

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
4. Februar 2016 (04.02.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/016347 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B32B 1/08 (2006.01) *F16L 55/165* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/067447
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2015 (29.07.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 110 929.5 31. Juli 2014 (31.07.2014) DE
- (71) Anmelder: SML VERWALTUNGS GMBH [DE/DE];
Große Ahlmühle 31, 76865 Rohrbach (DE).
- (72) Erfinder: REICHEL, Stefan; Hainrich Bärmann Strasse
10, 67098 Bad Dürkheim (DE). NOLL, Christian;
Hockenheimer Strasse 28, 67117 Limburgerhof (DE).
- (74) Anwalt: PATENTANWÄLTE DR. LANGFINGER &
PARTNER; In der Halde 24, 67480 Edenkoben (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: TUBULAR LINER FOR THE REHABILITATION OF FLUID-CONDUCTING PIPELINE SYSTEMS

(54) Bezeichnung : AUSKLEIDUNGSSCHLAUCH ZUR SANIERUNG FLUIDFÜHRENDER LEITUNGSSYSTEME

(57) Abstract: The present invention relates to the use of a tubular liner comprising at least one seamless tubular inner film of at least one curable layer of at least one fiber strip that is impregnated with a curable resin for the rehabilitation of fluid-conducting pipeline systems under pressure.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Auskleidungsschlauch mit mindestens einer nahtlosen schlauchförmigen Innenfolie mindestens einer aushärtbaren Lage aus mindestens einem mit härtbaren Harz getränkten Faserband zur Sanierung druckbelasteter fluidführender Leitungssysteme



WO 2016/016347 A1

Auskleidungsschlauch zur Sanierung fluidführender Leitungssysteme

- [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verwendung einer nahtlosen schlauchförmigen Innenfolie in einem Auskleidungsschlauch zur Sanierung druckbelasteter Leitungssysteme zum Transport fluiden Medien.
- [0002] Verfahren zur Sanierung von Leitungssystemen, in denen zum Beispiel flüssige oder gasförmige Medien transportiert werden, sind im Stand der Technik bekannt und vielfach beschrieben.
- [0003] Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei denen die einen Defekt oder eine Beschädigung aufweisenden Abschnitte des Leitungssystems durch neue Abschnitte ersetzt werden. Dies ist jedoch aufwändig und auch nicht immer möglich.
- [0004] Des weiteren sind Verfahren im Stand der Technik bekannt, bei denen zur Sanierung von Leitungssystemen, z.B. von Kanälen und ähnlichen Rohrsystemen, ein flexibler, mit einem härtbaren Harz getränkter Faserschlauch, der als Auskleidungsschlauch (auch als Liner bezeichnet), dient, in das Leitungssystem eingeführt wird. Nach dem Einführen wird der Auskleidungsschlauch aufgeweitet, so dass er sich eng an die Innenwand des zu sanierenden Leitungssystems anschmiegt. Anschließend wird das Harz ausgehärtet.
- [0005] Die Herstellung eines derartigen Auskleidungsschlauches ist beispielsweise in der WO 95/04646 beschrieben. Ein solcher Auskleidungsschlauch weist üblicherweise eine lichtundurchlässige äußere Schutzfolie, eine mindestens für bestimmte Wellenlängenbereiche elektromagnetischer Strahlung durchlässige Innenfolie sowie ein mit einem Harz getränktes Faserband auf, das zwischen der Innenfolie und der Außenfolie angeordnet ist.
- [0006] Der Außenfolienschlauch soll verhindern, dass das zur Imprägnierung verwendete Harz aus dem Faserschlauch austritt und in die Umwelt gelangt. Dies setzt eine gute Dichtigkeit und Anbindung des äußeren Folienschlauchs an den harzgetränkten Faserschlauch voraus.

- [0007] Aus der WO 00/73692 A1 ist ein Auskleidungsschlauch bekannt, umfassend einen Innenfolienschlauch, ein mit einem Harz getränktes Faserband und einen Außenfolienschlauch, der an seiner Innenseite (d.h. der dem harzgetränkten Faserband zugewandten Seite) mit einem Faservlies kaschiert ist.
- [0008] Oftmals werden zur Herstellung solcher Auskleidungsschläuche auf einen Innenfolienschlauch harzgetränkte Faserbänder schraubenförmig und überlappend aufgewickelt. Der Außenfolienschlauch wird anschließend ebenfalls schraubenförmig und überlappend um den harzgetränkten Faserschlauch gewickelt.
- [0009] Der Innenschlauch selbst wird dabei zur vereinfachten Herstellung auch um einen Wickeldorn gewickelt. Alternativ offenbart beispielsweise WO 95/04646, dass ein vorgefertigter Innenfolienschlauch aufgeblasen werden und selbst als Wickeldorn dienen kann. Ein solcher vorgefertigter Innenfolienschlauch wird dabei aus einem Folienband hergestellt, dessen Folienränder miteinander durch Schweißen oder Kleben miteinander verbunden werden, um den Innenfolienschlauch zu bilden.
- [0010] Für einen Einsatz von Auskleidungsschläuchen in druckbelasteten fluidführenden Leitungssystemen ist es jedoch nachteilig, gewickelte oder gemäß dem Stand der Technik aus einem durch Schweißen oder Verkleben aus einem Folienband hergestellte Innenfolienschläuche einzusetzen.
- [0011] Bei den bekannten Innenfolienschläuchen stellen die Naht- bzw. Verbindungsstellen bzw. beim Wickeln die Überlappungsbereiche des Folienbands eine Schwachstelle dar, die oftmals nur durch zusätzliche Dichtungselemente ausreichend abgedichtet werden kann. Zudem hat es sich als nachteilig erwiesen, dass an der Nahtstelle der Schweißnaht oder der Klebestellen eine erhöhte Keimbildung auftreten kann und diese Stellen den Strömungswiderstand erhöhen.
- [0012] In den vorstehend genannten und im Stand der Technik beschriebenen Systemen wird der innere Folien-schlauch nach Einbau in das zu sanierende

fluidführende System wieder entfernt, d.h. herausgezogen. Dies setzt voraus, dass es beim Aushärten nicht zu einer Anbindung oder Verknüpfung des inneren Folienschlauchs mit den harzgetränkten Faserbändern kommt, weil ansonsten das Herausziehen des inneren Folienschlauchs zu Beschädigungen der inneren Oberfläche der ausgehärteten Auskleidungsschläuche führen kann, wenn der Folienschlauch an den harzgetränkten Lagen angebunden ist. Dies kann zu Undichtigkeiten und Instabilitäten des ausgehärteten Auskleidungsschlauchs führen.

[0013] Bei thermisch härtenden Systemen wurden auch bereits Innenfolienschläuche mit Faserkaschierung eingesetzt; dabei wurden die Innenfolienschläuche durch Zusammenlegen der Längskanten einer Flachfolie oder durch Wickeln einer faserkaschierten Längsfolie erhalten. Bei photochemisch härtbaren Systemen hat dies jedoch den Nachteil, dass die Durchlässigkeit des Innenfolienschlauchs für die zur Aushärtung verwendete Strahlung negativ beeinträchtigt wird, was zu Problemen bei der Aushärtung führen kann. Zudem kann die Faserkaschierung nicht flächendeckend auf der Folie aufgebracht werden, weil das Verkleben der Ränder der verstärkten Folien erschwert oder unmöglich ist, wenn sich dort eine Kaschierung befindet. Im Ergebnis wird damit ein kaschierter Folienschlauch erhalten, der nicht kaschierte Bereiche aufweist, was zu Inhomogenitäten und einer Reihe von damit verbundenen Problemen führen kann.

