



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 609 540 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.12.2005 Patentblatt 2005/52**

(51) Int Cl.7: **B08B 9/027**, B08B 9/043,  
B24C 3/32, E03B 7/09,  
F16L 58/10, G01M 3/00

(21) Anmeldenummer: **05405388.9**

(22) Anmeldetag: **16.06.2005**

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

(72) Erfinder: **Bachmann, Werner**  
**8953 Dietikon (CH)**

(74) Vertreter: **Walder, Martin Bernhard et al**  
**Riederer Hasler & Partner**  
**Patentanwälte AG**  
**Elestastrasse 8**  
**7310 Bad Ragaz (CH)**

(30) Priorität: **25.06.2004 CH 10712004**

(71) Anmelder: **Adisa Service und Entwicklungs AG**  
**8953 Dietikon (CH)**

(54) **Verfahren zur Behandlung einer zu reinigenden Rohrleitung**

(57) Ein Verfahren zur Sanierung eines Rohrleitungsnetzes mit wenigstens einer an eine Zuleitung angeschlossenen Zapfstelle, mit welchen Verfahren die Rohrleitung auf Hindernisse inspiziert wird, die Innenfläche der Rohrleitung von Rost und Ablagerungen mittels Abrasion gereinigt wird, die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes nach der Reinigung mit dem Endoskop kontrolliert und beurteilt wird, ob sie genügend gereinigt ist, um beschichtet zu werden, und die gereinigte Innenfläche der Rohrleitung mit einem Kunststoffbelag überzogen wird, zeichnet sich dadurch aus, dass

- die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes vor einer abrasiven Behandlung mit einem Endoskop kontrolliert und anhand der Endoskopie beurteilt wird, und
- unter Berücksichtigung dieser Beurteilung die Mittel zur Reinigung der Innenfläche gewählt werden aus wenigstens:

- Durchblasen mit Druckluft oder Durchsaugen mit Vakuum
- Säurebehandlung,
- trockene Abrasion unter Vakuum oder trockene Abrasion unter Druckluft,
- nasse Abrasion unter Vakuum oder nasse Abrasion unter Druckluft,
- andere mechanische Entfernung, z.B. Ultraschall, Vibrieren, mit Sonde durchstossen, bohren.

**EP 1 609 540 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Es sind Rohrreinigungs- und Rohrsanierungsverfahren hinlänglich bekannt, mit welchen ein Rohrleitungssystem von Rost und Ablagerungen befreit und die gereinigte Innenfläche der Rohre mit einem Kunststoff beschichtet werden kann.

**[0002]** Es ist bekannt, Ablagerungen und Rost mittels Säure aufzuweichen. Es ist auch bekannt Ablagerungen und Rost mittels trockenen oder nassen abrasiven Mitteln zu entfernen. Es ist ferner bekannt, die trockenen abrasiven Mittel mittels Druckluft oder mittels Vakuum durch die Rohre zu befördern. Die erreichten guten Resultate der unterschiedlichen Reinigungsverfahren bei der Sanierung eines konkreten Leitungsnetzes sind jedoch bei anderen Rohrleitungsnetzen, bei anderen Ablagerungen, bei anderen Wasserqualitäten etc. nicht reproduzierbar.

**[0003]** Die Qualitätssicherung bei den bekannten Sanierungsverfahren zur Sanierung von Leitungssystemen ist daher nicht gewährleistet. Zumal bei Trinkwasserleitungen eine einwandfreie Qualität auch noch nach Jahren gewährleistet sein sollte, ist es wünschenswert, ein Verfahren zu besitzen, mit welchem eine möglichst optimale Qualität der Sanierung in unterschiedlichsten Leitungsnetzwerken mit unterschiedlichsten Zuständen, unterschiedlichsten Geometrien und Materialien, zuverlässig und reproduzierbar erreicht werden kann.

**[0004]** In den Richtlinien W/TPW 158 des SVGW "Rohrinnensanierungsverfahren, Anforderungen und Prüfung" wird verlangt, dass Hindernisse, die eine durchgängige Rohrreinigung verhindern, beim Sanieren zu einer Beschädigung des Materials führen können, den Sanierungsvorgang vorzeitig beenden oder die spätere Betriebssicherheit gefährden, durch ein geeignetes Inspektionssystem festzustellen sind und gegebenenfalls Hindernisse in offener oder geschlossener

**[0005]** Bauweise zu entfernen sind. Ferner wird eine glasfaseroptische oder TV-gestützte Inspektion verlangt, um den Reinigungserfolg zu kontrollieren.

**[0006]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem ein Rohrleitungsnetz mit einer reproduzierbaren, hohen Qualität saniert werden kann.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäss durch ein Verfahren nach dem Patentanspruch 1 gelöst.

**[0008]** Es hat sich gezeigt, dass die verschiedenen Verfahrensmöglichkeiten, die Leitungen zu reinigen, spezifische Vorteile und Nachteile besitzen. Je nach Rostbeschaffenheit ist ein trockenes oder ein nasses Verfahren erfolgreicher. Die verschiedenen Verfahren zum Entfernen von Ablagerungen und Rost erreichen eine bestimmte Stelle im Rohrleitungsnetz unterschiedlich gut.

