

(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
12. Februar 2009 (12.02.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/018963 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
A01N 25/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/006334

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. August 2008 (01.08.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2007 010 891.5 3. August 2007 (03.08.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): REHAU AG + CO [DE/DE]; Rheniumhaus, 95111
Rehau (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HENDEL, Roland
[DE/DE]; Eisgrund 5, 91086 Aurachtal (DE). KANIA,
Guido [DE/DE]; Schlossweg 43, 91080 Marloffstein
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts



WO 2009/018963 A2

(54) Title: MOLDED PART

(54) Bezeichnung: FORMTEIL

(57) Abstract: The invention relates to a molded plastic part, preferably a plastic tube, especially for conveying or storing fluids, comprising at least one layer that contains zeolite particles in which at least some ion-exchangeable ions are replaced by biofilm-inhibiting ions. Said plastic tube is characterized in that the layer and/or other layers additionally contain/s nanometer-sized biofilm-inhibiting particles.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kunststoffformteil, bevorzugt ein Kunststoffrohr, insbesondere zum Transport oder zur Speicherung von Fluiden, umfassend wenigstens eine Schicht, die Zeolithpartikel enthält, bei welchen zumindest ein Teil von Ionenaustauschbaren Ionen durch biofilmhemmende Ionen ersetzt wurden, wobei das Kunststoffrohr dadurch charakterisiert ist, dass die Schicht und / oder weitere Schichten weiterhin biofilmhemmende Partikel in Nanometergröße enthält.

Formteil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kunststoffformteil, bevorzugt ein Kunststoffrohr, insbesondere zum Transport oder zur Speicherung von Fluiden, das wenigstens eine Schicht umfasst, welche Zeolithpartikel enthält, bei welchen zumindest ein Teil von Ionen-austauschbaren Ionen durch biofilmhemmende Ionen ersetzt wurden.

5

Aus dem Stand der Technik gemäß Druckschrift EP-A-116865 ist bekannt, Kunststoffe mit Zeolithpartikeln zu versehen, wobei die Zeolithpartikel biofilmhemmende bzw. antimikrobiell wirkende Ionen enthalten. Unter Biofilm ist hierbei ganz allgemein die flächige Anlagerung von Organismen und insbesondere von Mikroorganismen wie etwa Bakterien oder Pilze auf den Oberflächen entsprechender Formteile zu verstehen.

10

Eine spezielle Anwendung besagter Kunststoffe sind Rohre für den Transport oder die Speicherung von flüssigen und/oder gasförmigen Medien. Solche Kunststoff-Rohre dienen beispielsweise dem Transport von Trinkwasser aus Trinkwasserreservoirs bis hin zum Endverbraucher, aber auch dem Rücktransport von Abwasser vom Endverbraucher zu Abwasserentsorgungsunternehmen.

15

Bei den genannten Kunststoff-Rohren im Bereich der Trinkwasserversorgung kommt es mit der Zeit für gewöhnlich zu einer Besiedlung der Rohrwand mit Organismen bzw. Mikroorganismen. Organismen können hierbei Pflanzen wie etwa Algen sein, während Mikroorganismen beispielsweise Bakterien und Pilze umfassen. Die entsprechenden Ablagerungen führen einerseits zu einem reduzierten Durchflussquerschnitt, und andererseits zu einer negativen Beeinflussung der Qualität des transportierten Trinkwassers. Hierbei kann es sogar zu einem epidemischen Risiko kommen, wenn die gebildeten Biofilme pathogene Keime enthalten. Neben den genannten Problemen bewirken die Mikroorganismen des Biofilms bei längerer Einwirkung eine biologisch induzierte Schädigung des Rohrmaterials. In diesem Zusammenhang sei beispielsweise der Abbau des Kunststoffs durch Pilze genannt.

