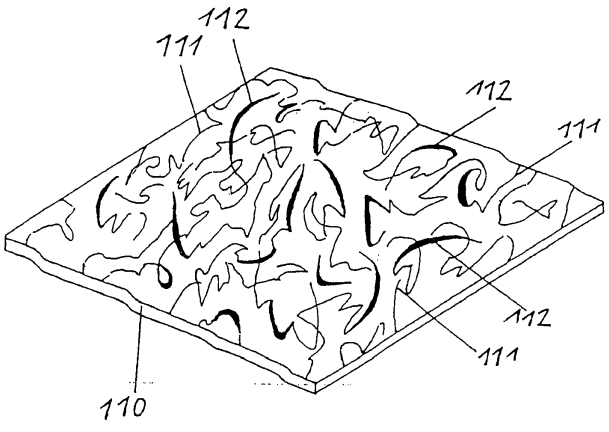
(74) Vertreter: **Kaewert, Klaus**
Rechtsanwalt
Gänsestrasse 4
40593 Düsseldorf (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 30-07-2014 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Ausbau im Hoch- und Tiefbau**

(57) Ausbau für den Hoch und Tiefbau, insbesondere Tunnelausbau oder Ausbau von Stollen im standfesten Gebirge, mit einer Abdichtung in Form einer Folie (4) gegen Wasser, wobei Anker (5) verwendet werden, insbesondere Anker, die in das standfeste Gebirge (7) eingebracht werden, wobei die Folie (4) mittels Befestigern (14,15) an den Ankern (5) gehalten wird, wobei die Folie (4) jeweils zwischen zwei Befestigern (14,15) eingespannt wird, von denen der eine außenseitig an der Folie und der andere innenseitig an der Folie angeordnet ist, wobei der außenseitige Befestiger eine Verbindung mit dem Anker (5) hat, und wobei an der Folie (4) eine Spritzbetonschicht (3) aufgebaut wird, gekennzeichnet durch eine Folie (110) mit aufgerauter Oberfläche, spritzbetonseitige durch einen Kunststoff-Partikelauftrag gebildet ist.

Fig. 6



EP 2 837 768 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ausbau im Hoch- und Tiefbau, insbesondere einen Ausbau unterirdischer Räume wie Tunnel und Stollen oder Rohrleitungen im standfesten Gebirge.

[0002] Besonders häufig finden Befestiger im Tunnelausbau Anwendung. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den Tunneln im standfesten Gebirge und im nicht standfesten Gebirge. Ein standfestes Gebirge bricht nach dem Tunnelausbruch nicht ein. Dagegen wird bei einem nicht standfesten Gebirge ein tragfähiger Ausbau des Tunnels erforderlich, der das Gewicht des Gebirges teilweise aufnimmt. Im nicht standfesten Gebirge ist sowohl ein Stahlausbau als auch ein Betonausbau üblich. Es können auch Kombinationen von Stahl und Beton Anwendung finden. Der Betonausbau kann wird zumeist an der Baustelle gefertigt werden. Es sind auch Betonpaneele üblich, die im Werk hergestellt und zur Baustelle transportiert werden.

[0003] Im standfesten Gebirge entfällt das Festigkeitsproblem.

[0004] Es verbleibt das Problem, wie eine Sicherung gegen herab fallende Steine stattfindet. Das Problem wird üblicherweise mit Spritzbeton gelöst. Dabei wird Beton gegen den Gebirgsausbruch gespritzt, der dort erhärtet und eine schützende Haut bildet.

[0005] Ein anderes Problem ist austretendes Gebirgswasser.

[0006] Im Winter friert das Wasser. Es besteht die Gefahr herab fallender Eismassen. Dieser Gefahr wird üblicherweise mit einer Folienabdichtung begegnet. Je nach Dicke der Folie wird auch von Bahnen gesprochen. Zum Teil findet sich auch die Bezeichnung Membran.

[0007] Die Folienabdichtung leitet das Wasser ab. Zugleich wird mit einer Wärmedämmung ein Frieren des Wassers verhindert.

[0008] Die Folienabdichtung wird aus Folienbahnen zusammengesetzt.

[0009] Die Folienbahnen werden am Gebirgsausbruch überlappend verlegt, so daß die Folienränder anschließend miteinander verschweißt werden können. Vorzugsweise wird beim Verschweißen eine Doppelnaht erzeugt. Es liegen zwei Schweißnähte nebeneinander. Der Zwischenraum läßt sich mit Luftdruck beaufschlagen. Bei geschlossenem Zwischenraum kann von einer ausreichenden Dichtwirkung ausgegangen werden, wenn der Druckabfall in dem Zwischenraum über eine bestimmte Zeitdauer bestimmte Grenzen nicht überschreitet.

[0010] Die Befestigung der Folie erfolgt auf unterschiedliche Weise.

[0011] Bei geringen Festigkeitsanforderungen hat sich in der Vergangenheit eine Folienbefestigung mit einem als Rondelle ausgebildeten Befestiger aus Kunststoff durchgesetzt. Die Rondelle wird an das Gebirge oder an eine erste, aufgetragene Spritzbetonschicht genagelt oder angeschossen. Beim Anschießen werden die Rondellen nicht mit einem Hammer oder dergleichen ins Gebirge geschlagen, sondern mittels einer Sprengpatrone in das Gebirge oder in die erste aufgetragene Spritzbetonschicht getrieben.

[0012] Die bekannten Rondellen sind zum Beispiel in der DE-3244000C1, DE4100902A1, DE19519595A1,DE8632994.4U1, DE8701969.8U1, DE20217044U1 dargestellt und beschrieben. Die bekannten Rondellen sind mit der Folie verschweißt worden. Als besonders günstig wurden Rondellen mit einer Sollbruchstelle angesehen. Die Rondellen sollen bei einer Belastung der Folie an der Sollbruchstelle zerbrechen. Die Festigkeit der Sollbruchstelle liegt wesentlich unter der Folienfestigkeit. Dadurch bricht zuerst die Rondelle, wenn auf die Folie ein übermäßiger Zug ausgeübt wird. Das heißt, die Folienabdichtung bleibt bei übermäßigem Zug in der Folie unversehrt, während die Rondelle zerbricht.

[0013] Die Kunststoff-Rondellen sind jedoch nur dann geeignet, wenn bei der Befestigung der Folien und einem anschließenden Spritzbetonauftrag geringe Kräfte entstehen.

[0014] Insbesondere in Tunneln kommen jedoch hohe Kräfte vor. In Eisenbahntunneln wird von den durchfahrenden Zügen ein extremer Luftdruck und anschließend ein extremer Saugzug erzeugt. Die Drücke wirken auf extrem große Flächen, so daß Gesamtdrücke entstehen, die eine ausreichend feste Verbindung des Tunnelausbaus mit dem Gebirge erfordert. Die Drücke sind von der Fahrgeschwindigkeit der Züge abhängig. Hochgeschwindigkeitszüge erhöhen die Drücke noch einmal um ein Vielfaches gegenüber normalen Eisenbahnen.