**[0009]** Gegenüber bekannten Verfahren zur Sanierung eines Rohrleitungsnetzes mit wenigstens einer an eine Zuleitung angeschlossenen Zapfstelle, mit wel-

chen Verfahren die Rohrleitung auf Hindernisse inspiziert wird, die Innenfläche der Rohrleitung von Rost und Ablagerungen mittels Abrasion gereinigt wird, die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes nach der Reinigung mit dem Endoskop kontrolliert und beurteilt wird, ob sie genügend gereinigt ist, um beschichtet zu werden, und die gereinigte Innenfläche der Rohrleitung mit einem Kunststoffbelag überzogen wird, zeichnet sich das erfindungsgemässe Verfahren durch folgende Merkmale aus:

- die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes wird vor einer abrasiven Behandlung mit einem Endoskop kontrolliert und anhand der Endoskopie beurteilt,
- unter Berücksichtigung dieser Beurteilung werden die Mittel zur Reinigung der Innenfläche gewählt.

**[0010]** Dieses vorgängige Endoskopieren hat den Vorteil, dass eine Behandlung gezielt vorgenommen werden kann. Es kann das Mittel für die Behandlung dem vorgefundenen Gegebenheiten entsprechend gewählt werden. Es kann auch die Dauer der Behandlung entsprechend gewählt werden. Damit können Durchbrüche in den Leitungen und entsprechende Folgeschäden vermieden werden. Die Endoskopie am Schluss der Behandlung erlaubt, die Behandlungsdauer knapp zu bemessen. Bisher wurde, um sicher alle Stellen genügend behandelt zu haben, die Behandlung eher zu intensiv durchgeführt. Dank der vorgängigen Begutachtung des Leitungszustands und der anschliessenden Nachkontrolle aber kann die Behandlung präzise auf die Gegebenheiten abgestimmt werden.

**[0011]** Aufgrund des Befundes, welcher mit der vorgängigen Endoskopie erstellt wird, werden die Mittel zur ersten Reinigung ausgewählt aus den folgenden:

- Durchlüften der Rohrleitung, vorzugsweise mittels Vakuum und gegebenenfalls vom engeren zum weiteren Querschnitt,
- Säurebehandlung,
- trockene Abrasion unter Vakuum oder trockene Abrasion unter Druckluft,
- nasse Abrasion unter Vakuum oder nasse Abrasion unter Druckluft,
- andere mechanische Entfernung, z.B. Ultraschall, Vibrieren, mit Sonde durchstossen, bohren,
- oder auch partielles Ersetzen der Rohrleitung.

**[0012]** Sollte vorerst ein nicht abrasives Mittel gewählt werden, so wird jedenfalls später ein abrasives Mittel eingesetzt. Nicht abrasive Mittel können gegebenenfalls Schichten von der Innenfläche lösen. Aber lediglich abrasive Mittel können die Innenfläche derart anschleifen, dass eine Innenbeschichtung auf eine saubere metallische Innenfläche möglich wird. Es wird daher wenigstens einmal im Verlauf des Reinigungsverfahrens eines der abrasiven Mittel gewählt. Als abrasive Mittel werden die trockene oder nasse Abrasion unter Vakuum

oder Druckluft angesehen. Selten werden die trockene Abrasion unter Druckluft und die nasse Abrasion unter Vakuum eingesetzt.

**[0013]** Nach der Entfernung der Ablagerungen und vor dem Beschichten werden die Innenflächen von eisernen Rohrleitungen vorteilhaft trocken abradert. Dadurch kann an den Oberflächen vorhandener Flugrost entfernt werden. Solcher Flugrost kann durch die Abrasion mittels nassem Strahlmittel entstehen. Zweckmässigerweise wird das trockene Strahlmittel dazu mittels eines Vakuums durch die Leitungen gesogen.

**[0014]** Vorteilhaft wird die Dauer der Behandlung anhand der Beurteilung aufgrund der Endoskopie gewählt aus einem Bereich von

1 bis 3 Stunden für das Durchlüften

3 bis 8 Stunden für die Säurebehandlung

0,15 bis 60 Minuten für trockene Abrasion unter Vakuum

0,5 bis 0,15 Minuten für trocken Abrasion unter Druckluft

10 bis 90 Minuten für nasse Abrasion unter Druckluft

15 bis 90 Sekunden für Ultraschall

10 bis 30 Minuten für Vibrieren

**[0015]** Vorteilhaft werden zwei oder mehrere Reinigungsbehandlungen durchgeführt und wenigstens einmal zwischen den Reinigungsbehandlungen, vorzugsweise jeweils zwischen zwei Reinigungsbehandlungen, mit dem Endoskop wenigstens eine Stelle der Innenfläche, vorzugsweise eine kritische Stelle der Innenfläche kontrolliert.