20

25

Die Inkorporierung von Zeolithpartikeln mit biofilmhemmenden Ionen in solche Kunststoffrohre kann die Ausbildung eines Biofilms hemmen bzw. unterdrücken. Nachteilig bei dieser Methode zum Verhindern der Ausbildung eines Biofilms ist jedoch die Tatsache, dass sich die in den Zeolithpartikeln vorhandenen biofilmhemmenden Ionen relativ schnell aus diesen herauslösen und an die entsprechende Formteiloberfläche wandern, so dass die biofilmhemmenden Ionen rasch verbraucht sind und schon nach kurzer Zeit die biofilmhemmende Wirkung verloren geht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Kunststoffformteil, bevorzugt ein Kunststoffrohr bereitzustellen, welches einer Ablagerung von Mikroorganismen oder Schadstoffen, und allgemein dem Aufbau eines Biofilms, für einen langen Zeitraum wirkungsvoll entgegenwirkt und gleichzeitig einfach und kostengünstig herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Kunststoffformteil mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1 gelöst. Weitere die Erfindung detailliert beschreibende, vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

Das erfindungsgemäße Kunststoffformteil zeichnet sich dadurch aus, dass die Schicht neben den Zeolithpartikeln weiterhin biofilmhemmende Partikel in Nanometergröße enthält. Es hat sich gezeigt, dass durch die Kombination von Zeolithpartikeln mit biofilmhemmenden Ionen und biofilmhemmenden Partikeln in Nanometergröße eine sehr lang anhaltende biofilmhemmende Wirkung erzielt werden kann. Dabei kommt es im Einsatz des Kunststoffrohrs zunächst überwiegend zu einer Wanderung der biofilmhemmenden Ionen, die sich aus den Zeolithpartikeln herauslösen. Somit ergibt sich praktisch schon von Beginn an durch das schnelle Herauslösen der Ionen und ihre entsprechend schnelle Wanderung an die Oberfläche des Kunststoffrohrs ein hochwirksamer Schutz gegenüber einer Anlagerung von Organismen bzw. Mikroorganismen.

Mit der Zeit kommt es ebenfalls zu einem Herauslösen von Ionen aus den entsprechenden biofilmhemmenden Partikeln in Nanometergröße, die ebenfalls in Richtung der Kunststoffrohr-Oberfläche wandern und dort dafür sorgen, dass sich kein Biofilm anlegt. Da das Herauslösen von Ionen aus den biofilmhemmenden Partikeln wesentlich länger dauert als bei den Zeolithpartikeln, ergibt sich hier ein verzögerter Effekt, der etwas später zum Tragen kommt bzw. der etwas mehr Zeit für den Ausbau eines effektiven Schutzes vor der Anlagerung eines Biofilms benötigt. Allerdings dauert es hierbei wesentlich länger, bis es zu einem

vollständigen Aufbrauchen der Ionen der biofilmhemmenden Partikel kommt. Somit ergibt sich eine optimal wirkende Kombination, bei der die Ionen der Zeolithpartikel sehr rasch wirken und schon sehr frühzeitig einen Biofilm-Schutz aufbauen (während zu diesem frühen Stadium noch so gut wie keine Ionen aus den biofilmhemmenden Partikeln vorhanden sind). Der Biofilm-Schutz, der aus der Wanderung der Ionen aus den Zeolithpartikeln resultiert, verbraucht sich jedoch relativ schnell, wobei der entsprechende Abfall der Wirkung aufgefangen wird durch die später einsetzende Wanderung von Ionen aus den biofilmhemmenden Partikeln. Somit ergänzen sich die Ionen der Zeolithpartikel und der biofilmhemmenden Partikel in Nanometergröße in idealer Weise, denn sobald die einen, d.h. die Ionen der Zeolithpartikel aufgebraucht sind, kommen die Ionen der biofilmhemmenden Partikel zum Tragen, wobei deren Wirkung sehr lange anhält.

Neben dem Mechanismus des Herauslösens von Ionen aus den in der Schicht eingebetteten biofilmhemmenden Partikeln, die dann in der Folge an die Kunststoffrohr-Oberfläche wandern, um dort zu wirken, kommt es auch zu einem direkten Kontakt zwischen den biofilmhemmenden Partikeln und dem Fluid bei den biofilmhemmenden Partikeln, die sich an der Kunststoff-Rohr-Oberfläche befinden bzw. teilweise aus dieser heraus schauen. Hierbei findet auch durch den Kontakt zwischen den biofilmhemmenden Partikeln und dem Fluid ein Herauslösen von Ionen statt. Mit fortschreitender Zeit spielt der direkte Kontakt der biofilmhemmenden Partikel mit dem Fluid eine zunehmende Rolle, da durch das Fluid Material des Kunststoffrohrs abgetragen wird, so dass mit der Zeit immer mehr biofilmhemmende Partikel freigelegt werden.