[0015] Ähnliches gilt für Kraftfahrzeugtunnel.

[0016] Bei solcher Belastung haben sich Rondellen aus Stahl als Befestiger durchgesetzt, die mit Ankern im Gebirge gehalten werden.

[0017] Die bekannten Rondellen haben einen Durchmesser von etwa 150 mm und eine Dicke von 3 bis 4 Millimetern. Solche Rondellen besitzen ein große Festigkeit.

[0018] Die bekannten Anker haben Durchmesser von 12 oder 14 oder 16 oder 20mm. Sie bestehen vorzugsweise aus rostfreiem Stahl und sind gebirgsseitig profiliert, um im Gebirge eine hohe Auszugfestigkeit zu entfalten. Für die Anker werden entsprechende Bohrungen in das Gebirge eingebracht. Anschließend werden die Anker mit einem Montagezement oder anderen geeigneten Montagemitteln in den Bohrungen festgesetzt.

[0019] Solche Anker können im Unterschied zu der bekannten Nagelkonstruktion richtig große Kräfte aufnehmen. Die Lasten werden in das Gebirge geleitet. Mit den Ankern ist es deshalb möglich, einen Tunnelausbau aufzubauen, der den Belastungen durchfahrender Züge und durchfahrender Kraftfahrzeuge standhält.

[0020] An dem freien Ende sind die Anker in der Regel mit einem Gewinde versehen, vorzugsweise entsprechend dem Durchmesser mit metrischen Gewinde M12 oder M14 oder M16 oder M20. An dem gewindeseitigen Ende werden die Stahlrondellen zwischen zwei Schrau-

ben gehalten. Die Schrauben erlauben eine Einstellung der Rondellen auf dem Anker.

[0021] Die Anker sind üblicherweise so lang, daß sie über die Stahlrondellen hinaus in den Tunnel ragen. Das dient zur Befestigung eines Drahtgitters als Rückhaltung beim Anspritzen des Betons und zur Versteifung des Tunnelausbaus durch Verbindung mit dem Gebirge.

[0022] Beim Anspritzen von Beton gegen eine Folie besteht die Gefahr, daß die Folie den Beton abwirft bzw. der Beton nicht an der Folie haftet. Dann ist es zweckmäßig, im Abstand vor der Folie ein Drahtgitter oder dergleichen vorzusehen, das ein Herabfallen des Betons verhindert.

[0023] Das Drahtgitter dient auch zur Armierung der Spritzbetonschicht.

[0024] Auf dem Anker kann auch ein Abstandshalter für das Drahtgitter montiert werden. Bekannte Abstandshalter sind sternförmig mit Stangen versehen, um das Drahtgitter möglichst großflächig zu stützen.

[0025] Bei der bekannten Bauweise durchstoßen die Anker die Folie.

[0026] Die Folie wird dann zwischen den Stahl-Rondellen eingespannt.

[0027] Von den beiden Rondellen befindet sich eine Rondelle außenseitig an der Folienabdichtung und die andere Rondelle innenseitig an der Folienabdichtung.

[0028] In der Praxis zeigt sich, daß das Gebirgswasser an den Ankern entlangläuft Dadurch stehen Anker und Rondellen unter entsprechender Wasserbelastung. Der EP 1950375 liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das Wasser durch das Schraubengewinde von Rondellen und Anker dringt. Das Wasser läuft dann auch durch die in der Folie entstandene Öffnung. Es kommt zu Leckagen. Selbst eine tropfenweise Leckage führt in entsprechender Zeit zu erheblichen Wassermengen. Das Wasser kann an der Tunnelinnenseite austreten. Im Winter friert das eindringende Wasser. Es bilden sich Eiszapfen, die spätestens bei eintretendem Tauwetter herunterfallen und eine schlimme Unfallgefahr bilden. Außerdem kann das Eis erhebliche Zerstörung am Tunnelausbau verursachen.

[0029] Um das Eindringen von Wasser am Gewinde der Rondelle zu verhindern, ist es bekannt, in die Durchtrittsöffnung der Rondelle einen Gummiring einzusetzen. Der Gummiring hat allerdings nur eine sehr beschränkte Wirkung, weil er nicht ausreichend in die Gewindegänge des Ankers greifen kann. Es ist zwar bekannt, den Gummiring gewindeseitig mit Noppen zu versehen, die besser zwischen die Gewindegänge greifen sollen als ein glatter Ring. Das bewirkt allerdings immer noch keine ausreichende Dichtung.

[0030] Im übrigen ist es bekannt, den Tunnel innen mit einer Isolierung zu versehen, um eine Eisbildung zu verhindern.

[0031] Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, den Tunnelausbau zu verbessern, insbesondere durch eine bessere Folie. Nach der Erfindung wird das mit den Merkmalen der Patentansprüche erreicht.

[0032] Wie oben erläutert, wird die Folie aus einzelnen Folienbahnen zusammengesetzt.

[0033] Die einzelnen Folienbahnen werden herkömmlich am Umfang der Tunnel verlegt. Die Anzahl der Anker und Befestiger hängt von deren Abstand ab. Es ist von Vorteil, sämtliche außenseitigen Befestiger in der beschriebenen Form vorzubereiten.

[0034] Anschließend wird die vorbereitete Folienbahn verlegt. Dabei wird zum Beispiel an einer Tunnelseite an der Sohle begonnen. Die Folie wird an der Tunnelseite hoch geführt. Sobald die Folie einen Dorn des außenseitigen Befestigers berührt, zeichnet sich der Dorn an der Folie ab bzw. kann der Dorn an der Folie gespürt werden. Das kann genutzt werden, um genau an den Stellen Öffnungen in die Folie zu schneiden. Dies kann von Hand oder mechanisiert erfolgen. Sobald sich eine Öffnung in der Folie befindet, kann die Folie über den Dorn geschoben werden.

[0035] Vorzugsweise ist an dem bereffenden Dorn sofort eine Befestigung der Folie vorgesehen. Dabei wird wahlweise eine Dichtung auf die Folie aufgebracht und anschließend der innenseitige Befestiger auf den Dorn geschoben. Anschließend erfolgt die Verspannung der beiden Befestiger.

[0036] Dies geschieht durch Verschraubung. Vorzugsweise erfolgt die Verschraubung mit einer Schraubenmutter auf dem Dorn, der ein entsprechendes Gewinde besitzt.

[0037] Nach der Erfindung werden Dichtung und Folie bei der Verspannung der Befestiger mechanisch nicht überbelastet und wird zugleich eine optimal belastbare Ankerkonstruktion geschaffen. Das geschieht insbesondere durch Abstandshalter zwischen den Befestigern. Vorzugsweise finden Ringe als Abstandshalter Anwendung..

[0038] Ähnliche Verhältnisse ergeben sich auch, wenn alternativ der Befestiger ohne weitere Dichtung auf den Dorn geschoben und gegen die Folie gedrückt wird.