**[0016]** Zweckmässigerweise wird die Innenfläche sowohl mit Druckluft als auch mit Vakuum abradert, um die Oberflächen gleichmässig zu abradieren.

**[0017]** Vorteilhaft ist, wenn

- vor einer abradierenden Reinigung der Rohrleitung (11) die Rohrleitung mit einer säurehaltigen Flüssigkeit (29) gefüllt und so über eine gewählte Dauer vorbehandelt wird, und
- nach Ablauf der gewählten Dauer die säurehaltige Flüssigkeit (29) aus der Rohrleitung (11) abgelassen wird.

**[0018]** Zweckmässigerweise werden vor der Säurebehandlung alle im zu behandelnden Bereich vorhandenen Armaturen durch Messingarmaturen ersetzt.

**[0019]** Zweckmässigerweise wird vor einer Säurebehandlung die Rohrleitung mit Wasser gefüllt, das Wasser unter Druck gesetzt und die Rohrleitung auf Dichtigkeit geprüft.

**[0020]** Die Rohrleitung wird vorteilhaft mit einem Schlauch und einem Behälter zwischen einer Zapfstelle und der Zuleitung zu einem Kreislauf ergänzt. In diesem Kreislauf wird die säurehaltige Flüssigkeit aus dem Behälter in die Rohrleitung hinein gepumpt, und die säurehaltige Flüssigkeit sowie gegebenenfalls aus der Rohrleitung verdrängtes Wasser und abgelöste Beläge

werden in den Behälter zurück gelassen.

**[0021]** Zweckmässigerweise werden der Flüssigkeit im Behälter Chemikalien, insbesondere Säure und/oder Entschäumer zugegeben, um die Eigenschaften der Flüssigkeit zu beeinflussen.

**[0022]** Zum Abschliessen der Säurebehandlung wird die in der Rohrleitung vorliegende Flüssigkeit zweckmässigerweise mit Lauge neutralisiert.

**[0023]** Der im Behälter vorliegenden Flüssigkeit wird zweckmässigerweise Lauge zugegeben und diese so neutralisierte Flüssigkeit durch die Rohrleitung gepumpt

**[0024]** In der säurehaltigen Flüssigkeit wird mit der Lauge vorteilhaft ein pH-Wert im Bereich von 6 bis 8 eingestellt.

**[0025]** Vorteilhaft wird die Rohrleitung nach der Säurebehandlung und vor der ersten abrasiven Reinigung mit Wasser gespült.

**[0026]** Zum nassen abrasiven Reinigen der Rohrleitung wird zweckmässigerweise an der Zapfstelle ein Strahlschlauch angeschlossen, ein Wasser-Luftgemisch eingeblasen, und dem Wasser-Luftgemisch über eine gewählten Dauer Strahlmittel, insbesondere Hochofenschlacke, zugemischt. Vor und nach der gewählten Dauer, über welche Strahlmittel zugemischt wird, wird zweckmässigerweise eine Zeit lang lediglich Wasser-Luftgemisch in die Rohrleitung eingeblasen. Das Wasser-Luftgemisch wird vorteilhaft mit einem Druck zwischen 1 und  $3 \times 10^5$  Pa eingeblasen.

**[0027]** Als Strahlmittel wird bevorzugt Hochofenschlacke mit einer durchmischten Körnung von 0,1 bis 2 mm, vorzugsweise 0,25 bis 1,4 mm verwendet.

**[0028]** Nach dem abrasiven Reinigen mit einem Wasser-Luft-Strahlmittelgemisch wird die Rohrleitung vorzugsweise mit trockenem Strahlmittel vakuumgestrahlt. Vorteilhaft wird an einem Ende der Rohrleitung ein Vakuum angeschlossen und am entgegengesetzten Ende der Rohrleitung Strahlmittel zugegeben. Zweckmässigerweise wird die Rohrleitung so während 1 bis 3 Minuten vakuumgestrahlt. Der Zustand der Rohrleitung wird nach der Reinigung mit einem Endoskop kontrolliert.

**[0029]** Vorzugsweise wird die Aushärtung der Beschichtung durch Einblasen von geheizter Luft beschleunigt. Die Rohrleitung wird nach dem Aushärten der Beschichtung mit Wasser gespült.

Kurzbeschreibung der Figuren:

**[0030]** Die Erfindung wird anhand eines in den Figuren dargestellten Beispiels detaillierter beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Trinkwasserleitungen eines dreigeschossigen Hauses mit der Installation für die Vorbereitung der Rohrleitungen für die Reinigung mittels abrasiven Mitteln,

Fig. 2 dieselbe Darstellung, jedoch mit der Installation für die abrasive Reinigung,

Fig. 3 dieselbe Darstellung, jedoch mit der Installation für das Vakuumstrahlen.