[0014] Aus der DE 10 2011 105 995 sind Auskleidungsschläuche zur Sanierung von fluidführenden Systemen mit

[0015] a) mindestens einem inneren Folienschlauch auf der Basis eines thermoplastischen Kunststoffes,

[0016] b) mindestens einem äußeren Folienschlauch auf der Basis eines thermoplastischen Kunststoffes und

[0017] c) mindestens einem mit einem photochemisch härtbaren Harz getränkten Faserschlauch zwischen mindestens einem inneren und

mindestens einem äußeren Folienschlauch, wobei mindestens ein innerer Folienschlauch, der mit mindestens einem mit einem photochemisch härtbaren Harz getränkten Faserschlauch in Berührung steht, auf der im eingebauten Zustand dem Faserschlauch zugewandten Oberfläche funktionelle Gruppen aufweist, die eine Reaktion mit dem Faserschlauch eingehen, bekannt. Die Innenfolienschläuche werden durch Wickeln oder durch Zusammenlegen der Längskanten von Flachfolien erhalten.

- [0018] Demzufolge lag der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und einen Auskleidungsschlauch zur Sanierung von druckbelasteten fluidführenden Leitungssystemen zur Verfügung zu stellen, der eine gute Dichtigkeit, eine reduzierte Keimbildung und einen verbesserten Durchflusswiderstand ermöglicht.
- [0019] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch eine Verwendung mindestens einer nahtlosen schlauchförmigen Innenfolie in einem Auskleidungsschlauch mit mindestens einer unmittelbar oder mittelbar auf der schlauchförmigen Innenfolie aufgetragenen aushärtbaren Lage aus mindestens einem mit härtbaren Harz getränkten Faserband zur Sanierung druckbelasteter Leitungssysteme zum Transport fluiden Medien. Der nahtlose innere Folienschlauch steht also in mittelbarem oder unmittelbarem Kontakt mit der aushärtbaren Lage.
- [0020] Dabei ist insbesondere die Verwendung der erfindungsgemäßen Innenfolie für die Sanierung Druckleitungen für Wasser oder Abwasser oder für die Sanierung von Druckrohrleitungen in industriellen Produktionsbetrieben bevorzugt.
- [0021] Mittelbar in Kontakt stehen soll im Rahmen der vorliegenden Erfindung dahingehend verstanden werden, dass der Kontakt auch über zwischengeschaltete weitere Elemente erfolgen kann, die einerseits den

Innenfolienschlauch anbinden und andererseits selbst an das harzgetränkte Faserband bzw. die harzgetränkten Faserbänder gebunden sind.

- [0022] Durch eine nahtlose Innenfolie bzw. einen nahtlosen Innenfolienschlauch wird eine hohe Dichtigkeit derselben bzw. desselben sowie eine reduzierte Keimbildung aufgrund fehlender Nahtstellen erreicht. Zudem wird im Inneren des Auskleidungsschlauchs der Durchflusswiderstand verringert.
- [0023] Nach Aushärtung der Auskleidungsschläuche im Leitungssystem sollen diese möglichst dicht sein. Bei einer Dichtigkeitsprüfung nach DIN EN 1610 (1997), Kapitel 13.2, Verfahren L (Prüfung mit Luft) darf bei einem Auskleidungsrohr gemäß dem Stand der Technik bei einem Druck von 200 mbar und einer vom Durchmesser bzw. der Dicke abhängigen Prüfzeit im Bereich von 1,5 bis 5 min ein Druckverlust von max. 15 mbar festgestellt werden. Dieser Druckverlust entspricht einer Dichtigkeit der Auskleidungsschläuche, die für viele Anwendungsbereiche ausreichend ist.
- [0024] Unter fluidführenden druckbelasteten Leitungssystemen im Sinne der vorliegenden Erfindung sollen Leitungssysteme jeglicher Art zum Transport von flüssigen oder gasförmigen Medien verstanden werden, die bei einem Druck betrieben werden, der über dem atmosphärischen Druck liegt. Beispielhaft seien hier Pipelines jeglicher Art, Rohrleitungssysteme zum Transport von Medien in chemischen Betrieben und Produktionsanlagen, Druckwasserrohre und Trinkwasserrohre oder Abwassersysteme genannt, die unterirdisch bzw. nicht sichtbar verlegt sind.
- [0025] Grundsätzlich eignen sich zur Herstellung des erfindungsgemäß eingesetzten nahtlosen Innenfolienschlauchs alle polymeren Materialien, aus denen Folien hergestellt werden können. Bei der Verwendung photochemisch härthbarer Harze in den Faserbändern sollte der Innenfolienschlauch eine ausreichende Durchlässigkeit für die zur Aushärtung verwendete Strahlung aufweisen.
- [0026] Eine erste Gruppe bevorzugter Polymerer sind beispielsweise Homo- oder Copolymere von Olefinen, insbesondere von α -Olefinen mit vorzugsweise

2 bis 8, insbesondere 2-6 C-Atomen. Besonders bevorzugte Monomere sind Ethen, Propen und Octen, wobei letzteres sich auch gut mit Ethen copolymerisieren läßt.

- [0027] Als Comonomere für die erwähnten Olefine kommen insbesondere Alkylacrylate oder Alkylmethacrylate, die sich von Alkoholen mit 1 bis 8 C-Atomen ableiten, z.B. Ethanol, Butanol oder Ethylhexanol, um nur einige bevorzugte Beispiele zu nennen, in Betracht.
- [0028] In manchen Fällen haben sich sogenannte funktionalisierte EPDM-Kautschuke als vorteilhaft erwiesen, die wegen ihrer elastischen Eigenschaften Vorteile bei dem Inanlagebringen des Auskleidungsschlauchs mit sich bringen können.
- [0029] Geeignete Polymere sind weiterhin solche aus vinylaromatischen Monomeren und Dienen, beispielsweise Styrol und Dienen, wobei die Diene ganz oder teilweise hydriert sein können, die entsprechende funktionelle Gruppen aufweisen. Solche Copolymere können statistisch aufgebaut sein oder eine Blockstruktur aufweisen, wobei auch Mischformen möglich sind (sog. tapered-Strukturen). Entsprechende Produkte sind in der Literatur beschrieben und kommerziell von verschiedenen Anbietern erhältlich. Als Beispiele seien die kommerziellen Produktreihen Styrolux® und Styroflex® der BASF SE genannt.
- [0030] Es hat sich herausgestellt, dass Mehrschichtverbundfolien als Innenfoliensschläuche Vorteile hinsichtlich der Festigkeit mit sich bringen, weshalb derartige Folien allgemein bevorzugt sind.
- [0031] Erfindungsgemäß ist besonders bevorzugt, dass die mindestens eine schlauchförmige Innenfolie eine Mehrschichtverbundfolie auf der Basis von Olefinhomo- oder -copolymeren oder eine Mehrschichtverbundfolie aus diesen Polymeren und Polyamiden ist und/oder die Innenfolie eine Folienstärke von 100 bis 1000 µm, insbesondere von 100 bis 500 µm und besonders bevorzugt von 100 bis 300 µm aufweist.

- [0032] Es hat sich gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung gezeigt, dass es vorteilhaft ist, wenn der Innenfolienschlauch eine Barrierschicht aufweist. Unter Barrierschicht ist dabei eine Schicht zu verstehen, die die Permeation von Komponenten des zur Tränkung der Faserbänder verwendeten Harzes oder des Harzes selbst oder von Lösungsmitteln für das Harz verringert oder verhindert. Ein Austritt dieser Harzkomponenten oder des Harzes selbst aus der inneren Oberfläche des Innenfolienschlauchs in den Raum, in dem das zu transportierende Medium fließt, ist generell unerwünscht - im Falle von Trinkwasserleitungen sind z.B. sehr geringe zulässige Grenzwerte definiert, die eingehalten werden müssen.
- [0033] So kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass mindestens eine der Schichten einer bevorzugt verwendeten Mehrschichtverbundfolie als Innenfolienschlauch oder eine einlagige Innenfolie eine Barrierschicht umfasst, die eine Diffusion von Styrol verhindert oder reduziert (Styrol wird häufig als Lösungsmittel oder Reaktivverdünner in den zur Tränkung der Faserbänder verwendeten Harzen eingesetzt). Geeignete Folienmaterialien sind dem Fachmann an sich bekannt und in der Literatur beschrieben
- [0034] [0033] Die Sperrwirkung einer Folie gegenüber einer bestimmten Substanz hängt unmittelbar vom Diffusionskoeffizienten der entsprechenden Substanz, der Dicke der Folie und dem Druckunterschied auf beiden Seiten der Folie ab. Eine ausreichende Sperrwirkung wird dann erreicht, wenn die innerhalb von 24 h durch die Folie diffundierende Menge des in Rede stehenden Stoffs einen vorgegebenen Grenzwert nicht übersteigt. Einschlägige Grenzwerte für die maximal erlaubte Durchlässigkeit oder Permeabilität hängen dabei unter anderem davon ab, ob es sich bei den zu sanierenden Leitungssystemen um Systeme zum Transport von Lebensmitteln oder zum Transport von Trinkwasser handelt, wo sehr niedrige Grenzwerte erreicht werden müssen. Der Fachmann wird demzufolge die passende Folie entsprechend der vorgegebenen

Grenzwerte der Anwendung auf der Basis seines allgemeinen Fachwissens auswählen.