[0039] Die Länge des Dorns ist von dem Umfang des Spritzbetonausbaus abhängig. Der Aufbau kann ausschließlich aus Beton bestehen. Der Aufbau kann auch eine Isolierschicht beinhalten. Die Isolierschicht wird dann vorzugsweise gebirgsseitig hinter dem Beton angeordnet.

[0040] Der Dorn muß dann durch die Isolierschicht hindurch ragen, um am vorderen Ende das oben beschriebene Drahtgitter und den Abstandshalter zu tragen.

[0041] Bei allen Abdichtungsproblemen wird unterschieden zwischen der außen wirkenden Wasserlast, der innen wirkenden Wasserlast sowie Wasserlasten, die von außen und auch von innen auf den Spritzbetonausbau wirken.

[0042] Um dem zu begegnen werden häufig Foliendichtungen zur Anwendung gebracht. Die Foliendichtung kann beiderseits im Spritzbeton eingeschlossen sein. Sie kann aber auch einseitig angeordnet sein. Dabei kann die Foliendichtung außen vor dem Spritzbeton angeordnet sein, um gegen eindringendes Wasser zu dichten.

Desgleichen kann die Foliendichtung innen vor dem Spritzbeton angeordnet sein, um innen anstehende Abwässer oder andere Flüssigkeit an einem Austritt zu hindern.

[0043] Der Spritzbeton kann einschichtig oder mehrschichtig aufgebracht werden.

[0044] Eine häufige Anwendung findet sich in unterirdischen Räumen in standfestem Gebirge. Dabei kann es sich um Tunnel, Lagerräume, Bunker, Kanäle und anderes handeln. Überirdisch ist eine häufige Anwendung in offenen Baugruben gegeben.

Die unterirdische Anwendung hat unterschiedliche Varianten:

[0045] Zum Beispiel wird nach DE-3244000 C eine erste Spritzbetonschicht auf den Gebirgsausbruch gebracht. Die erste Spritzbetonschicht dient im wesentlichen der Versiegelung des Gebirgsausbruches. Auf der ersten Spritzbetonschicht wird die Foliendichtung verlegt. Für die erste Spritzbetonschicht ist zumeist eine relativ geringe Schichtdicke ausreichend.

[0046] Das Verlegen der Foliendichtung erfolgt üblicherweise in Bahnen, die an dem Gebirge bzw. an der Spritzbetonschicht befestigt werden müssen. Die Bahnen werden nacheinander so verlegt, daß sie sich an den Rändern überlappen und zu der gewünschten Abdichtung ergänzen. An den sich überlappenden Rändern ist eine Verschweißung der Bahnen vorgesehen.

[0047] Zur Befestigung der Bahnen ist vorgesehen, daß zunächst Anker in das Gebirge eingebracht werden. Die Foliendichtung kann von den Ankern durchstoßen werden, wenn damit verbundene Leckstellen anschließend abgedichtet werden. Das kann mittels zweier Flansche erfolgen, von denen mindestens einer zugleich mit der Folie dichtet. Das geschieht zum Beispiel durch Ausbildung des Flansches als Neoprenscheibe. Die Flansche sollen die Folie zwischen sich einklemmen. Von diesen beiden Flanschen ist vorzugsweise der gebirgsseitige Flansch fest angeordnet, während der andere Flansch verstellbar ist. Die Anker stellen den Verbund zum Gebirge her und halten die Betonbewehrung mit der Spritzbetonrücklange, welche den inneren Spritzbetonaufbau ermöglicht und stabilisiert. Die Betonbewehrung besteht üblicherweise aus Stahl, zum Beispiel in der Form von Betonstahlgewebematten. Die Spritzbetonrücklage wird nach der DE-3244000 durch ein Drahtnetz gebildet. Das Drahtnetz ist in einigem Abstand von der Folie angeordnet und soll verhindern, daß auftreffender Spritzbeton von der Foliendichtung zurückgeworfen wird.

[0048] In anderen Anwendungen ist vorgesehen, daß die Foliendichtung im Abstand vom Gebirge montiert wird. Das geschieht mit den beschriebenen Ankern, an denen die Foliendichtung befestigt wird. Dabei stellt sich das Problem des Rückpralls von Spritzbeton noch in stärkerem Maß als bei der zuvor beschriebenen Variante. Gleichwohl hilft das Drahtnetz auch in diesem Fall, so daß mit der beschriebenen Drahtnetztechnik ohne weiteres ein Spritzbetonausbau im Abstand von dem Gebirgsausbruch aufgebaut werden kann.

[0049] In einer Abwandlung der vorstehenden beabstandeten Anordnung der Foliendichtung ist ein Gitter oder Drahtgeflecht zwischen dem Ausbau und dem Gebirgsausbruch vorgesehen. Dabei dient das Drahtgeflecht vorzugsweise als Sicherung gegen Steinschlag aus dem Gebirge.

[0050] Aus der Zeitschrift, Forschung + Praxis , 1970, S.184, ist es bekannt, das Drahtnetz direkt gegen die Folienabdichtung zu spannen. Gleichwohl kommt es beim Anspritzen des Betons zu einer Beabstandung des Drahtnetzes von der Folie, weil sich die Folie in ganz anderem Umfang ausbeult als das Drahtnetz.

[0051] Aus der DE-2400866A1 und der DE-36526980A1 ist es bekannt, die Folienabedichtung spritzbetonseitig mit einem Faservlies abzudecken. Dabei kann das Faservlies verschiedene Aufgaben erfüllen. Nach der DE-3626980 erfüllt das Faservlies verschiedene Funktionen, nämlich eine Schutzfunktion und eine Dränfunktion. Nach der DE-2400866 ist darüber hinaus vorgesehen, das Faservlies zunächst mit einer Grundierung zu versehen, bevor es zum eigentlichen Auftrag des Spritzbetons kommt.

[0052] Aus der DE-3741699 ist die Verwendung von Folienabdichtungen mit einer Noppenstruktur bekannt. Die Noppen sollen ausbruchseitig einen Abstand offen halten, durch den das aus dem Gebirge austretende Wasser abfließen kann.

[0053] Aus der DE-3823898 ist bekannt, die Noppenstruktur an einer Folienabdichtung zu anderen Zwecken einzusetzen, nämlich zur Rückhaltung des Spritzbetons.

[0054] Nach der Erfindung ist eine besondere Gestaltung der Foliendichtung vorgesehen.

[0055] Die Mindeststeifigkeit wird mit ungeschäumter Olefinfolie, insbesondere eine Polyolefinfolie, z.B. Polyethylenfolie (PE-Folie) dargestellt. Es können auch Copolymere zum Einsatz kommen, zum Beispiel Ethylencopolymer-Folien. Jedes PE ist als Abdichtungsfolie geeignet. Dazu gehören unter anderem LDPE, HDPE.

[0056] Geeignet ist auch Polypropylen (PP).

[0057] Die Steifigkeit wird durch eine Mindestdicke von 1,5mm vorzugsweise eine Mindestdicke von 1,8mm gebildet. Bei anderen Folienmaterialien wird die Dicke soweit vergrößert, bis eine gleiche Mindeststeifigkeit erreicht ist.