**[0031]** Das in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Rohrleitungssystem 11 ist eine Trinkwasserversorgung eines Mehrfamilienhauses mit einem Kellergeschoss 13, einem Erdgeschoss 15 und einem Obergeschoss 17. Der Hausanschluss 19 für das Trinkwasser ist im Kellergeschoss 13 ins Haus geführt. Kurz nach dessen Hauseintritt besitzt er einen Schieber (nicht eingezeichnet) der für die Dauer einer Behandlung des Rohrleitungssystems meist geschlossen bleibt. In der Darstellung ist der Hausanschluss deshalb vom Rohrleitungssystem 11 gelöst gezeichnet.

**[0032]** Die Darstellung ist sehr vereinfacht. In einem Haus sind insbesondere Warm- und Kaltwasserleitungen vorhanden. Die Warmwasserleitungen sind unter Umständen in jeder Wohneinheit separat von einem Boiler ausgehend. Es ist hier jedoch lediglich das Kaltwasser-Rohrleitungssystem gezeigt. Die Vorbereitung und Reinigung sowie die Beschichtung von Warmwasser-Rohrleitungssystemen erfolgt jedoch ebenso nach den dargestellten Prinzipien.

**[0033]** Das dargestellte Rohrleitungssystem besitzt vier Hauptzweige A, B, C, D, die z.B. drei Wohnungen (Hauptzweige B, C, D) und eine gemeinsame Waschküche (Hauptzweig A) versorgen. Die Hauptzweige sind von einer Haupteinschliessungsleitung 21 abgezweigt. Die Abzweigpunkte sind mit A4, B6, C8 und D5 bezeichnet. An jedem Hauptzweig A, B, C, D gibt es mehrere Bezüge oder Zapfstellen. Diese Bezüge oder Zapfstellen können Wasserhähne, Waschmaschinen, Geschirrspüler, Boiler etc. sein. Sie sind mit A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 bezeichnet. Die Rohrleitung vom Leitungseingang A5 bei der Stelle, an der die Wasserleitung vom Hausanschluss 19 abgehängt ist, bis zu den Bezügen A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 ist verzweigt in die Hauptzweige A, B, C, D und untergeordnete Zweige. Die Zuleitung zum Bezüge C2 beispielsweise ist zudem von einem solchen untergeordneten Zweig nochmals abgezweigt. Die Verzweigungsstellen sind bei den untergeordneten Zweigen mit A3, B4, B5, C7, C6, C5 und D4 bezeichnet.

**[0034]** Ist nun dieses Rohrleitungssystem sanierungsbedürftig, weil die Leitungen teilweise Rost angesetzt haben und/oder unerwünschte Kalkablagerungen aufweisen, so müssen die Rohre nicht ersetzt werden. Die Rohrleitungen können vielmehr gereinigt und innen neu beschichtet werden. Dies ist wesentlich kostengünstiger als der Ersatz der Rohrleitungen.

**[0035]** Der Umfang und die Art und Weise einer optimalen Behandlung sind je nach Material der Rohre, nach Wassereigenschaften und nach Benutzung der Leitungen sehr unterschiedlich. Es gibt Leitungen, deren Rost lose und flockig lösbar ist. Bei anderen Leitungen ist der Rost widerstandsfähiger. Es gibt Leitungen, die unter Kalkschichten geschützt praktisch nicht angegriffen sind, und andere, deren vom Rost angegriffene

Wandung eine sehr schonende Behandlung bedingt, um nicht durchzubrechen.

**[0036]** Unterschiedliche Stellen in einem solchen Rohrleitungssystem sind auch unterschiedlich stark verschmutzt und unterschiedlich stark reinigungsbedürftig.

**[0037]** Vor einer Reinigungsbehandlung wird das zu behandelnde Leitungsnetz von deren Zuleitung getrennt und es werden die Armaturen an den Zapfstellen vom Leitungsnetz entfernt. Das Leitungsnetz wird zuleitungsseitig an dessen Leitungszugang mit dem grössten Leitungsquerschnitt an ein Vakuum angeschlossen. Dadurch wird durch alle Zapfstellen des Leitungsnetzes Luft in das Leitungsnetz gesogen. Bei Zapfstellen, welche möglicherweise zum zu sanierenden Leitungsnetz gehören, kann durch ein kurzes Öffnen der Armatur kontrolliert werden, ob Luft angesaugt wird oder nicht. Sollte tatsächlich bei einer solchen Zapfstelle Luft angesaugt werden, ist die Zapfstelle teil des Leitungsnetzes. Die Armatur muss daher entfernt werden.

**[0038]** Es kann Zapfstellen geben, bei welchen zwar die Armatur entfernt ist, an welchen aber keine Luft eingesaugt wird. Bei diesen Stellen ist zu kontrollieren, ob sie Teil des Leitungsnetzes sind, jedoch verstopft sind, oder aber nicht Teil des Leitungsnetzes sind. Diese Kontrolle kann mittels Endoskopie durchgeführt werden.

**[0039]** Durch das Ansaugen von Luft durch die Rohrleitungen kann meist schon ein beträchtlicher Teil an Rostpartikeln aus den Leitungen befördert werden. Die Leitungen werden dabei auch trocken.