- [0035] Nur stellvertretend seien hier als erste Gruppe Polyolefinfolien oder Verbundfolien aus Polyolefinen und Polyamiden genannt, die eine gute Sperrwirkung gegen das häufig als Lösungsmittel in den zur Tränkung verwendeten Harzen enthaltene Styrol aufweisen.
- [0036] Dabei sind als Polyamide z.B. die Produkte der Kondensation von einer oder mehreren Aminocarbonsäuren, wie Aminocaprinsäure, Amino-7-heptansäure, Amino-11-undecan-säure und Amino-12-dodecansäure, oder einem oder mehreren Lactamen, wie Caprolactam, Oenantholactam und Lauryllactam und/oder einem oder mehreren Salzen oder Mischungen von Diaminen, wie Hexamethyldiamin, Dodecamethylendiamin, Metaxylyldiamin, Bis-p(aminocyclohexyl)methan und Trimethylhexamethyldiamin, mit Disäuren, wie Isophthalsäure, Terephthalsäure, Adipinsäure, Azelainsäure, Suberinsäure, Sebacinsäure und Dodecandicarbonsäure zu nennen.
- [0037] Weiter erwähnt seien Copolyamide, die sich aus der Kondensation von mindestens zwei alpha,omega-Aminocarbonsäuren oder zwei Lactamen oder einem Lactam und einer alpha,omega-Aminocarbonsäure ergeben. Angeführt seien weiterhin die Copolyamide, die sich aus der Kondensation von mindestens einer alpha,omega-Aminocarbonsäure (oder eines Lactams), mindestens eines Diamins und mindestens einer Dicarbonsäure ergeben.
- [0038] Als Beispiele für Lactame seien diejenigen angeführt, die im Hauptring 3 bis 12 Kohlenstoffatome enthalten und gegebenenfalls substituiert sein können. Genannt seien beispielsweise β,β -Dimethylpropiolactam, α,α -Dimethylpropiolactam, Amylolactam, Caprolactam, Capryllactam und Lauryllactam. Als Beispiele für alpha,omega-Aminocarbonsäuren seien Aminoundecansäure und Aminododecan-säure genannt. Als Beispiele für Dicarbonsäuren seien Adipinsäure, Sebacinsäure, Isophthalsäure, Butandi-säure, 1,4-Cyclohexyldicarbonsäure, Terephthalsäure, das Natrium- oder Lithiumsalz von Sulfoisophthalsäure, Dimerfettsäuren (diese

Dimerfettsäuren haben einen Dimergehalt von mindestens 98% und sind vorzugsweise hydriert) und Dodecandisäure $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$ genannt. Bei dem Diamin kann es sich um ein aliphatisches Diamin mit 6 bis 12 Atomen oder ein Aryldiamin und/oder ein gesättigtes cyclisches Diamin handeln. Als Beispiele seien Hexamethyldiamin, Piperazin, Tetramethyldiamin, Octamethyldiamin, Decamethyldiamin, Dodecamethyldiamin, 1,5-Diaminohexan, 2,2,4-Trimethyl-1,6-diaminohexan, Diaminpolyole, Isophorondiamin (IPD), Methylpentamethyldiamin (MPDM), Bis(aminocyclohexyl)methan (BACM) und Bis(3-methyl-4-aminocyclohexyl)methan (BMACM) genannt.

- [0039] Als Beispiele für Copolyamide seien Copolymere von Caprolactam und Lauryllactam (PA-6/12), Copolymere von Caprolactam, Adipinsäure und Hexamethyldiamin (PA-6/6,6), Copolymere von Caprolactam, Lauryllactam, Adipinsäure und Hexamethyldiamin (PA-6/12/6,6), Copolymere von Caprolactam, Lauryllactam, 11-Aminoundecansäure, Azelainsäure und Hexamethyldiamin (PA-6/6,9/11/12), Copolymere von Caprolactam, Lauryllactam, 11-Aminoundecansäure, Adipinsäure und Hexamethyldiamin (PA-6/6,6/11/12) und Copolymere von Lauryllactam, Azelainsäure und Hexamethyldiamin (PA-6,9/12) genannt.
- [0040] Copolymere auf der Basis von Polyolefinen und Polyamiden mit einer guten Sperrwirkung gegenüber Styrol sind z.B. in der EP 1 460 109 beschreiben, auf die hier wegen näherer Einzelheiten auch verwiesen wird.
- [0041] Eine weitere Gruppe von Mehrschichtfolien mit einer guten Sperrwirkung gegenüber Styrol sind Copolymere aus Ethylen und Vinylmonomeren wie Vinylalkohol (sog. EVOH Copolymere) oder Vinylacetat (sog. EVA-Copolymere).
- [0042] Schließlich seien an dieser Stelle noch erwähnt Copolymere auf der Basis von Olefinen und Acrylsäureestern.
- [0043] Neben der Sperrwirkung wie vorstehend beschreiben im eingebauten Auskleidungsschlauch ist eine Barrierewirkung gegenüber Styrol insbesondere auch bei der UV-Härtung von Vorteil. Bei dieser entstehen

im zu sanierenden Leitungssystem lokal und zeitlich begrenzt hohe Temperaturen, bei denen Styrol mit Luft zündfähige Gemische bilden könnte, was aus Sicherheitsgründen vermieden werden sollte

- [0044] Unter nahtlosem Innenfolienschlauch im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein Folienschlauch zu verstehen, der nicht aus Faserbändern durch Umlegen, Verkleben, Verschweißen oder Wickeln hergestellt wird. Alle diese Herstellungsverfahren führen an der Stelle, an der sich Folienbänder überlappen oder durch Umlegen Randbereiche aufeinander zu liegen kommen, die verbunden werden, zu Nahtstellen bzw. Nahtlinien und damit zu erhöhten Durchflusswiderständen oder einem erhöhten Keimbildungsrisiko.
- [0045] Nahtlose Folien zur Verwendung in Auskleidungsschläuchen gemäß der vorliegenden Erfindung können beispielsweise durch Extrusion oder Spritzgussverfahren mit ringförmigen Düsen erhalten werden. Mono- oder Co-Extrusion (gleichzeitige Extrusion mehrerer Schichten in einer Folie) von nahtlosen Schläuchen können an dieser Stelle beispielhaft erwähnt werden. Die Co-Extrusion eignet sich daher besonders für die Herstellung von Mehrschichtverbundfolien, die erfindungsgemäß bevorzugt als Innenfolienschläuche Einsatz finden. Selbstverständlich sind dem Fachmann jedoch auch weitere Herstellverfahren nahtloser Schläuche im Allgemeinen bekannt, die sich für die Herstellung eines nahtlosen Innenfolienschlauchs eignen.
- [0046] Bevorzugte Verfahren zur Herstellung nahtloser Folienschläuche sind das Extrusionsblasen oder das Extrusionsblasformen, welche dem Fachmann bekannte Verfahren sind, so dass sich hier nähere Angaben erübrigen.
- [0047] Da bei der Verwendung von nahtlosen Innenfolien eine Verklebung oder Verschweißung von Längskanten nicht erforderlich ist, kann eine Verstärkung oder Armierung flächendeckend aufgebracht werden, so dass ein homogenes Produkt gleichmäßiger Dicke und Festigkeit erhalten werden kann, welches auch gleichmäßig und vollflächig an das Faserband

oder die Faserbänder anbinden kann. Bei den Produkten aus dem Stand der Technik, kann wegen der Notwendigkeit die Folien im Verschweißungs- oder Verklebungsbereich frei von einer Verstärkung oder Armierung zu halten, eine solche gleichmäßige und flächendeckende Anbindung nicht oder nur schwer erhalten werden.