Hierbei kann es vorteilhaft sein, dass die biofilmhemmenden Ionen Kupferionen und/oder Zinkionen und/oder Silberionen umfassen, und dass die biofilmhemmenden Partikel Kupfer und/oder Zink und/oder Silber aufweisen. Die Materialien Kupfer, Zink und Silber bzw. deren Ionen haben besonders günstige (antimikrobielle) Eigenschaften hinsichtlich der Vermeidung der Ausbildung eines Biofilms, sie sind vorzugsweise ausgewählt.

Zudem kann es vorteilhaft sein, dass die biofilmhemmenden Partikel einen größten Durchmesser zwischen 1 und 100 nm, vorzugsweise 10 und 50 nm, aufweisen. Es hat sich herausgestellt, dass die Partikel in diesem Größenbereich besonders vorteilhaft wirken.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die Konzentration an Zeolithpartikel und biofilmhemmenden Partikel in Summe 0.01 bis 15 Gewichtsprozent, bevorzugt 0.1 bis 5 Gewichtsprozent, bezogen auf die Schicht des Kunststoffrohrs, die diese enthält, beträgt. Die Menge an Zeolithpartikel und biofilmhemmende Partikel wird dazu vorteilhaft in einem Verhältnis von 20 zu 80 bis 80 zu 20 gewählt.

Darüber hinaus kann es vorteilhaft sein, dass die Schicht einen Matrixwerkstoff aufweist, in welchen die Zeolithpartikel und die biofilmhemmenden Partikel eingebettet sind. Dadurch sind die Partikel sicher und fest gehalten und in dem Kunststoffrohr fixiert.

10

Es kann günstig sein, dass der Matrixwerkstoff ein thermoplastisches Polymer wie Polyethylen, vernetztes Polyethylen (PE-X), Polypropylen, Polybuten oder Polyvinylchlorid sowie deren Copolymere aufweist und vorzugsweise aus diesem besteht. Diese Materialien besitzen günstige mechanische und physikalische bzw. chemische Eigenschaften und sind zudem vergleichsweise preiswert bei einfacher Verarbeitbarkeit.

15

Zudem kann es günstig sein, dass die Zeolithpartikel und/oder die biofilmhemmenden Partikel gleichmäßig in dem Matrixwerkstoff verteilt sind, oder aber dass die Konzentration der Zeolithpartikel und/oder der biofilmhemmenden Partikel in Nanometergröße ausgehend von der dem Fluid abgewandten Außenfläche der Schicht in Richtung der dem Fluid zugewandten Innenfläche der Schicht kontinuierlich zu- oder abnimmt. Je nach Anwendungsfall kann die Verteilung der Zeolithpartikel und/oder der biofilmhemmenden Partikel variiert bzw. angepasst werden. Besteht beispielsweise der Wunsch, bei einem Rohr sowohl Innenoberfläche (d.h. die mit dem Fluid in Kontakt kommende Oberfläche) als auch Außenoberfläche vor der Anlagerung eines Biofilms zu schützen, so bietet sich eine homogene Verteilung an. Ist dagegen beabsichtigt, in erster Linie die Innenoberfläche des Rohres vor der Anlagerung eines Biofilms zu schützen, so bietet die erhöhte Konzentration der Zeolithpartikel bzw. der biofilmhemmenden Partikel in der Nähe der Innenoberfläche Vorteile. Zudem kann es bei gewünschtem Schutz des Rohres sowohl an Innen- als auch an Außenoberfläche vor der Anlagerung eines Biofilms vorteilhaft sein, dass die Konzentration der Zeolithpartikel und/oder der biofilmhemmenden Partikel von der Mitte der Schicht in Richtung der Innenoberfläche und der Außenoberfläche zunimmt.

20

25

30

35

Es kann in einer Abwandlung der vorliegenden Erfindung zudem günstig sein, wenn die Konzentration der Zeolithpartikel von der Mitte der Schicht in Richtung der Innenoberfläche

zunimmt, wobei die Konzentration der Zeolithpartikel nahe an der Innenoberfläche sehr hoch ist und weiter entfernt von der Innenoberfläche sehr niedrig oder sogar 0 ist.