**[0040]** Die getrockneten Leitungen werden vor einer Behandlung endoskopierte. Mit dem Endoskop soll festgestellt werden, in welchem Zustand die Leitung ist. Dieser Zustand ist die Grundlage für eine Entscheidung über das weitere Vorgehen. Schon ein Augenschein der Rohrausgänge und gegebenenfalls der Versuch einer Endoskopie kann zur Erkenntnis führen, dass eine Endoskopie aller Rohrleitungsabschnitte gar nicht möglich ist. Es kann aber auch nach einer Endoskopie eines Teils des Rohrleitungsnetzes festgestellt werden, dass es eine Stelle gibt, die derart verengt ist, dass eine Endoskopie nicht mehr möglich ist. Ist auch lediglich ein Rohrleitungsabschnitt derart verengt, dass eine Endoskopie nicht möglich ist, wird das System, soweit nötig, säurebehandelt und erst nach der Säurebehandlung durchgehend endoskopierte.

**[0041]** Kann das Leitungsnetz aber endoskopierte werden, so wird vor jeglicher Behandlung des Leitungsnetzes mit einem Endoskop eine Bestandsaufnahme des Zustands des Leitungsnetzes durchgeführt. Führt diese Bestandsaufnahme zu der Erkenntnis, dass wenigstens eine Stelle des Rohrleitungsnetzes säurebehandelt werden muss, so muss das Rohrleitungsnetz säurebehandelt werden. Es wird aber lediglich ein möglichst kleiner Abschnitt des gesamten Netzes säurebehandelt.

**[0042]** Für eine Säurebehandlung des gesamten Rohrleitungsnetzes gemäss Figur 1 werden als Erstes

der Leitungseingang A5, beispielsweise beim Hausanschluss 19, und die Leitungsausgänge A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 bei den Bezügern vorbereitet. Der Leitungseingang A5 wird, wie in Figur 1 dargestellt, mit einem verschliessbaren, säurebeständigen Hahn oder Schieber 23 versehen. An diesen Schieber 23 wird ein flexibles Rohr 25 angeschlossen, dessen anderes Ende in ein Fass 27 geführt ist. Das Fass 27 ist mit einer verdünnten Säure 29 gefüllt. Die Zusammensetzung der säurehaltigen Flüssigkeit ist Leitungswasser mit einem Zusatz von 10% Salzsäure.

**[0043]** Alle Bezüge werden vom Rohrleitungssystem abgehängt und an jeden dadurch freigelegten Leitungsausgang A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 wird ein säurebeständiger Hahn montiert.

**[0044]** Nun wird der Schieber des Hausanschlusses 19 geöffnet und das Rohrleitungssystem unter Druck gesetzt. Durch Ablassen der Luft bei jedem Hahn wird das gesamte Rohrleitungssystem mit Trinkwasser aufgefüllt. Sobald das Trinkwasser aus dem Hahn austritt, wird dieser geschlossen. Es wird nun überprüft, ob die säurebeständigen Hähne dicht angeschlossen sind. Leckagen müssen geschlossen werden. Für die weitere Behandlung wird der Schieber des Hauptanschlusses 19 wieder geschlossen.

**[0045]** Das Rohrleitungssystem 11 wird nun zu einem Kreislauf zusammengeschlossen, indem ein Schlauch 31 an den am weitesten vom Leitungseingang A5 entfernten Leitungsausgang D1 angeschlossen wird. Die Hähne an den übrigen Leitungsausgängen sind geschlossen. Der Schlauch 31 ist an eine säurebeständige Pumpe 33 angeschlossen. Diese Pumpe 33 bezieht die gepumpte Flüssigkeit aus dem Fass 27 und besitzt dazu in das Fass 27 reichenden Ansaugstutzen 35. Bei verzweigten Rohrleitungssystemen 11 wird ebenso jeder Hauptzweig mit einem Schlauch 31 zu einem Kreislauf über das Fass 27 und die Pumpe 33 verbunden. Nun wird die im Fass 27 vorliegende säurehaltige Flüssigkeit 29 mit der Pumpe 33 durch den Ansaugstutzen 35 angesaugt und durch den Schlauch 31, beziehungsweise durch die Schläuche 31 dem oder den an die Schläuche angeschlossenene Leitungsausgängen zugeführt. Dazu werden die Hähne an den angeschlossenen Leitungsausgängen A1, B1, C4, D1 geöffnet.

**[0046]** Ein nicht an einen Schlauch 31 angeschlossener Hahn nach dem andern wird nun geöffnet, bis die säurehaltige Flüssigkeit austritt, um dann wieder geschlossen zu werden. Das vorher austretende Wasser kann in die Kanalisation abgelassen werden. Zuletzt wird der Schieber 23 geöffnet, bis die säurehaltige Flüssigkeit zurück ins Fass 27 läuft. Es kann auch hier das zuerst austretende Wasser noch der Kanalisation zugeführt werden. Jedenfalls muss aber die austretende säurehaltige Flüssigkeit ins Fass 27 geleitet werden. Einer Verdünnung der säurehaltigen Flüssigkeit durch das Leitungswasser kann begegnet werden durch eine Zugabe von Säure in das Fass 27.