- [0048] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die nahtlose schlauchförmige Innenfolie auf der im eingebauten Zustand dem bzw. den harzgetränkten Faserband bzw. Faserbändern zugewandten Oberfläche funktionelle Gruppen und/oder eine Verstärkung oder Armierung auf.
- [0049] Struktur und Aufbau der Innenfolie unterliegen keinen besonderen Beschränkungen hinsichtlich der Monomerauswahl. Wird ein durch Bestrahlung härtbares Harz im Faserschlauch eingesetzt, werden vorzugsweise Innenfolien verwendet, die für das zur Bestrahlung verwandte Licht eine hohe Durchlässigkeit aufweisen. Da zur Bestrahlung in der Regel UV-Licht mit Wellenlängen im Bereich von 300 bis 500 nm, vorzugsweise im Bereich von 350 bis 450 nm verwendet wird, sollte der Innenfolienschlauch in diesen Wellenlängenbereichen eine möglichst niedrige Extinktion bzw. Absorption aufweisen.
- [0050] Die Art der Einbringung der funktionellen Gruppen gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform unterliegt an sich keiner Beschränkung und es können grundsätzlich alle Verfahren angewandt werden, die dem Fachmann bekannt und in der Literatur für entsprechende Modifizierungen von Folien beschrieben sind.
- [0051] Die funktionellen Gruppen sollen bei der Aushärtung der erfindungsgemäßen Auskleidungsschläuche eine Anbindung des Innenfolienschlauchs an das harzgetränkte Faserband bzw. die harzgetränkten Faserbänder bewirken. Daher sollten die funktionellen Gruppen an der Oberfläche solange vorhanden sein, als dies zur Reaktion mit dem Faserschlauch und vorzugsweise mit dem Fasermaterial oder insbesondere mit dem härtbaren Harz erforderlich ist. Soweit die Reaktion

erst bei der Aushärtung stattfindet (was sich in einigen Fällen als vorteilhaft herausgestellt hat), erfordert dies eine entsprechende Stabilität der funktionellen Gruppen, da die erfindungsgemäßen Auskleidungsschläuche in der Regel vorkonfektioniert werden und zwischen Produktion und Aushärtung im zu sanierenden System mehrere Wochen oder sogar Monate liegen können. Eine Reaktion erst bei der Aushärtung bewirkt den Vorteil, dass beim Einbau und dem Inanlagebringen des Auskleidungsschlauchs an die Wandung des zu sanierenden Systems keine oder nur geringe Wechselwirkungen zwischen dem Innenfolienschlauch und dem Faserschlauch zu erwarten sind, die sich nachteilig auswirken und beispielsweise zur Faltenbildung oder vergleichbaren Problemen führen können.

- [0052] Geeignete funktionelle Gruppen sind beispielsweise Carbonsäure-, Carbonsäureanhydrid-, Carbonsäureester-, Carbonsäureamid-, Carbonsäureimid-, Amino-, Hydroxyl-, Epoxid-, Urethan- und Oxazolingruppen, um nur einige bevorzugte Vertreter zu nennen. Besonders bevorzugt sind Carbonsäure-, Carbonsäureanhydrid- oder Epoxidgruppen.
- [0053] Diese können durch Copolymerisation entsprechender Monomere mit anderen Monomeren aus denen die den Innenfolienschlauch bildenden Polymere hergestellt werden oder aber durch gemeinsame Verwendung von Polymeren ohne funktionelle Gruppen mit Polymeren mit funktionellen Gruppen, vorzugsweise über die Schmelze oder durch Coextrusion erhalten werden.
- [0054] Damit eine Reaktion zwischen den funktionellen Gruppen der Innenfolie und dem Harz stattfindet, müssen die funktionellen Gruppen auf der Oberfläche der Innenfolie erreichbar sein, die im eingebauten Zustand dem harzgetränkten Faserschlauch zugewandt ist, d.h. auf dieser Oberfläche vorhanden sein. Verbundfolien aus Polyolefinen und Polyamiden, bei denen die dem Faserschlauch zugewandte Seite keine funktionellen (Carbonsäureamid) Gruppen aufweist und wie sie in der Literatur in entsprechenden photochemisch härtbaren Systemen bereits zur

Verwendung als Innenfolie beschrieben wurden, erfüllen diese Voraussetzungen in der Regel nicht.

- [0055] Geeignete reaktive Monomere zur Einführung von geeigneten funktionellen Gruppen sind beispielsweise Maleinsäure, Maleinsäureanhydrid, Itaconsäure, (Meth)Acrylsäure, Glycidyl(meth)acrylat und Vinylester, insbesondere Vinylacetat, Vinylphosphonsäure und deren Ester, sowie Ethylenoxid und Acrylnitril, um nur einige bevorzugte Vertreter zu nennen.
- [0056] Der Anteil der Comonomeren zur Einführung der funktionellen Gruppen liegt im allgemeinen im Bereich von 0,1 bis 50, vorzugsweise von 0,3 bis 30 und besonders bevorzugt von 0,5 bis 25 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Monomermischung.
- [0057] Diese Monomere können nach an sich bekannten und in der Literatur beschriebenen Verfahren, z.B. in der Schmelze oder in Lösung mit den restlichen Monomeren copolymerisiert oder mit Polymeren oder Monomeren ohne funktionelle Gruppen umgesetzt z.B. aufgepfropft werden.
- [0058] Bei der Pfropfung werden die entsprechenden Monomere mit einem bereits gebildeten Polymergrundgerüst zur Umsetzung gebracht. Entsprechende Verfahren sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben, so dass sich hier nähere Details erübrigen.
- [0059] Nachfolgend sollen einige bevorzugte Gruppen von Polymeren etwas ausführlicher beschrieben werden, wobei der Erfindung aber nicht auf diese Gruppen von Polymeren beschränkt ist.
- [0060] Eine erste Gruppe bevorzugter Polymerer sind beispielsweise Homo- oder Copolymere von Olefinen, insbesondere von α -Olefinen mit vorzugsweise 2 bis 8, insbesondere 2-6 C-Atomen. Besonders bevorzugte Monomere sind Ethen, Propen und Octen, wobei letzteres sich auch gut mit Ethen copolymerisieren lässt.
- [0061] Als Comonomere für die erwähnten Olefine kommen insbesondere Alkylacrylate oder Alkylmethacrylate, die sich von Alkoholen mit 1 bis 8 C-

Atomen ableiten, z.B. Ethanol, Butanol oder Ethylhexanol, um nur einige bevorzugte Beispiele zu nennen, in Betracht. Mit diesen können dann entsprechende reaktive Comonomere zur Einführung der vorstehend erwähnten funktionellen Gruppen copolymerisiert werden.