[0058] Die Oberflächenrauigkeit entsteht durch Aufbringen von Partikeln gleichen Materials wie die Folie auf die spritzbetonseitige Folienfläche. Die Partikel können unterschiedliche Form aufweisen. Günstig ist eine längliche Form. Dazu gehört eine Fadenform oder Strangform. Das Material kann vor dem Auftragen oberflächlich angeschmolzen werden, so daß das Material nach der Berührung mit der Folienfläche darauf haftet. Im Kern soll das Material nicht schmelzflüssig werden. Das Anschmelzen bedingt eine Oberflächentemperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des jeweiligen Materi-

als liegt. Die Temperatur des zum Anschmelzen verwendeten Mediums soll noch einiges höher sein, damit es zu einer kurzfristigen Erwärmung kommt.

[0059] Die notwendige Erwärmung zum Anschmelzen der Oberfläche kann mit einer offenen Flamme oder in anderer Weise auf das Material gebracht werden. Es werden die Kunststoffpartikel zum Beispiel durch Aufmahlung eines Granulates von 2 bis 8 mm auf einen Durchmesser bis 2mm, vorzugsweise auf einen Durchmesser bis 1,5mm und noch weiter bevorzugt auf einen Durchmesser von 0,2 bis 1mm hergestellt. Die Auftragsmenge wird nach dem Flächengewicht des Auftrags gemessen. Bemessungen nach dem Flächengewicht sind auch von Geweben bekannt. Nach der Erfindung ist vorzugsweise mindestens ein Auftrag von mindestens 20 Gramm pro Quadratmeter vorgesehen, vorzugsweise ein Auftrag von mindestens 50 Gramm pro Quadratmeter, noch weiter bevorzugt ein Auftrag von 100 Gramm pro Quadratmeter. In der Praxis kommen voraussichtlich Auftragsmengen bis 500 Gramm pro Quadratmeter und mehr vor. Verschiedene Einzelheiten und Variationen zum Partikelauftrag sind in folgenden Druckschriften beschrieben:

> AT 194605, CH332229, DE4207210A1, DE19718035C, EP901408A oder in der WO 97/37772 bzw. PCT/US97/05029, US 2987104,US 5612081, US 5075135, US 3622422, US 2936814.

[0060] Wahlweise wird die Folienoberfläche für den Materialauftrag zusätzlich vorgewärmt, um eine bessere Verbindung der Partikel mit der Folienfläche zu erreichen. Die Vorwärmung ist entbehrlich, wenn die Wärme aus der Folienherstellung genutzt wird.

[0061] Die übliche Herstellung der Folie geht von einer Extrusion des Materiales aus. Dabei wird der schmelzteigige Kunststoff mittels eines Extruders durch eine Düse in den Spalt eines Walzenpaares aufgegeben.

[0062] Der in den Walzenspalt gelangende Kunststoff kann schon eine Folienform haben. Diese Folienform wird mittels einer Schlitzdüse erreicht. Der Schlitz in der Düse hat dann eine entsprechende Länge und eine entsprechende Breite.

[0063] Wahlweise wird der schmelzteigige Kunststoff auch granulatförmig oder schnitzelförmig in den Walzenspalt aufgegeben, so daß sich dort Kunststoffknet bildet, der fortlaufende durch den Walzenspalt gezogen wird, so daß sich eine Folie zwischen den Walzen bildet.

[0064] Zwischen den Walzen des Walzenpaares, gegebenenfalls auch in einem oder mehreren weiteren Walzvorgängen wird der Folie die gewünschte genaue Dicke gegeben.

[0065] Auf die genaue Folienbreite kommt es bei dem ersten Walzvorgang nicht an. Durch das Walzen stellt sich ein mehr oder weniger schlangenförmig verlaufender Folienrand ein. Deshalb wird die Folie am Ende des Walzvorganges seitlich besäumt. Die anfallenden Randstreifen werden vorzugsweise in den Extruder zurückgeführt und dort wieder in schmelzteigiges Ausgangsmaterial für den Walzvorgang umgeformt. Während des Walzvorgangs hat die Folie eine erhebliche Temperatur. Wahlweise wird diese Temperatur zum Aufbringen der zum Aufrauhen der Oberfläche bestimmten Partikel genutzt.

[0066] Darüber hinaus ist wahlweise eine Nachwärmung vorgesehen, um die Verbindung der Partikel mit der Folienfläche zu verbessern. Wahlweise sollen die Partikel auch noch mit Walzendruck an die Folienfläche gepresst werden, damit es zu einer besseren Verbindung der Partikel mit der Folienfläche kommt.

[0067] Gleichwohl geht die EP901408A davon aus, daß der Schweißfaktor der Verbindung zwischen Partikeln und Folienfläche ganz wesentlich unter 1 liegt. Das wird als Vorteil dafür angesehen, daß sich die Partikel unter entsprechender Belastung wieder ablösen können, ohne daß es zu einer Zerstörung der Foliendichtung kommt.

[0068] Die Wärme kann auch durch bloße Heißgase auf die Partikel aufgetragen werden. Dabei ist es möglich, die Partikel in den Heißgasstrom einzudosieren. Die Verweildauer in dem Heißgas bestimmt das Maß der Anschmelzung. Die Verweildauer ist von der Wegstrecke der Partikel bis zum Auftreffen auf die Folienfläche und von der Gasgeschwindigkeit abhängig.

[0069] Die Wärme kann auch durch bloße Strahlung aufgebracht werden, indem die Partikel durch einen Heizkanal fallen und während des Falles durch Strahlungswärme oberflächlich angeschmolzen werden.

[0070] Die übliche Herstellung der Folie geht von einer Extrusion des Materiales aus. Dabei wird der schmelzteigige Kunststoff mittels eines Extruders durch eine Düse in den Spalt eines Walzenpaares aufgegeben.

[0071] Der in den Walzenspalt gelangende Kunststoff kann schon eine Folienform haben. Diese Folienform wird mittels einer Schlitzdüse erreicht. Der Schlitz in der Düse hat dann eine entsprechende Länge und eine entsprechende Breite.

[0072] Wahlweise wird der schmelzteigige Kunststoff auch granulatförmig oder schnitzelförmig in den Walzenspalt aufgegeben, so daß sich dort Kunststoffknet bildet, der fortlaufende durch den Walzenspalt gezogen wird, so daß sich eine Folie zwischen den Walzen bildet.

[0073] Zwischen den Walzen des Walzenpaares, gegebenenfalls auch in einem oder mehreren weiteren Walzvorgängen wird der Folie die gewünschte genaue Dicke gegeben.

[0074] Auf die genaue Folienbreite kommt es bei dem ersten Walzvorgang nicht an. Durch das Walzen stellt sich ein mehr oder weniger schlangenförmig verlaufender Folienrand ein. Deshalb wird die Folie am Ende des Walzvorganges seitlich besäumt. Die anfallenden Randstreifen werden vorzugsweise in den Extruder zurückgeführt und dort wieder in schmelzteigiges Ausgangsmaterial für den Walzvorgang umgeformt. Während des Walzvorgangs hat die Folie eine erhebliche Temperatur.