**[0047]** Diese säurehaltige Flüssigkeit 29 weicht nun

die Ablagerungen und Verschmutzungen in den Rohrleitungen auf. Diese abgelagerten Schichten werden schwammig und weich. Die Dauer der Säurebehandlung kann variieren je nach Art der Ablagerungen und Menge der Ablagerungen. Bei Kalkablagerungen entsteht Gas in den Rohrleitungen, das aus dem Rohrleitungssystem entweichen können muss. Um dies zu erlauben wird die Flüssigkeit zirkuliert. Im offenen Fass kann das Gas aus der Flüssigkeit entweichen. Es kann auch notwendig sein, bei den Hähnen gelegentlich Gas abzulassen, damit die Enden der Rohrleitungen bis zum Leitungsausgang wieder mit säurehaltiger Flüssigkeit gefüllt sind.

**[0048]** Die Säurebehandlung kann über Stunden durchgeführt werden. Die aufweichende Flüssigkeit kann auch über Nacht und unbeaufsichtigt im Rohrleitungssystem verbleiben. Dabei muss jedoch sichergestellt sein, dass das entstehende Gas nicht einen Überdruck im Rohrleitungssystem aufbauen kann.

**[0049]** Ist die Säurebehandlung genügend lange durchgeführt, so wird die Flüssigkeit im Fass neutralisiert. Es wird dafür beispielsweise 4% Lauge hinzugefügt, bis die Flüssigkeit einen pH-Wert von ca. 7 aufweist. Mit der Pumpe 33 wird nun die neutralisierte Flüssigkeit in den Kreislauf gepumpt. Bei allen Leitungsausgängen wird die säurehaltige Flüssigkeit abgelassen, bis die neutralisierte Flüssigkeit austritt. Die austretende saure Flüssigkeit wird aufgefangen und kann unter Umständen wieder verwendet werden, oder sie wird ebenfalls neutralisiert.

**[0050]** Sobald das gesamte Rohrleitungssystem 11 mit neutralisierter Flüssigkeit gefüllt ist, kann die Flüssigkeit in die Kanalisation abgelassen werden. Dazu wird der Schieber am Hausanschluss 19 wieder geöffnet und das Wasser durch alle Rohrleitungen geschickt. Dazu werden alle Hähne solange geöffnet, bis während einer Minute sauberes Wasser austritt. Nun wird alles Wasser abgelassen und das Rohrleitungssystem 11 in die Kanalisation entleert.

**[0051]** Nach einer Säurebehandlung ist in den meisten Fällen das Rohrleitungssystem genügend durchgängig, um endoskopierte werden zu können. Sobald mit einem Endoskop in die Leitungen eingedrungen werden kann, wird mit dem Endoskop die Innenfläche des Rohrleitungssystem betrachtet. Wichtige und kritische Stellen werden fotografisch dokumentiert. Der Zustand der Leitungen wird beurteilt. Diese Beurteilung bildet die Basis für einen Entscheid bezüglich des folgenden Behandlungsschritts und der Behandlungsdauer.

Die Ablagerung in den Rohrleitungen sind nach einer Säurebehandlung aufgeweicht und können abrasiv leicht entfernt werden. Auch im Fall, dass keine Säurebehandlung durchgeführt wurde, können die selben Verfahrensschritte nun durchgeführt werden.

**[0052]** Sehr häufig ist ein nasse abrasive Behandlung der Innenflächen notwendig.

**[0053]** Die Installation für eine nasse abrasive Behandlung ist in Figur 2 dargestellt. Der Leitungseingang

A5 wird an einen Auffangbehälter 37 angeschlossen. Ein spezielles Reinigungsgerät 39 wird installiert. Am Reinigungsgerät 39 ist ein Strahlschlauch 41 angeschlossen. Das Reinigungsgerät 39 besitzt je einen Ausgang in den Strahlschlauch 41 für Druckluft, Wasser und Strahlmittel. Diese drei Medien können einzeln reguliert werden.

**[0054]** Jeder Leitungsausgang A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 wird nun wie folgt behandelt: Es wird der Strahlschlauch 41 mit dem Leitungsausgang verbunden. Im Beispiel ist der Strahlschlauch mit dem Leitungsausgang D3 verbunden. Die gepunkteten Linien des Strahlschlauchs 41 stellen die zwei vorangegangenen Anschlüsse an die Leitungsausgänge D1 und D2 dar. Nun wird zuerst ein Wasser-Luftgemisch während 1 bis 2 Minuten durch die Leitung von D3 zu A5 gepresst. Dabei lösen sich bereits Teile der Ablagerungen und gelangen in den Auffangbehälter 37. Je nach Länge des Leitungsabschnittes wird das Wasser-Luftgemisch mit 1 bis  $2 \times 10^5$  Pa eingeblasen. Nun wird dem Wasser-Luftgemisch Strahlmittel zugemischt. Der entstehende Strahlmittelschlamm wird durch die Luft durch die Rohrleitung getrieben und entfernt dabei sämtliche Ablagerungen und Krusten. Während 1,5 Minuten werden so insgesamt 9 Kilogramm Strahlmittel durch die Rohrleitung von D3 nach A5 befördert. Anschliessend wird die Rohrleitung vom abrasiven Strahlmittel gereinigt, indem ein Wasser-Luftgemisch während einer Minute durch die Rohrleitung geblasen wird.