- [0062] Eine erste bevorzugte Gruppe von derartigen Polymeren mit funktionellen Gruppen sind Copolymere des Ethens mit Ethyl- oder Butylacrylat und Acryläure und/oder Maleinsäureanhydrid. Entsprechende Produkte sind beispielsweise von BASF SE unter der Handelsbezeichnung Lupolen® KR 1270 erhältlich.
- [0063] Auch Ethen/Propen-Copolymere mit geeigneten Comonomeren zur Einbringung der entsprechenden funktionellen Gruppen sind geeignet.
- [0064] Weiter können erwähnt werden Ethen/Octen-Copolymere, die mit entsprechenden Monomeren zur Einführung funktioneller Gruppen gepropft sind. Beispielhaft sei hier Fusabond® NM493 D der Fa. DuPont erwähnt.
- [0065] In manchen Fällen haben sich sogenannte funktionalisierte EPDM-Kautschuke als vorteilhaft erwiesen, die wegen ihrer elastischen Eigenschaften Vorteile bei dem Inanlagebringen des Auskleidungsschlauchs mit sich bringen können. Beispielhaft seien hier Terpolymerisate aus in der Regel mindestens 30 Gew.% Ethen, mindestens 30 Gew.% Propen und einer bis zu 15 Gew.% Dienkomponente (in der Regel Diolefine mit mindestens 5 C-Atomen wie Dicyclopentadien, 1,4-Hexadien oder 5-Ethylidennorbornen) genannt. Hier sei als kommerzielles Produkt Royaltuf® 485 der Fa. Crompton genannt.
- [0066] Geeignete Polymere sind weiterhin solche aus vinylaromatischen Monomeren und Dienen, beispielsweise Styrol und Dienen, wobei die Diene ganz oder teilweise hydriert sein können, die entsprechende funktionelle Gruppen aufweisen. Solche Copolymere können statistisch aufgebaut sein oder eine Blockstruktur aufweisen, wobei auch Mischformen möglich sind (sog. tapered-Strukturen). Entsprechende Produkte sind in der Literatur

beschrieben und kommerziell von verschiedenen Anbietern erhältlich. Als Beispiele seien die kommerziellen Produktreihen Styrolux® und Styroflex® der BASF SE oder speziell als mit Anhydridgruppen funktionalisiertes Styrol/Ethen/Buten-Copolymer Kraton® G 1901 FX der Fa. Shell genannt.

- [0067] Die Polymere der Innenfolie können die funktionellen Gruppen auch latent enthalten, d.h. in einer Form, bei der die eigentliche funktionelle Gruppe erst bei der Härtung freigesetzt wird.
- [0068] Weiterhin ist es möglich, Mischungen von Polymeren zu verwenden, wobei nur eines der Polymere die funktionellen Gruppen oder latente funktionelle Gruppen der zuvor genannten Art aufweist.
- [0069] Als geeignete Polymere mit funktionellen Gruppen bei dieser Variante eignen sich beispielsweise Polyamide, Polyoxymethylen, Acrylnitril-Butadien- Styrol- Copolymere (ABS), Polymethylmethacrylat, Polyvinylacetat und Polyvinylalkohol.
- [0070] Wesentlich ist dabei, dass das polare Polymere mit dem Polymer ohne funktionelle Gruppen gut mischbar ist. Das Vermischen kann vorteilhaft in der Schmelze erfolgen. Die Menge an zugemischtem Polymer mit funktionellen Gruppen liegt in der Regel im Bereich von 0,01 bis 50 Gew.%, bezogen auf die Mischung.
- [0071] Grundsätzlich eignen sich unter Berücksichtigung dieser Kriterien Polyolefine wie Polyethylen oder Polypropylen, Polyamide, Polyester wie Polybutylenterephthalat, Polyethylenterephthalat oder Polyethylennaphthalat, Polyvinylchlorid, Polyacrylnitril oder auch thermoplastische Polyurethane oder Mischungen dieser Polymeren. Auch thermoplastische Elastomere sind grundsätzlich geeignet. Thermoplastische Elastomere sind Werkstoffe, bei denen elastische Polymerketten in thermoplastisches Material eingebunden sind. Trotz des Fehlens einer bei den klassischen Elastomeren erforderlichen Vulkanisation weisen thermoplastische Elastomere gummielastische Eigenschaften auf, was bei manchen Anwendungen vorteilhaft sein kann.

Beispielhaft seien hier Polyolefin-Elastomere oder Polyamid-Elastomere genannt. Entsprechende Produkte sind in der Literatur beschrieben und von verschiedenen Herstellern kommerziell erhältlich, so dass sich hier detaillierte Angaben erübrigen.

- [0072] Statt durch Copolymerisation oder durch Mischen oder Pfropfen können die funktionellen Gruppen in die Innenfolie auch mit Hilfe geeigneter Haftvermittler eingeführt werden, die auf die Oberfläche der Folien aufgebracht werden. Geeignete Haftvermittler bei dieser Ausführungsform sind z.B. Silane, Lösungen oder Schmelzen von polaren oder funktionalisierten Polymeren, sowie geeignete Klebstoffe und Haftvermittlerfolien. Diese werden vorzugsweise gleichmäßig deckend auf die Folie, die den Innenfolienschlauch bildet, aufgebracht um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der funktionellen Gruppen zu erhalten.
- [0073] Schließlich können die vorstehend genannten funktionellen Gruppen auch durch Oberflächenbehandlung der den inneren Folienschlauch bildenden Folien mit Hilfe von reaktiven Gasen wie Sauerstoff, Fluor oder Chlor erhalten werden. Durch die Einwirkung dieser Medien entstehen an der Oberfläche sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen der eingangs genannten bevorzugten Art wie Säure- Säureanhydrid oder Epoxidgruppen. Es sei allerdings an dieser Stelle erwähnt, dass die Verteilung der funktionellen Gruppen an der Oberfläche nur schwer zu steuern ist, so dass eine höhere Wahrscheinlichkeit einer inhomogenen Verteilung besteht als nach den zuvor beschriebenen Verfahren der Co- oder Pfropfpolymerisation oder der Verwendung von Haftvermittlern. Auch können Art und Menge der funktionellen Gruppen stärkeren Schwankungen bei dieser Variante unterliegen.
- [0074] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die schlauchförmige Innenfolie auf der im eingebauten Zustand dem bzw. den harzgetränkten Faserband bzw. Faserbändern zugewandten Oberfläche eine Verstärkung oder Armierung aufweisen. Diese Verstärkung oder Armierung kann die funktionellen Gruppen gemäß der vorstehend

beschriebenen Ausführungsform ganz oder teilweise ersetzen und führt wie die zuvor beschriebene Ausführungsform mit funktionellen Gruppen zu einer Anbindung des Innenfolienschlauchs an das Faserband.

- [0075] Die Armierung gemäß dieser Ausführungsform kann mit Harz getränkt werden, wobei vorzugsweise das gleiche Harz Verwendung finden kann, welches auch für die Tränkung des oder der Faserbänder verwendet wird. Die Harztränkung der Verstärkung kann die Anbindung an die harzgetränkten Faserbänder verbessern.
- [0076] Als Verstärkung oder Armierung eignen sich dabei grundsätzlich alle dem Fachmann bekannten Produkte insbesondere in Form von Geweben, Gewirken, Gelegen, Matten oder Vliesen, die z.B. Fasern in Form von langen Endlosfasern oder kurzen Fasern enthalten können. Entsprechende Produkte sind dem Fachmann an sich bekannt und in großer Vielfalt von verschiedenen Herstellern kommerziell erhältlich.
- [0077] Unter Geweben werden dabei im allgemeinen flächenförmige Textilerzeugnisse aus mindestens zwei rechtwinklig gekreuzten Fasersystemen verstanden, wobei die so genannte Kette in Längsrichtung und der so genannte Schuss senkrecht dazu verlaufen.
- [0078] Unter Gewirken werden im allgemeinen Textilerzeugnisse verstanden, die durch Maschenbildung erzeugt werden.
- [0079] Fasergelege sind eine Verarbeitungsvariante von Fasern, bei denen die Fasern nicht verwoben werden, sondern parallel oder unter einem Winkel zueinander ausgerichtet und ggf. mittels eines Steppfadens oder eines Klebstoffes fixiert werden. Fasergelege, insbesondere Fasergelege mit paralleler Faserausrichtung, können durch die Ausrichtung der Fasern eine ausgeprägte Anisotropie der Festigkeiten in Orientierungsrichtung und senkrecht dazu aufweisen, was für manche Anwendungen von Interesse sein kann.
- [0080] Ein Vlies besteht aus lose zusammen liegenden Fasern, welche noch nicht miteinander verbunden sind. Die Festigkeit eines Vlieses beruht nur auf der

fasereigenen Haftung, kann aber durch Aufarbeitung beeinflusst werden. Damit man das Vlies verarbeiten und benutzen kann, wird es in der Regel verfestigt, wofür verschiedene Methoden angewandt werden können.