[0075] Wahlweise wird dabei ein Profil erzeugt, wie es

in der DE19721799 beschrieben ist.

[0076] Je biegesteifer die Foliendichtung ist, desto leichter wird der Spritzbetonauftrag. Die Steifigkeit wird einerseits durch die Foliendicke bestimmt. Zum anderen wird die Steifigkeit durch den Verbau der Foliendichtung bestimmt. Je höher die Zahl gleichmäßig verteilter Befestigungspunkte auf der Foliendichtung ist, desto größer wird die Steifigkeit. Vorzugsweise ist die Verteilung so, daß vier benachbarte Befestigungspunkte die Eckpunkte eines Quadrates bilden. Die Kantenlänge des Quadrates ist gleich dem Abstand von zwei benachbarten Befestigungspunkten. Je geringer der Abstand der benachbarten Befestigungspunkte bzw. die Kantenlänge des Quadrates ist, desto höher ist die Zahl der Befestigungspunkte Bei einer Foliendicke von 2 mm ist vorzugsweise ein Abstand von 1,2 m zwischen benachbarten Befestigungsstellen vorgesehen. Dabei soll der Abstand höchstens 15%, vorzugsweise höchstens 7,5% größer sein. Benachbart sind die nächsten Befestigungspunkte.

[0077] Der zulässige Abstand kann sich durch Änderung der Lage der Befestigungspunkte ändern. Dann wird deren Abstand solange verringert, bis mindestens eine gleich steife Konstruktion wie bei Verteilung der Befestigungspunkte auf den Eckpunkten eines Quadrates erreicht ist.

[0078] Bei größeren Foliendicken wird der zulässige Abstand zwischen benachbarten Befestigungspunkten größer. Der Abstand zwischen den benachbarten Befestigungspunkten wird höchstens soweit vergrößert und/oder die Lage der Befestigungspunkte höchstens soweit verändert, bis sich trotz der größeren Foliendicke wieder die vorbeschriebene Konstruktionssteifigkeit eingestellt hat.

[0079] Bei geringerer Foliendicke als 2mm wird der zulässige Abstand zwischen den benachbarten Befestigungspunkten geringer. Der Abstand zwischen den Befestigungspunkten wird soweit verringert und/oder die Lage der Befestigungspunkte soweit vergleichmäßigt, bis sich trotz der geringeren Foliendicke wieder die vorbeschriebene Konstruktionssteifigkeit eingestellt hat.

[0080] Der Aufbau des Spritzbetonausbaus wird durch die Grundierung der Foliendichtung erleichtert.

[0081] Die erfindungsgemäße Verwendung einer Grundierung leistet zusätzlich zu der oben beschriebenen Oberflächengestaltung noch einen Beitrag zur Anbindung vom Spritzbeton an die Foliendichtung und an die Krallmatte. Die Grundierung kann mit dem gleichen Zement bzw. Kleber bzw. Bindemittel erfolgen, der auch für den Spritzbeton verwendet wird, jedoch ohne die im Spritzbeton vorgesehenen Zuschläge. Zement/Kleber/Bindemittel kommen pulverförmig zum Einsatz werden entweder vor dem Auftrag auf der Folienfläche mit Wasser vermischt und in nebelartiger Form aufgedüst oder zusammen mit dem pulverförmigen Zemente/Kleber/Bindemittel in nebelartiger Form aufgedüst.

[0082] Wahlweise wird auch eine spezielle Grundierung in Form eines Kunststoffklebers mit mineralischem Zumischungsanteil zum Einsatz gebracht. Zugleich bieten die mineralischen Mischungsanteile des Klebers eine Haftungsverbesserung für den Spritzbeton.

[0083] Das nebelförmige Aufdüsen der Grundierung führt zu einer dünnschichtigen Benetzung der Folienfläche. Die Schichtdicke der Benetzung wird so eingestellt, daß die Grundierung nicht durch ihr Eigengewicht herunterläuft. In der Praxis wird die Auftragsmenge solange verringert, bis kein Herunterlaufen zu beobachten ist. Bei gleich bleibender Austrittsgeschwindigkeit der Grundierung aus der Auftragsdüse wird die Auftragsmenge durch die Geschwindigkeit bestimmt, mit der die Auftragsdüse bewegt wird. Wenn der Auftrag verringert werden soll, so kann das durch Erhöhung der Geschwindigkeit erreicht werden, mit der die Düse über die Auftragsfläche, im vorliegenden Fall über die Foliendichtung, bewegt wird.

[0084] Bei wiederholtem Ansprühen der Foliendichtung an gleicher Stelle kann der jeweilige Auftrag durch Reduzierung der Wiederholungen beim Ansprühen verringert werden.

[0085] Wahlweise werden in die Grundierung auch Wasser absorbierende Materialien eingebunden.

[0086] Nach der Grundierung kann der Spritzbeton in einer Schicht oder in mehreren Schichten auf die Foliendichtung aufgebracht werden. Dabei ist es günstig die Spritzbetonschicht lagenweise und von unten beginnend aufzutragen. Das wird durch eine hin- und hergehende Bewegung des Werkzeuges für das Auftragen des Spritzbetons erreicht. Als Spritzbetone bzw. Betone und Additive und Zuschläge sowie Verstärkungseinlagen und als Werkzeuge kommen Werkzeuge in Betracht, wie sie zum Beispiel in folgenden Druckschriften beschrieben sind:

DE69910173T2,DE69801995T2, DE69721121T2, DE69718705T2, DE69701890T2, DE69700205T2, DE69418316T2, DE69407418T2, DE69403183T2, DE69122267T2, DE69118723T2, DE69010067T2, DE69006589T2, DE60010252T2, DE60001390T2, DE29825081U1, DE29824292U1, DE29824278U1, DE29818934U1, DE29724212U1, DE29718950U1, DE29710362U1, DE29812769U1, DE19854476C2, DE19854476A1, DE19851913A1, DE19838710C2, DE19819660A1, DE19819148C1, DE19754446A1, DE19746958C1, DE19733029C2, DE19652811A1, DE19650330A1.

[0087] In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

[0088] Fig 1 zeigt einen Gebirgsausbruch 1 im standfesten Gebirge.

[0089] In regelmäßigen Abständen sind Anker in das Gebirge eingebracht worden.

[0090] Dazu wurden entsprechende Löcher gebohrt und die Anker mit Montagezement in den Löchern festgesetzt worden. Von den Ankern sind die Mittelachsen 2 dargestellt.

[0091] Der Gebirgsausbruch 1 dient der Herstellung

eines Tunnels.

[0092] Zur Drainage des austretenden Wassers und zur Sicherung gegen herabstützende Steine ist in dem Gebirgsausbruch ein Spritzbetonausbau vorgesehen.