**[0055]** Die erwähnte Mischung von Wasser, Luft und Strahlmittel ermöglicht auch bei Leitungen mit mehr als einem Zoll Durchmesser, die Innenfläche des Rohres gleichmässig zu reinigen, unabhängig davon, ob die Innenfläche nach unten oder nach oben gerichtet ist.

**[0056]** Durch die Säurebehandlung sind die Krusten in der Rohrleitung aufgeweicht worden, so dass sie bereits nach sehr kurzer abrasiver Behandlung von 1 bis maximal 2 Minuten mit relativ geringem Druck von 1 bis  $2 \times 10^5$  Pa entfernt sind. Sind die Rohre nicht mit Säure vorbehandelt, so ist tendenziell eine längere Behandlungsdauer nötig.

**[0057]** Nach der nassen Abrasionsbehandlung werden die kritischen und wichtigen Stellen wieder mit dem Endoskop kontrolliert und vorzugsweise dokumentiert. Sollte dabei festgestellt werden, dass die Behandlung noch nicht genügte, wird entschieden, welche zusätzliche Behandlung durchgeführt wird. Es ist auch möglich an die nasse Abrasionsbehandlung direkt eine trockene Abrasionsbehandlung anzuschliessen und erst danach mit dem Endoskop das Ergebnis beider Behandlungen zu kontrollieren. Nasse und trockene Abrasionsbehandlungen ergänzen sich derart, dass mit dem einen Verfahren schlecht zugängliche Stellen mit dem andern Verfahren gereinigt werden.

**[0058]** Oft sind lediglich bestimmte Stellen im Leitungsnetz ungenügend gereinigt, während die Innenfläche der Leitungen an den meisten Stellen bereits sauber ist und an einigen Stellen möglicherweise sogar mit

Abtragungen der Rohrleitungswandung gerechnet werden muss. Daher wird oft nach einer nassen Abrasionsbehandlung mit Druckluft eine trockene Abrasionsbehandlung mit Vakuum eingesetzt.

**[0059]** Mit einer nassen abrasiven Behandlung wird zwar eine gleichmässige und effiziente Reinigung erreicht. Wegen des Wassers muss aber auch mit Flugrost in den Rohrleitungen gerechnet werden. Dieser Flugrost fällt selbstverständlich lediglich in Stahlleitungen an.

**[0060]** Mittels trockenem Vakuumstrahlen können die Rohrleitungen von solchem Flugrost befreit werden. Dazu wird, wie in Figur 3 dargestellt, am Leitungseingang A5 ein Vakuumgerät angeschlossen. Dieses weist einen Vorabscheider 47 und eine Vakuumpumpe 49 auf. Mit dem Vakuumgerät wird ein Unterdruck im Rohrleitungssystem 11 erzeugt. An jedem Leitungsausgang A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 wird nun trockenes Strahlmittel angesogen. Je nach Länge der Leitung werden während 1 bis 3 Minuten jeweils ein halbes Kilogramm Strahlmittel durch die Leitung gesogen. Dadurch wird die Rohrleitung getrocknet und von Flugrost befreit. Nun ist die Rohrleitung für eine Kunststoffbeschichtung vorbereitet. Eine Kontrolle der kritischen Stellen mit dem Endoskop wird dies bestätigen. Oder aber es wird mit dem Endoskop ersichtlich, dass noch eine weitere Behandlung notwendig ist. Die Art der Behandlung kann aufgrund der mit der Endoskopie erhaltenen Bilder gewählt werden.

**[0061]** Bei Kupfer- oder Kunststoffleitungen wird die Rohrleitung nicht vakuumgestrahlt, sondern lediglich mit Vakuum getrocknet. Jedenfalls wird ein Vakuum an das Rohrleitungssystem angelegt, bis die Rohrleitungen trocken sind.

**[0062]** Auch bei Kupferleitungen und Kunststoffleitungen werden nun kritische Punkte mit dem Endoskop überprüft. Dieses wird dazu bei einem Leitungsausgang und/oder bei dem Leitungseingang eingeführt.

**[0063]** Die Beschichtung der Rohrleitung erfolgt folgendermassen. Je nach Verwendungszweck der Rohrleitung werden unterschiedliche Schichtstoffe zur Beschichtung der Innenfläche der Rohrleitung eingesetzt. Die Menge des Zweikomponentenharzes, der als Schichtstoff Verwendung findet, wird mit Hilfe einer Tabelle und aufgrund der Länge und des Durchmessers des zu beschichtenden Rohrleitungsabschnittes bestimmt.