- [0081] Vliese sind verschieden von Geweben oder Gewirken, die sich durch vom Herstellverfahren bestimmte Legung der einzelnen Fasern oder Fäden auszeichnen. Vliese bestehen dagegen aus Fasern, deren Lage sich nur mit den Methoden der Statistik beschreiben lässt. Die Fasern liegen wirr im Vliesstoff zueinander. Die englische Bezeichnung non-woven (nicht gewebt) grenzt sie dementsprechend eindeutig von Geweben ab. Vliesstoffe werden unter anderem nach dem Fasermaterial (z. B. das Polymer bei Chemiefasern), dem Bindungsverfahren, der Faserart (Stapel- oder Endlosfasern), der Faserfeinheit und der Faserorientierung unterschieden. Die Fasern können dabei definiert in einer Vorzugsrichtung abgelegt werden oder gänzlich stochastisch orientiert sein wie beim Wirrlagen-Vliesstoff.
- [0082] Wenn die Fasern keine Vorzugsrichtung in ihrer Ausrichtung (Orientierung) haben, spricht man von einem isotropen Vlies. Sind die Fasern in einer Richtung häufiger angeordnet als in der anderen Richtung, dann spricht man von Anisotropie.
- [0083] Auch Filze sind als Armierung für die beidseitig armierte Folie einsetzbar. Ein Filz ist ein Flächengebilde aus einem ungeordneten, nur schwer zu trennendem Fasergut. Prinzipiell sind Filze damit nicht gewebte Textilien. Aus Chemiefasern und Pflanzenfasern werden Filze in der Regel durch trockene Vernadelung (sog. Nadelfilze) oder durch Verfestigung mit unter hohem Druck aus einem Düsenbalken austretenden Wasserstrahlen hergestellt. Die einzelnen Fasern im Filz sind ungeordnet miteinander verschlungen.
- [0084] Nadelfilz wird mechanisch in der Regel mit zahlreichen Nadeln mit Widerhaken hergestellt, wobei die Widerhaken umgekehrt wie bei einer Harpune angeordnet sind. Dadurch werden die Fasern in den Filz gedrückt

und die Nadel geht leicht wieder heraus. Durch wiederholtes Einstechen werden die Fasern miteinander verschlungen und anschließend eventuell chemisch oder mit Wasserdampf nachbehandelt.

- [0085] Filze lassen sich – wie Vliese – aus praktisch allen natürlichen oder synthetischen Fasern herstellen. Neben der Vernadelung oder in Ergänzung ist auch das Verhaken der Fasern mit einem gepulsten Wasserstrahl oder mit einem Bindemittel möglich. Die letztgenannten Verfahren eignen sich insbesondere für Fasern ohne Schuppenstruktur wie Polyester- oder Polyamidfasern.
- [0086] Filze weisen eine gute Temperaturbeständigkeit auf und sind in der Regel feuchtigkeitsabweisend, was bei der Anwendung in flüssigkeitsführenden Systemen von Vorteil sein kann.
- [0087] Die Länge der in faserhaltigen Armierungsmitteln verwendeten Fasern unterliegt an sich keiner besonderen Beschränkung, d.h. es können sowohl so genannte Langfasern als auch Kurzfasern oder Faserbruchstücke verwendet werden. Über die Länge der verwendeten Fasern lassen sich die Eigenschaften der entsprechenden Faserbänder auch über weite Bereiche einstellen und steuern.
- [0088] Auch die Art der verwendeten Fasern unterliegt keiner Beschränkung. Nur beispielhaft seien hier Glasfasern, Carbonfasern oder Kunststofffasern wie Aramidfasern oder Fasern aus thermoplastischen Kunststoffen wie Polyestern oder Polyamiden oder Polyolefinen (z.B. Polypropylen) genannt, die dem Fachmann mit ihren Eigenschaften bekannt und in großer Vielzahl kommerziell erhältlich sind. Aus wirtschaftlichen Gründen werden in der Regel Glasfasern bevorzugt; werden Fasern auf Basis anderer Materialien eingesetzt, kann es vorteilhaft sein, Aramidfasern oder Carbonfasern zu verwenden, die hinsichtlich der Festigkeit bei höheren Temperaturen Vorteile gegenüber Fasern auf der Basis von thermoplastischen Kunststoffen bieten können.

- [0089] Die Verbindung der Armierung mit der Folie kann auf an sich bekannte Weise beispielsweise thermisch durch Verschweißen oder kaschieren oder mit Hilfe geeigneter Kleber erfolgen. Wesentlich ist, dass die Armierung mit der Folie eine ausreichend stabile Verbindung aufweist um eine Trennung oder Delaminierung während der Herstellung des Auskleidungsschlauchs zu vermeiden.
- [0090] Durch Co-Extrusion oder Pultrusion können direkt verstärkte und mehrschichtige Verbundfolien in Schlauchform hergestellt werden, die eine Verstärkung oder Armierung in der erfindungsgemäß geforderten Gestaltung aufweisen.
- [0091] Die Tränkung des harzgetränkten Faserbandes oder der harzgetränkten Faserbänder, die mit der schlauchförmigen Innenfolie in Kontakt stehen, mit Harz erfolgt in an sich bekannter Weise. Entsprechende Verfahren sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben, weshalb sich hier detaillierte Ausführungen erübrigen.
- [0092] Der Fachmann wird das zur Tränkung verwendete Harz abhängig von der Art seiner Faserverstärkung und der erforderlichen Eigenschaften im individuellen Anwendungsfall auswählen. Harze zur Tränkung von Fasersystemen sind in einer großen Zahl in der Literatur beschrieben und dem Fachmann an sich bekannt.
- [0093] Harze, die photochemisch gehärtet werden können, haben sich in einer Reihe von Anwendungsfällen als vorteilhaft erwiesen.
- [0094] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine härtbare Harz ein ungesättigtes Polyesterharz, ein Vinylesterharz oder ein Epoxidharz ist, wobei das mindestens eine härtbare Harz photochemisch härtbar ist und einen Photoinitiator enthält.
- [0095] Durch einen Einsatz eines photochemisch härtbaren Harzes umfassend einen Photoinitiator ist eine Aushärtung des Harzes mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere mit UV-Licht möglich. Dies ermöglicht nach dem

Einbringen des Auskleidungsschlauches in eine zu sanierende Rohrleitung ein besonders schnelles und effizientes Aushärten unter minimalem Energieeinsatz. Solche Reaktionsharze für eine Aushärtung mit UV-Licht mit Photoinitiatoren sind beispielsweise in der EP-A 23634 beschrieben. Da zur Bestrahlung in der Regel UV-Licht mit Wellenlängen im Bereich von 300 bis 500 nm, vorzugsweise im Bereich von 350 bis 450 nm verwendet wird, sollte der Innenfolienschlauch in diesen Wellenlängenbereichen keine oder nur eine geringe Extinktion bzw. Absorption aufweisen.

- [0096] Charakterisiert wird die Extinktion bzw. Absorption von Folien in der Regel über die Transparenz d.h. die Fähigkeit der untersuchten Folie, elektromagnetische Wellen der untersuchten Wellenlängen durchzulassen (Transmission). Einfallende Photonen wechselwirken je nach Energie mit unterschiedlichen Bestandteilen des Materials, somit ist die Transparenz eines Materials abhängig von der Frequenz der elektromagnetischen Welle.
- [0097] Neben dem effizienten Aushärten durch UV-Licht ist ein Einsatz von UV-Licht auch vorteilhaft um möglicherweise vorhandene Keime abzutöten und den Auskleidungsschlauch zu sterilisieren.
- [0098] Dabei hat es sich gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als besonders vorteilhaft erwiesen, dass das Epoxidharz ein durch photochemisch initiierte kationische Polymerisation härtpbares Epoxidharz ist.
- [0099] Neben photochemisch härtpbaren Harzen eignen sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch thermisch härtpbare Harze, die durch Temperaturerhöhung (z.B. Dampfhärtung oder dgl.) ausgehärtet werden. Bei Verwendung solcher Harze ist ein gutes Temperaturmanagement vor dem Einbau der Auskleidungsschläuche erforderlich, um eine vorzeitige Aushärtung zu vermeiden. Der Auskleidungsschlauch muss bis zur Aushärtung bei Temperaturen gelagert und verarbeitet werden, die unter der zur Härtung erforderlichen Temperatur liegt. Dies kann je nach äußeren Bedingungen jahreszeitabhängig eine Kühlung der

Auskleidungsschläuche zwischen Herstellung und Einbau erforderlich machen.