Dies kann im umgekehrten Sinne auch für die biofilmhemmenden Partikel zutreffen.

Es ergibt sich dann erfindungsgemäß eine Schicht, die in den beiden Randbereichen im Wesentlichen nur Zeolithpartikeln mit biofilmhemmenden Ionen bzw. biofilmhemmenden Partikeln in Nanometergröße aufweist.

Die Konzentration von Zeolithpartikeln mit biofilmhemmenden Ionen und biofilmhemmenden Partikeln in Nanometergröße kann dabei in der Schicht einen stetigen Gradienten oder einen nichtstetigen Gradienten, also einen Sprung aufweisen.

Die Konzentration von Zeolithpartikeln mit biofilmhemmenden Ionen und biofilmhemmenden Partikeln in Nanometergröße kann dabei so gewählt sein, dass vorteilhaft in der Schicht eine erste Teilschicht vorliegt, die Zeolithpartikeln mit biofilmhemmenden Ionen und eine zweite Teilschicht, die biofilmhemmenden Partikeln in Nanometergröße aufweist.

Ein nichtstetiger Gradient, der einen Sprung aufweist, kann vorteilhaft dann wirksam sein, wenn die Wanderung der Ionen verzögert eintreten soll.

In einer vorteilhaften Ausführung ist das Kunststoffrohr zwei- oder mehrschichtig, wobei die innerste, dem Fluid zugewandte Schicht durch die in den zuvor dargestellten vorteilhaften Ausführungen beschriebene Schicht gebildet wird, und die sich daran anschließende äußere Schicht bzw. die sich daran anschließenden äußeren Schichten einen polymeren Werkstoff aufweist bzw. aufweisen. Durch den zwei- bzw. mehrschichtigen Aufbau gelingt die Realisierung eines robusteren und mechanisch stärker beanspruchbaren Rohrs, wobei die jeweiligen Schichten im Sinne der jeweils beabsichtigten Funktion ausgelegt werden können. Bei einem zweischichtigen Rohr ist beispielsweise die innere Schicht so ausgelegt, dass sie die Anlagerung von Mikroorganismen bzw. von Schadstoffen unterbindet, während die sich daran außen anschließende äußere Schicht beispielsweise dazu ausgelegt ist, eine hohe mechanische Stabilität des Rohrs zu gewährleisten.

Hierbei kann es sich als günstig erweisen, dass die sich an die innerste Schicht anschließende äußere Schicht bzw. die sich an die innerste Schicht anschließenden äußeren Schichten ein thermoplastisches Polymer wie Polyethylen, vernetztes Polyethylen (PE-X), Polypropylen, Polybuten oder Polyvinylchlorid sowie deren Copolymere aufweist bzw. aufweisen und vorzugsweise aus diesem besteht bzw. aus diesem bestehen.

Darüber hinaus kann es sich als günstig erweisen, dass das Rohr zwei- oder mehrschichtig ist und durch einen Co-Extrusionsprozess hergestellt ist. Dies ist ein besonders effektives und wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung mehrschichtiger Rohre.

5 Weiterhin kann es sich als günstig erweisen, wenn die Schicht mit den Zeolithpartikeln mit biofilmmhemmenden Ionen und biofilmmhemmenden Partikeln in Nanometergröße in einem Prozess hergestellt wird, bei dem ein Fluid in das Rohrlumen geleitet wird und sich auf der Innenoberfläche unter Ausbildung der Schicht niederschlägt.

Das Fluid kann eine Flüssigkeit in Form beispielsweise eines Lackes sein, der die Zeolithpartikel und biofilmmhemmenden Partikel enthält.

10 In einer anderen Form kann die Schichtbildung aus einer Gasphase heraus vorgenommen werden.

Eine solche Technik zur Schichtherstellung ist sehr effektiv und wirtschaftlich zur Herstellung mehrschichtiger Rohre nutzbar.