[0093] Der Spritzbetonausbau besteht im Groben aus einer Folienschicht 4 und einer Spritzbetonschicht 3. Die Folienschicht 4 ist aus einzelnen Bahnen zusammengesetzt, die überlappend verlegt werden und an den überlappenden Rändern miteinander verschweißt sind. Dabei sind zwei nebeneinander liegende Schweißnähte mit Abstand voneinander vorgesehen. Der Hohlraum zwischen den Schweißnähten wird mit Druckluft beaufschlagt, um die Dichtigkeit der Schweißnähte zu prüfen.

[0094] Einzelheiten des Spritzbetonausbaus sind in der Fig. 2 dargestellt.

[0095] Dabei ist ein Anker 5 schematisch dargestellt. Der Anker 5 ist an dem aus dem Gebirge herausragenden Ende mit einem Befestiger 14 verbunden. An dem Befestiger 14 liegt die Folienschicht 4 an.

[0096] An der Folienschichtseite, die dem Befestiger 14 gegenüberliegt befindet sich ein Befestiger 15. Die Befestiger 14 und 15 spannen die Folienschicht 4 zwischen sich ein.

[0097] Außerdem tragen die Befestiger einen Abstandshalter 13 für ein Drahtgeflecht 12. Das Drahtgeflecht 12 hat zwei Aufgaben. Es dient dem Aufbau der Spritzbetonschicht 3, indem es ein Herabfallen des von der Folienschicht zurückprallenden Betons verhindert. Zusätzlich bildet das Drahtgeflecht 12 eine Armierung für die Spritzbetonschicht.

[0098] Beim Spritzbetonausbau hat der Ausbau im Verhältnis zur Form so viel Gewicht, daß der Ausbau vor Erreichen ausreichender Festigkeit ohne die Anker zusammenbrechen würde. Die Anker leiten das Gewicht des Spritzbetonausbaus in das Gebirge.

[0099] Nach der Verfestigung des Spritzbetonausbaus bilden die Anker einen festen Verbund des Ausbaus mit dem Gebirge.

[0100] Fig. 5 zeigt eine mögliche Wabenform 43 für das in Fig. 2 dargestellte Drahtgeflecht.

[0101] Fig. 4 zeigt einen Abstandshalter 40 für die Positionierung des Drahtgeflechtes. Der Abstandshalter 40 wird mit einer weiteren Schraubenmutter gegen die Schraubenmutter 25 gepreßt.

[0102] Der Abstandshalter 40 besitzt diverse Arme, an denen das Drahtgewebe 43 verhakt werden kann.

[0103] In Fig.6 ist eine geeignete Folie für den Spritzbetonausbau dargestellt.

[0104] Die Folie 110 hat eine Dicke von 2mm und ist mit Materialsträngen bestreut, die Materialstränge 111 haben eine fadenartige Struktur mit einer Dicke bzw. Durchmesser von 0,1 bis 0,3 mm und einer Länge von 5 bis 50 mm. Die Materialstränge 112 haben eine Dicke von 1 bis 2 mm und einer Länge von 10 bis 30 mm.

[0105] Die unterschiedlichen Materialstränge werden im Ausführungsbeispiel in separaten Auftragsvorgängen aufgetragen, um die Materialstränge mit größerem Durchmesser anders erwärmen zu können als die Materialstränge mit geringerem Durchmesser.

[0106] In anderen Ausführungsbeispielen werden die Materialstränge in einem gemeinsamen Auftragsvorgang aufgetragen.

[0107] Dabei liegen die Materialstränge wirr übereinander, so daß zum Teil eine Hohllage der Materialstränge besteht. In dieser Lage ergeben sich mit den Materialsträngen 112 Erhebungen bis zu einer Höhe von 3mm.

[0108] Zum Teil ist die Folienoberfläche unbedeckt.

[0109] Die Materialaufstreuung hat ein Flächengewicht von 250 Gramm pro Quadratmeter. Es können in anderen Ausführungsbeispielen auch größere oder geringere Flächengewichte vorkommen. Niedrigere Flächengewichte können insbesondere vorkommen, wenn die Folienoberfläche zusätzlich profiliert ist. So sind Flächengewichte von zum Beispiel 20 Gramm pro Quadratmeter möglich.

[0110] Größere Flächengewichte sind zweckmäßig, wenn je nach Art des Spritzbetons Auftragsschwierigkeiten zu überwinden sind.

[0111] Die unterschiedlichen Materialstränge sind im Ausführungsbeispiel nach Erwärmung an der Oberfläche auf die vorher oberflächlich erwärmte Folie 10 aufgestreut. Die oberflächliche Erwärmung der Materialstränge ist bis zur Schmelzflüssigkeit erfolgt.

[0112] Die Erwärmung erfolgt durch Strahlung, indem die Materialstränge mittels einer Zellenradschleuse aus einem Vorratsbehälter entnommen werden und durch einen Heizkanal nach unten auf die unten langsam vorbeigeführte Folie fallen. Der Heizkanal besitzt im Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von elektrisch betriebenen Heizdrähten und eine Temperatursteuerung.

[0113] Dadurch kann die Temperatur des Heizkanals solange erhöht werden, bis die vorbei fallenden Materialstränge die richtige Oberflächentemperatur haben.

[0114] Nach der Montage der Folie im Tunnel wird im Ausführungsbeispiel zunächst eine schnell bindende Zementmilch dünn auf die Folie gedüst. Die getrocknete Zementmilch bildet eine vorteilhafte Grundierung für einen anschließenden Auftrag von Spritzbeton. Der Spritzbeton wird schichtweise aufgetragen, beginnend an der Tunnelsohle. Im Ausführungsbeispiel verläuft der Tunnel horizontal, so daß der Spritzbeton in horizontalen Lagen verlegt wird, die von unten nach oben an der Folie übereinander gelegt werden.

[0115] Dabei haben die Lagen eine Breite, die der gewünschten Spritzbetonschichtdicke entspricht.

[0116] In anderen Ausführungsbespielen ist eine geringere Breite der Lagen vorgesehen, so daß zunächst eine erste Spritzbetonschicht auf die Folie aufgebracht wird, welche die Folienseite vollständig überdeckt. Danach wird eine weitere Spritzbetonschicht aufgebracht, welche die zuvor erläuterte Spritzbetonschicht vollständig überdeckt. Das wird wiederholt, bis die gewünschte Dicke der Spritzbetonschicht erreicht ist.

[0117] Nach der Erstellung der Spritzbetonschicht ragen die Anker noch aus der Betonschicht vor. An den vorragenden Enden sollen Verkleidungsplatten befestigt

werden, insbesondere Platten für den Brandschutz. Die Platten werden im Ausführungsbeispiel mit den Ankern und Schraubenmuttern sowie Unterlegscheiben an dem Spritzbetonausbau gesichert. Damit das Gewinde der Anker nicht durch den Spritzbeton unbrauchbar wird, ist das Gewinde durch Kappen beim Auftragen des Spritzbetons geschützt worden.