[00100] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Auskleidungsschlauch weiter mindestens eine äußere Folie aufweist, die auf der der Innenfolie abgewandten Oberfläche der harzgetränkten Faserbänder angeordnet ist.

[00101] Für diese Außenfolie können grundsätzlich die gleichen Polymeren verwendet werden, wie sie vorstehend für die Innenfolie beschrieben wurden. Auch die Außenfolie kann zur Verbesserung der Anbindung an das harzgetränkte Faserband bzw. die harzgetränkten Faserbänder an der diesen zugewandten Oberfläche funktionelle Gruppen oder eine Verstärkung oder Armierung aufweisen. Auch hier gilt bezüglich der funktionellen Gruppen und der Verstärkung oder Armierung das vorstehend für den nahtlosen Innenfolienschlauch Gesagte.

[00102] Da der äußere Folienschlauch nicht mit dem im Leitungssystem transportierten Medium in Kontakt steht, kann der äußere Folienschlauch auch eine Naht aufweisen. Dies ermöglicht z.B. die Herstellung des Außenfolienschlauchs durch Wickeln oder Zusammenführen der Längskanten von Flachfolien, was die technische Herstellung und Einbringung in den Auskleidungsschlauch gemäß der vorliegenden Erfindung erleichtert. Es ist aber ebenso möglich, auch für den äußeren Folienschlauch eine nahtlose Schlauchfolie zu verwenden, die dann beispielsweise über den zuvor hergestellten Auskleidungsschlauch aus Innenfolienschlauch und harzgetränkten Faserbändern übergezogen wird.

[00103] Im Allgemeinen ist jedoch die Verwendung gewickelter äußerer Folienschläuche oder von Folienschläuchen, die durch Verklebung oder Verschweißung aus Flachfolien erhalten werden, bevorzugt.

[00104] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass im Auskleidungsschlauch zwischen dem vorstehend beschriebenen Innenfolienschlauch und dem Faserband bzw. den

Faserbändern ein weiterer Folienschlauch enthalten ist, der beidseitig eine Armierung aufweist. In dieser Ausführungsform steht der nahtlose Innenfolienschlauch mit dem Faserband bzw. den Faserbändern nicht mehr in unmittelbarem Kontakt, sondern der Kontakt wird mittelbar erreicht. Durch die beidseitige Armierung wird eine Anbindung des zweiten inneren Folienschlauchs sowohl an das harzgetränkte Faserband bzw. die harzgetränkten Faserbänder einerseits als auch an den vorstehend beschriebenen Innenfolienschlauch erreicht (dies führt zu dem mittelbaren Kontakt im Sinne der vorliegenden Erfindung).

[00105] Das Kunststoffmaterial für die Folien dieses optional vorhandenen beidseitig armierten Folienschlauchs unterliegt keiner grundsätzlichen Beschränkung und der Fachmann wird nach dem angestrebten Anwendungszweck ein geeignetes Folienmaterial auswählen. Vorteilhaft ist, wenn der Folienschlauch eine Sperrwirkung gegen in den harzgetränkten Faserbändern, die mit der beidseitig armierten Folie in Kontakt stehen, vorhandenem Harz bzw. Harzkomponenten (z.B. Lösungsmittel) aufweist. Geeignete Folienmaterialien sind dem Fachmann an sich bekannt und in der Literatur beschrieben. Nur stellvertretend seien hier Polyolefinfolien oder Verbundfolien aus Polyolefinen und Polyamiden genannt, die eine gute Sperrwirkung gegen das häufig als Lösungsmittel in den zur Tränkung verwendeten Harzen enthaltene Styrol aufweisen.

[00106] Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Armierung der beidseitig armierten Folie um eine Vlieskaschierung.

[00107] Dabei soll im Folgenden unter Vliesschicht auch eine Anordnung von mehr als einem Vlies verstanden werden, d.h. jede der Vliesschichten kann aus einer Kombination von mehreren Vliesen bestehen. Bevorzugt ist allerdings ein Vlies pro Vliesschicht.

[00108] Die beidseitig armierte Folie bzw. deren Armierung kann, muss aber nicht zwingend, mit Harz getränkt sein.

- [00109] Grundsätzlich ist es vorteilhaft, die auf der Innenseite des Auskleidungsschlauchs angeordneten Elemente des Auskleidungsschlauchs so auszuwählen, dass diese eine möglichst hohe Transparenz für die zur Aushärtung verwandten Strahlung aufweisen, falls die Aushärtung durch Bestrahlung erfolgt.
- [00110] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass auf einem ersten Außenfolienschlauch wie vorstehend beschrieben mindestens ein weiterer Außenfolienschlauch angeordnet ist, wobei der weitere Außenfolienschlauch bzw. die weiteren Außenfolienschläuche einseitig oder beidseitig armiert, insbesondere mit einer Vliesschicht kaschiert sein kann bzw. sein können. In diesem Fall wäre der erste Folienschlauch richtigerweise nicht mehr als Außenfolienschlauch zu bezeichnen, sondern als "außen angeordneter" Folienschlauch, wobei außen angeordnet andeutet, dass der Folienschlauch auf der dem strömenden fluiden Medium abgewandten Seite der Faserbänder angeordnet ist.
- [00111] Weitere Folienschläuche können für die weitere Erhöhung der Dichtigkeit, insbesondere für die Dichtigkeit in den Randbereichen der erfindungsgemäßen Auskleidungsschläuche von Vorteil sein.
- [00112] Im Falle der Verwendung von ggf. armierten weiteren Folienschläuchen ist in der Regel mindestens eine der Armierungen von zwei miteinander in Berührung stehenden Folienschläuchen mit Harz getränkt. Eine Tränkung einer Armierung bei zwei miteinander in Kontakt stehenden Armierungen ist in der Regel ausreichend, um eine Imprägnierung bzw. Tränkung auch der zweiten Armierungsschicht zu erreichen, was für die Verbindung der Armierungen (und damit der Folienschläuche) von Vorteil ist und auch für die Dichtigkeit nach Aushärtung vorteilhafte Auswirkungen hat.
- [00113] Als echter Außenfolienschlauch ist richtigerweise nur der Folienschlauch zu bezeichnen, der den äußeren Abschluss des Auskleidungsschlauchs bildet,

der den Auskleidungsschlauch von der Umgebung (im Fall von Kanalsystemen in der Regel das Erdreich) trennt.

[00114] Die Dicke der verschiedenen Armierungsschichten, vorzugsweise Vliesschichten unterliegt an sich keiner besonderen Beschränkung. In einigen Fällen haben sich Dicken von 10 µm bis 1000 µm, vorzugsweise von 20 bis 500 µm und insbesondere von 25 bis 150 µm, und/oder ein Flächengewicht von 10 gr bis 300 gr pro qm, vorzugsweise von 15 bis 200 gr pro qm und insbesondere von 20 bis 80 gr pro qm als vorteilhaft erwiesen. In manchen Fällen haben sich Dicken im Bereich von 40 bis 90 µm als vorteilhaft erwiesen.