15

Zudem kann es sich als günstig erweisen, dass das Rohr zwei- oder mehrschichtig ist und die Schichtdicke der innersten, dem Fluid zugewandten Schicht zwischen 1 und 10 % der Wanddicke des Rohrs beträgt. Bei diesem Schichtdickenbereich ist die gewünschte anlagenvermeidende Funktion der innersten Schicht gewährleistet. Gleichzeitig resultiert hieraus nur ein relativ geringer Materialverbrauch für die innerste Schicht, was sich kostenreduzierend auf die Herstellung des Rohrs auswirkt. Zudem wird durch die nur relativ geringe Dicke der innersten Schicht das mechanische Materialverhalten des gesamten Rohrs nur unwesentlich von dieser beeinflusst.

20

25 Hierbei kann es von Vorteil sein, dass die Schichtdicke der innersten, dem Fluid zugewandten Schicht zwischen 1 und 10% der Wanddicke des Rohrs beträgt.

Neben den zuvor beschriebenen vorteilhaften Ausführungen des Rohres sind auch sämtliche möglichen Kombinationen davon vorstellbar.

30

Die Merkmale und Vorteile der Erfindung werden eingehender in der nachstehenden Beschreibung dargelegt, wobei auf die beigefügten, nicht maßstäblichen Zeichnungen Bezug genommen wird, auf denen folgendes dargestellt ist:

35 Fig. 1: Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen einschichtigen Rohrs,

Fig. 2: Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen zweischichtigen Rohrs.

Die nicht maßstabsgetreue Darstellung gemäß Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes einschichtiges Rohr 1, wobei das Rohr 1 eine Schicht 2 mit einer Außenfläche 5 und einer Innenfläche 6 aufweist. Die Schicht 2 enthält als Matrixwerkstoff Polyethylen, in welches die Zeolithpartikel 3 und die biofilmhemmenden Partikel 4 eingelagert sind. Hierbei weisen die Zeolithpartikel 3 als biofilmhemmende Ionen Silber-Ionen auf, während die biofilmhemmenden Partikel 4 aus Silber bestehen und einen größten Durchmesser von 10 nm besitzen. Die Konzentration der Zeolithpartikel und der biofilmhemmenden Partikel ist im Bereich der Innenfläche 6 am größten und nimmt in Richtung der Außenfläche 5 stetig ab.

Die nicht maßstabsgetreue Darstellung gemäß Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes, in einem Co-Extrusionsprozess hergestelltes zweischichtiges Rohr 1 mit einer inneren Schicht 2 und einer sich außen anschließenden äußeren Schicht 7. Die innere Schicht 2 entspricht hierbei der unter Fig. 1 dargestellten Schicht und weist denselben Aufbau auf. Die äußere Schicht 7 besteht aus PP. Die innere Schicht besitzt eine Dicke von ca. 1 mm, während die Wanddicke des Rohres ca. 15 mm beträgt.

- Patentansprüche -

25

30

35

Patentansprüche

1. Kunststoffformteil, bevorzugt Kunststoffrohr (1), insbesondere zum Transport oder zur Speicherung von Fluiden, umfassend wenigstens eine Schicht (2), die Zeolithpartikel (3) enthält, bei welchen zumindest ein Teil von Ionen-austauschbaren Ionen durch biofilmhemmende Ionen ersetzt wurden, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (2) und / oder eine weitere Schicht weiterhin biofilmhemmende Partikel (4) in Nanometergröße enthält.
5
2. Kunststoffformteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die biofilmhemmenden Ionen vorzugsweise Kupferionen und/oder Zinkionen und/oder Silberionen umfassen.
10
3. Kunststoffformteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die biofilmhemmenden Partikel (4) vorzugsweise Kupfer und/oder Zink und/oder Silber enthalten.
15
4. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die biofilmhemmenden Partikel (4) einen größten Durchmesser zwischen 1 und 100 nm, vorzugsweise zwischen 10 und 50 nm, aufweisen.
- 20 5. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (2) oder eine weitere Schicht einen Matrixwerkstoff aufweist, in welchen die Zeolithpartikel (3) und die biofilmhemmenden Partikel (4) eingebettet sind.
- 25 6. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixwerkstoff ein thermoplastisches Polymer wie Polyethylen, vernetztes Polyethylen (PE-X), Polypropylen, Polybuten oder Polyvinylchlorid sowie deren Copolymere aufweist und vorzugsweise aus diesem besteht.

7. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeolithpartikel (3) und/oder die biofilmmhemmenden Partikel (4) gleichmäßig in dem Matrixwerkstoff verteilt sind.
- 5 8. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration der Zeolithpartikel (3) und/oder der biofilmmhemmenden Partikel (4) in Nanometergröße ausgehend von der dem Fluid abgewandten Außenfläche (5) der Schicht (2) in Richtung der dem Fluid zugewandten Innenfläche (6) der Schicht (2) kontinuierlich zunimmt oder kontinuierlich abnimmt
- 10 9. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es zwei- oder mehrschichtig ist, wobei die innerste, dem Fluid zugewandte Schicht durch die Schicht (2) gebildet wird, und die sich daran anschließende äußere Schicht (7) bzw. die sich daran anschließenden äußeren Schichten einen polymeren Werkstoff aufweist bzw. aufweisen.
- 15 10. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sich an die innerste Schicht (2) anschließende äußere Schicht (7) bzw. die sich an die innerste Schicht (2) anschließenden äußeren Schichten ein thermoplastisches Polymer wie Polyethylen, vernetztes Polyethylen (PE-X), Polypropylen, Polybuten oder Polyvinylchlorid aufweist bzw. aufweisen und vorzugsweise aus diesem besteht bzw. aus diesem bestehen.
- 20 11. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es zwei- oder mehrschichtig ist und durch einen Co-Extrusionsprozess hergestellt ist.
- 25 12. Kunststoffformteil nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der innersten, dem Fluid zugewandten Schicht (2) zwischen 1 und 10% der Wanddicke des Rohrs beträgt.
- 30

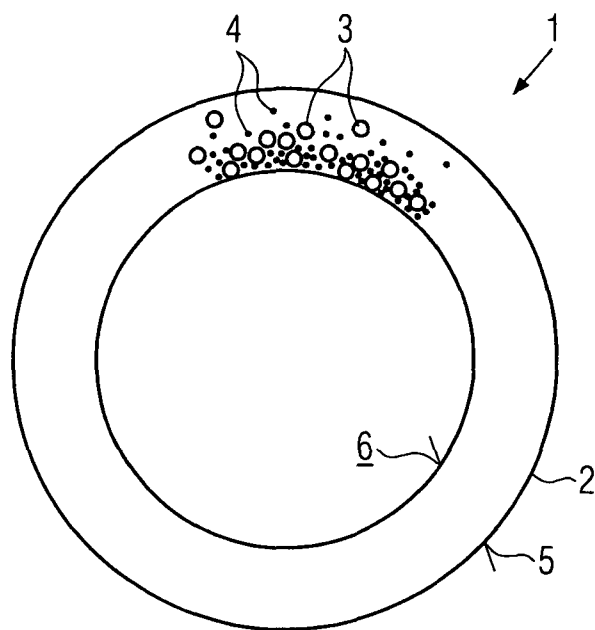


FIG. 1

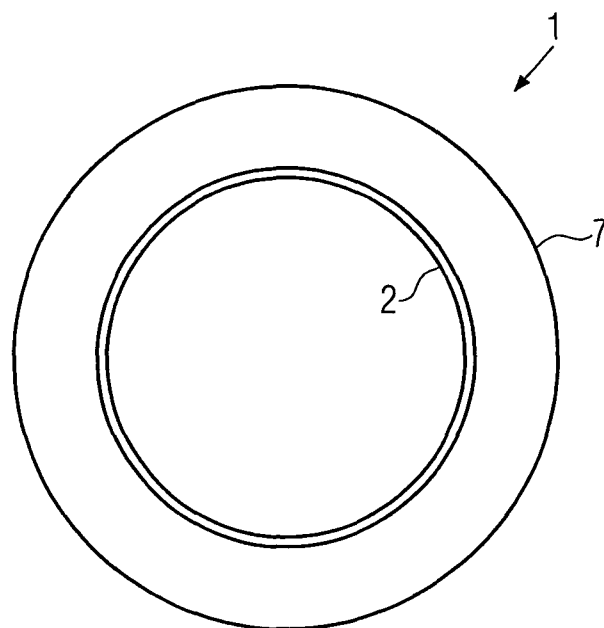


FIG. 2