Patentansprüche

1. Ausbau für den Tunnelausbau im standfesten Gebirge (1),
mit einer Abdichtung (5) in Form einer Folie gegen Wasser,
wobei Anker (2) verwendet werden, die in das standfeste Gebirge (1)eingebracht werden,
wobei die Folie mittels Befestigern (14,15) an den Ankern gehalten wird, wobei die Folie jeweils zwischen zwei Befestigern (14,15)eingespannt wird, von denen der eine außenseitig an der Folie und der andere innenseitig an der Folie angeordnet ist,
wobei der außenseitige Befestiger (14) eine Verbindung mit dem Anker (5) hat,
und wobei an der Folie eine Spritzbetonschicht (3) aufgebaut wird, **gekennzeichnet durch** Verwendung einer Folie(11) mit aufgerauter Oberfläche, wobei die Aufrauhung spritzbetonseitig vorgesehen ist und **durch** einen Kunststoff-Partikelauftrag gebildet ist,
wobei die Kunststoff-Partikel einen Durchmesser von 0,1 bis 2mm aufweisen - ausgenommen sind Kunststoffpartikel mit länglicher Form - wobei die Kunststoffpartikel an der Oberfläche geschmolzen und anschließend auf die spritzbetonseitige Folienseite gestreut oder aufgetragen werden, um dort zu haften.

2. Ausbau nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die Verwendung gemahlener Kunststoffpartikel für den Partikelauftrag.

3. Ausbau nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** Verwendung eines Ausgangsgranulates mit einem Durchmesser von 2 bis 8mm für die Partikel.

4. Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
a)am Gebirgsausbruch eine Vielzahl von Ankern (5) für die Befestigung der Folie angebracht werden, die bei einer 2mm dicken Folie von dem nächsten benachbarten Anker einen Abstand aufweisen, der 1,2 m beträgt oder höchstens um 15% von 1,2 m abweicht und
daß bei einer Folie mit geringerer Dicke der Abstand der Befestigungspunkte solange verringert wird, bis die Folie die gleiche Steifigkeit hat wie bei einer 2 mm dicken Folie mit einem Abstand der Befestigungspunkte von 1,2m, plus oder minus 15%, und
daß bei einer Folie mit größerer Dicke der Abstand der Befestigungspunkte höchstens soweit vergrößert wird, bis die Folie die gleiche Steifigkeit hat wie bei einer 2 mm dicken Folie mit einem Abstand der Befestigungspunkte von 1,2m, plus oder minus 15%.

5. Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kunststoffpartikel beim Partikelauftrag frei durch einen Heizkanal fallen oder mit einer Flamme erwärmt werden.

6. Ausbau nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kunststoffpartikel beim Partikelauftrag in einen Heißgasstrom aufgegeben werden und daß die Kunststoffpartikel mit dem Heißgasstrom gegen die Folienseite geschleudert werden.

7. Ausbau nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Erwärmung der Kunststoffpartikel eine stationär angeordnete Vorrichtung verwendet wird und daß die Folie (110) an der Vorrichtung vorbeibewegt wird.

8. Ausbau nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die spritzbetonseitige Folienseite vor und/oder nach dem Partikelauftrag gewärmt wird.

9. Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Materialauftrag mit einem Flächengewicht von mindestens 20 Gramm pro Quadratmeter, vorzugsweise von mindestens 50Gramm pro Quadratmeter und noch weiter bevorzugt von mindestens 100 Gramm pro Quadratmeter hergestellt wird.

10. Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** nicht nur lagenweise horizontale Spritzbetonlagen übereinander gelegt werden , sondern auch in Bezug auf die Folienfläche mehrere Schichten übereinander aufgetragen werden.

11. Ausbau nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** eine Grundierung der Folie auf der spritzbetonseitigen Oberfläche, wobei die Grundierung aus einem Kunststoffkleber und mineralischen Mischungsanteilen der Kleber zusammen gesetzt ist.