[00115] Auf den vorstehend beschriebenen außen angeordneten Folien der erfindungsgemäßen Auskleidungsschläuche wird in der Regel mindestens eine lichtundurchlässige Schutzfolie angeordnet, die auch eine als Diffusionsbarriere ausgebildete Schicht enthalten kann und die den Auskleidungsschlauch beim Transport vor Beschädigungen und vorzeitiger Aushärtung (insbesondere bei der Verwendung photochemisch härtender Harze) schützt. Diese Schicht oder Folie verbleibt nach dem Einbringen des Auskleidungsschlauchs in das zu sanierende Leitungssystem im Leitungssystem, wenn der Auskleidungsschlauch durch Einziehen ohne Inversion (Umstülpen) in das zu sanierende Leitungssystem eingebracht wird. Wenn der Auskleidungsschlauch durch Inversion in das zu sanierende Leitungssystem eingebracht wird, wird diese Schutzfolie im eingebauten Zustand zu einer Innenfolie und wird nach Einbringung in das Leitungssystem und vor der Aushärtung entfernt, da eine Härtung durch Bestrahlung wegen der Undurchlässigkeit dieses Schlauchs für das zur Bestrahlung verwendete Licht nicht möglich ist.

[00116] Vorteilhafterweise kann der Auskleidungsschlauch auf der dem fluiden Medium zugewandten Seite der aushärtbaren Lage aus einem oder mehreren Faserbändern mit einer oder mehreren inneren Schutzfolien, insbesondere in Form von Kunststofffolien, versehen sein. Entsprechende

Folien sind dem Fachmann an sich bekannt und in der Literatur beschrieben, so dass sich hier nähere Ausführungen erübrigen.

[00117] Erfindungsgemäße Auskleidungsschläuche mit einem nahtlosen Innenfolienschlauch weisen nach der Einbringung in das zu sanierende fluidführende Leitungssystem und nachfolgender Aushärtung eine besonders gute Dichtigkeit auf, was insbesondere bei Anwendungen von Vorteil ist, bei denen sich die zu sanierenden Leitungssysteme in geschützten oder zu schützenden Bereichen befinden.

[00118] Aufgrund der fehlenden Nahtstellen des erfindungsgemäßen Innenfolienschlauchs sind keine Angriffspunkte zur Ansammlung von Ablagerungen vorhanden, die eine Keimbildung befördern können. Da auch keine Verbindungsstellen im nahtlosen Schlauch vorhanden sind, kann hier kein Dichtigkeitsproblem auftreten.

[00119] Abschließend ist es zudem vorteilhaft, dass aufgrund der fehlenden Nahtstellen des Innenfolienschlauchs ein verringerter Durchflusswiderstand erzielt wird. Dies ist bei einer Sanierung von Leitungssystemen vorteilhaft, die kein Totvolumen aufweisen und in denen ein erhöhter Durchflusswiderstand durch zusätzlichen Energieeinsatz überwunden werden muss.

[00120] Ein weiterer Vorteil, der sich bei der Verwendung der vorstehend beschriebenen Innenfolienschläuche gemäß der bevorzugten Ausführungsformen mit funktionellen Gruppen oder einer Verstärkung ergibt, ist die Tatsache, dass diese Innenfolienschläuche nach Einbau in das zu sanierende fluidführende und druckbelastete Leitungssystem nicht wieder herausgezogen werden müssen (was erfindungsgemäß bevorzugt ist), da durch die Anbindung an die aushärtbare Lage eine ausreichende Stabilität des Verbunds gegeben ist.

[00121] Die vorliegende Erfindung betrifft daher auch ausgehärtete Auskleidungsschläuche mit Innenfolienschläuchen, die an die aushärtbare Lage angebunden bzw. mit dieser verbunden sind.

[00122] Schließlich liefert die Erfindung eine Verwendung eines erfindungsgemäßen Auskleidungsschlauchs für die Sanierung fluidführender Leitungssysteme, insbesondere Leitungen für Wasser oder Abwasser oder für die Sanierung von Rohrleitungen in industriellen Produktionsbetrieben.

Patentansprüche

1. Verwendung mindestens einer nahtlosen schlauchförmigen Innenfolie in einem Auskleidungsschlauch mit mindestens einer unmittelbar oder mittelbar auf der mindestens einen schlauchförmigen Innenfolie aufgetragenen aushärtbaren Lage aus mindestens einem mit härtbaren Harz getränkten Faserband zur Sanierung druckbelasteter Leitungssysteme zum Transport fluider Medien.
2. Verwendung nach Anspruch 1 für die Sanierung von Druckleitungen für Wasser oder Abwasser oder für die Sanierung von Druckleitungen in industriellen Produktionsbetrieben.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die schlauchförmige Innenfolie eine Mehrschichtverbundfolie ist.
4. Verwendung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrschichtverbundfolie eine Barrierschicht aufweist.
5. Verwendung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine schlauchförmige Innenfolie eine Mehrschichtverbundfolie auf der Basis von Olefinhomo- oder -copolymeren und/oder Polyamiden ist und/oder die Innenfolie eine Folienstärke von 100 bis 1000 μm , insbesondere von 100 bis 500 μm , aufweist.
6. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das härtbare Harz ein ungesättigtes Polyesterharz, ein Vinylesterharz oder ein Epoxidharz ist, wobei das härtbare Harz photochemisch härtbar ist und einen Photoinitiator umfasst.
7. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Epoxidharz ein durch photochemisch initiierte kationische Polymerisation härtbares Epoxidharz ist.

8. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Auskleidungsschlauch weiter mindestens eine äußere Folie aufweist, die auf der der Innenfolie abgewandten Seite der Oberfläche der Faserbänder angeordnet ist.
9. Verwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine äußere Folie mindestens auf der dem harzgetränkten Faserband oder den Faserbändern zugewandten Seite eine Verstärkung und/oder Armierung in Form von Vlies, Filz, Gewebe und/oder Gelege umfasst, insbesondere eine Vlieskaschierung.
10. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die schlauchförmige Innenfolie auf der im eingebauten Zustand dem Faserband bzw. den Faserbändern zugewandten Oberfläche eine Verstärkung oder Armierung aufweist.
11. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die schlauchförmige Innenfolie auf der im eingebauten Zustand dem Faserband bzw. den Faserbändern zugewandten Oberfläche funktionelle Gruppen aufweist.
12. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die schlauchförmige Innenfolie eine antibakterielle Ausrüstung aufweist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/067447

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B32B1/08 F16L55/165
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B32B F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 510 306 A1 (TEERBAU GMBH STRASSENBAU [DE]) 28 October 1992 (1992-10-28)	1,2,6-10
Y	column 1, line 1 - column 5, line 51; figures 1-3	3-5,11, 12
Y	DE 10 2011 105592 A1 (SML VERWALTUNGS GMBH [DE]) 27 December 2012 (2012-12-27) paragraph [0015] - paragraph [0039]	3-5,11, 12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2015

Date of mailing of the international search report

29/10/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Möbius, Henning

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/067447

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0510306	A1	28-10-1992	AT 120688 T 15-04-1995
		DE 4113002 A1	22-10-1992
		EP 0510306 A1	28-10-1992

DE 102011105592	A1	27-12-2012	DE 102011105592 A1 27-12-2012
		EP 2724064 A2	30-04-2014
		WO 2013000556 A2	03-01-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B32B1/08 F16L55/165
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B32B F16L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 510 306 A1 (TEERBAU GMBH STRASSENBAU [DE]) 28. Oktober 1992 (1992-10-28)	1,2,6-10
Y	Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 51; Abbildungen 1-3	3-5,11, 12
Y	DE 10 2011 105592 A1 (SML VERWALTUNGS GMBH [DE]) 27. Dezember 2012 (2012-12-27) Absatz [0015] - Absatz [0039]	3-5,11, 12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Oktober 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Möbius, Henning

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/067447

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0510306 A1	28-10-1992	AT 120688 T	15-04-1995
		DE 4113002 A1	22-10-1992
		EP 0510306 A1	28-10-1992

DE 102011105592 A1	27-12-2012	DE 102011105592 A1	27-12-2012
		EP 2724064 A2	30-04-2014
		WO 2013000556 A2	03-01-2013