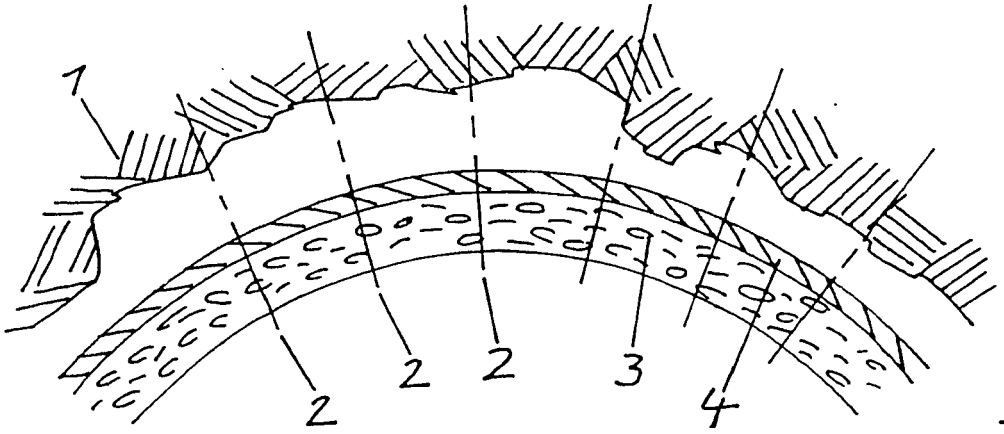


Fig. 1

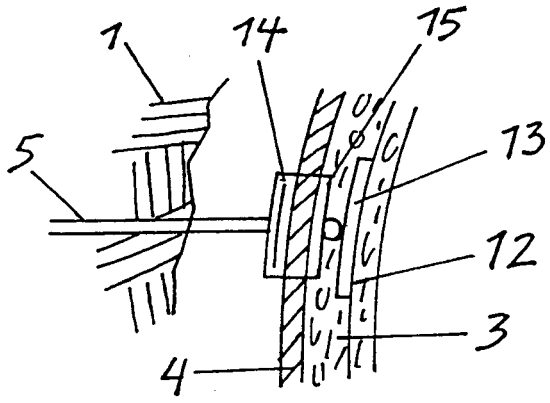


Fig. 2

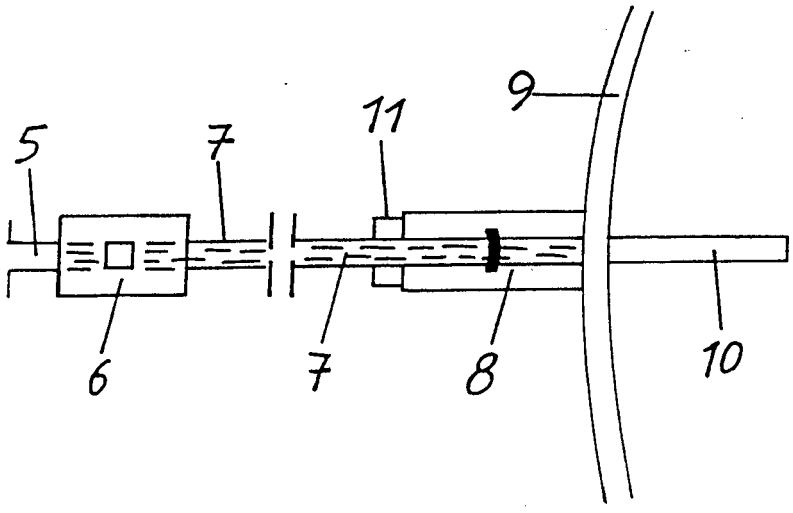


Fig. 3

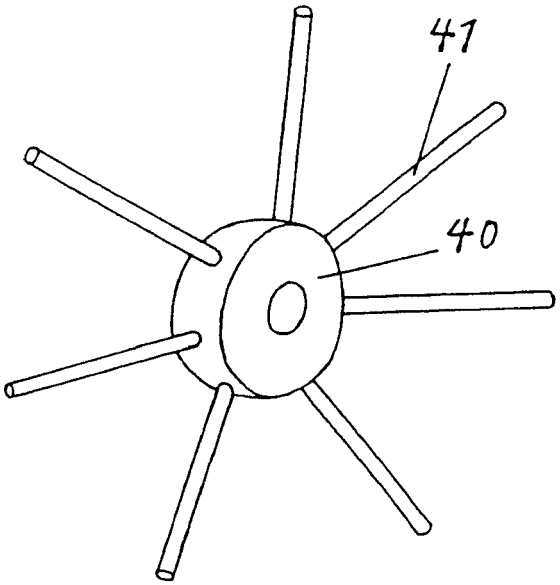


Fig. 4

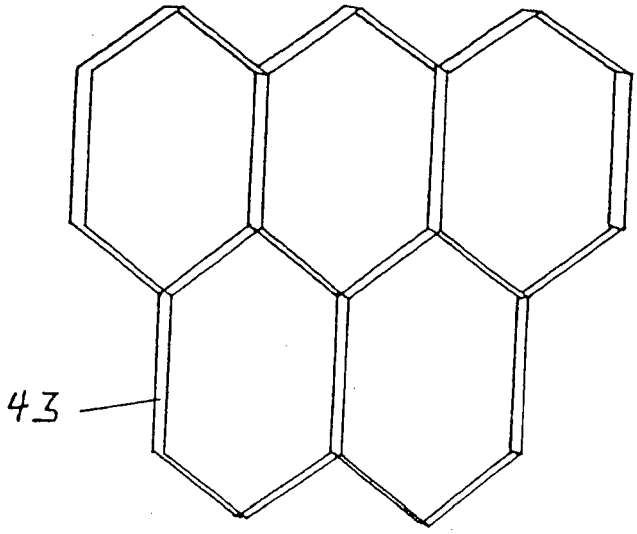
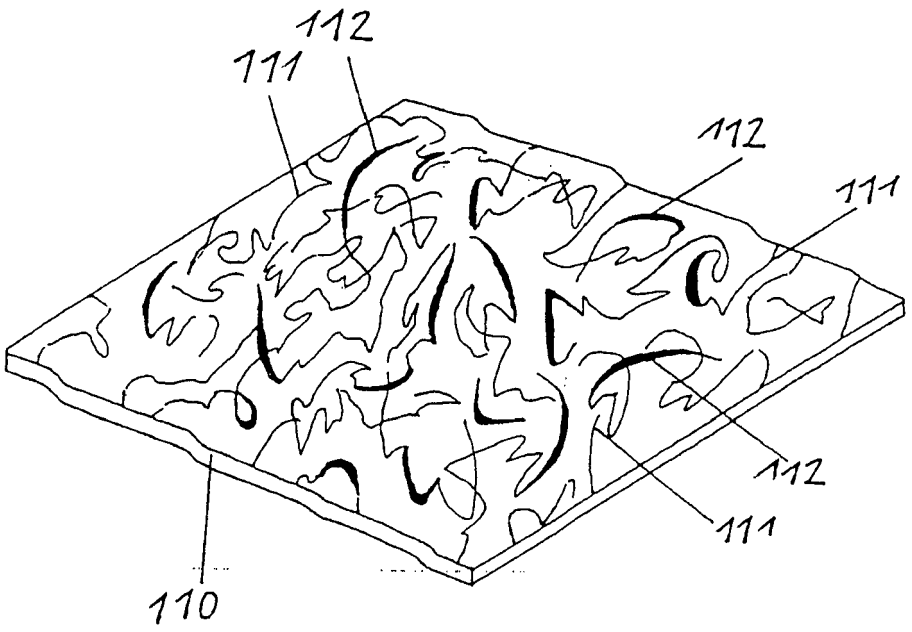


Fig. 5

Fig. 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3244000 C1 **[0012]**
- DE 4100902 A1 **[0012]**
- DE 19519595 A1 **[0012]**
- DE 8632994 U1 **[0012]**
- DE 8701969 U1 **[0012]**
- DE 20217044 U1 **[0012]**
- EP 1950375 A **[0028]**
- DE 3244000 C **[0045]**
- DE 3244000 **[0047]**
- DE 2400866 A1 **[0051]**
- DE 36526980 A1 **[0051]**
- DE 3626980 **[0051]**
- DE 2400866 **[0051]**
- DE 3741699 **[0052]**
- DE 3823898 **[0053]**
- AT 194605 **[0059]**
- CH 332229 **[0059]**
- DE 4207210 A1 **[0059]**
- DE 19718035 C **[0059]**
- EP 901408 A **[0059] [0067]**
- WO 9737772 A **[0059]**
- US 9705029 W **[0059]**
- US 2987104 A **[0059]**
- US 5612081 A **[0059]**
- US 5075135 A **[0059]**
- US 3622422 A **[0059]**
- US 2936814 A **[0059]**
- DE 19721799 **[0075]**
- DE 69910173 T2 **[0086]**
- DE 69801995 T2 **[0086]**
- DE 69721121 T2 **[0086]**
- DE 69718705 T2 **[0086]**
- DE 69701890 T2 **[0086]**
- DE 69700205 T2 **[0086]**
- DE 69418316 T2 **[0086]**
- DE 69407418 T2 **[0086]**
- DE 69403183 T2 **[0086]**
- DE 69122267 T2 **[0086]**
- DE 69118723 T2 **[0086]**
- DE 69010067 T2 **[0086]**
- DE 69006589 T2 **[0086]**
- DE 60010252 T2 **[0086]**
- DE 60001390 T2 **[0086]**
- DE 29825081 U1 **[0086]**
- DE 29824292 U1 **[0086]**
- DE 29824278 U1 **[0086]**
- DE 29818934 U1 **[0086]**
- DE 29724212 U1 **[0086]**
- DE 29718950 U1 **[0086]**
- DE 29710362 U1 **[0086]**
- DE 29812769 U1 **[0086]**
- DE 19854476 C2 **[0086]**
- DE 19854476 A1 **[0086]**
- DE 19851913 A1 **[0086]**
- DE 19838710 C2 **[0086]**
- DE 19819660 A1 **[0086]**
- DE 19819148 C1 **[0086]**
- DE 19754446 A1 **[0086]**
- DE 19746958 C1 **[0086]**
- DE 19733029 C2 **[0086]**
- DE 19652811 A1 **[0086]**
- DE 19650330 A1 **[0086]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Zeitschrift, Forschung + Praxis,* 1970, 184 **[0050]**