**[0064]** Beim Leitungseingang A5 wird ein Vakuum angeschlossen und alle Leitungsausgänge A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 werden geschlossen. Bei dem am weitesten vom Leitungseingang A5 entfernten Leitungsausgang D1 wird begonnen, die Beschichtungssubstanz einzusaugen. Nach der Beschichtung des einen Rohrleitungsabschnittes D1 bis D4 wird der Hahn am Ende dieses Rohrleitungsabschnittes geschlossen. Die Restmenge der Beschichtungssubstanz liegt im Leitungsabschnitt D4 bis D5 vor. Es wird nun beim nächsten Leitungsausgang D2 die geeignete Men-

ge Beschichtungssubstanz eingesaugt, um den Leitungsabschnitt D2 bis D5 zu beschichten. Danach wird der Leitungsabschnitt D3 bis B6 beschichtet, um danach in derselben Art bei B1 zu beginnen. Die Beschichtungssubstanz wird jeweils über die nächste Verzweigung hinaus gesogen. Sind alle Rohrleitungsabschnitte derart behandelt, so werden alle Leitungsausgänge lediglich wenig geöffnet und das Vakuum über etwa zwei Stunden aufrecht erhalten.

**[0065]** Zum Austrocknen der Beschichtung wird beim Leitungseingang ein Heizgerät angeschlossen und damit geheizte Druckluft in das Rohrleitungssystem mit etwa  $2,5 \times 10^5$  Pa eingeblasen. Die Beschichtung wird so während etwa 3 bis 4 Stunden auf ca.  $50^\circ$  aufgewärmt. Nach der Austrocknung der Beschichtung können die Armaturen montiert und das Rohrleitungssystem gespült werden. Nach einer einstündigen Spülung mit Leitungswasser können die Rohrleitungen wieder in Betrieb genommen werden.

**[0066]** Die Behandlung von Benzinleitungen und Ölleitungen erfolgt nach dem gleichen Ablauf. Im Unterschied zu der geschilderten Vorgehensweise wird eine solche Rohrleitung schliesslich nicht mit Wasser nachgespült. Die Zugabe von Wasser für die Behandlung kann nicht über einen im Rohrleitungssystem bereits vorliegenden Schieber des Hausanschlusses erreicht werden, sondern das Wasser muss mit einem Schlauch über den Leitungseingang A5 ins Rohrleitungssystem 11 eingespeist werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Sanierung eines Rohrleitungsnetzes mit wenigstens einer an eine Zuleitung angeschlossenen Zapfstelle, bei welchem Verfahren

- die Rohrleitung auf Hindernisse inspiziert wird,
- die Innenfläche der Rohrleitung von Rost und Ablagerungen mittels Abrasion gereinigt wird,
- die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes nach der Reinigung mit dem Endoskop kontrolliert und beurteilt wird, ob sie genügend gereinigt ist, um beschichtet zu werden, und
- die gereinigte Innenfläche der Rohrleitung mit einem Kunststoffbelag überzogen wird,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes vor einer abrasiven Behandlung mit einem Endoskop kontrolliert und anhand der Endoskopie beurteilt wird, und
- unter Berücksichtigung dieser Beurteilung die Mittel zur Reinigung der Innenfläche gewählt werden aus wenigstens:
- Durchblasen mit Druckluft oder Durchsaugen mit Vakuum

- Säurebehandlung,
- trockene Abrasion unter Vakuum oder trockene Abrasion unter Druckluft,
- nasse Abrasion unter Vakuum oder nasse Abrasion unter Druckluft,
- andere mechanische Entfernung, z.B. Ultraschall, Vibrieren, mit Sonde durchstossen, bohren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Rohrleitungsnetz zuleitungsseitig geöffnet wird, die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes vor einer abrasiven Behandlung mit einem Endoskop betrachtet und auf Hindernisse kontrolliert wird, danach von Rost und Ablagerungen mittels Abrasion gereinigt wird, und nach der Reinigung mit dem Endoskop kontrolliert und beurteilt wird, ob die Innenfläche genügend gereinigt ist, um beschichtet zu werden, und die genügend gereinigte Innenfläche der Rohrleitung mit einem Kunststoffbelag überzogen wird, und dass die Innenfläche der Rohrleitungen wenigstens einmal mittels Druckluft von der Zapfstelle zur Zuleitung hin nass gestrahlt, und unmittelbar vor dem Beschichten von der Zapfstelle zur Zuleitung hin trocken gestrahlt wird, und wenigstens einmal zwischen zwei abrasiven Behandlungen mit dem Endoskop betrachtet wird, um die Art und die Dauer der folgenden abrasiven Behandlung abzuschätzen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschaffenheit der Innenfläche vor einer abrasiven Behandlung anhand der Endoskopie beurteilt wird und abhängig von dieser Beurteilung wenigstens aus den folgenden Mitteln ein Mittel für die abrasive Behandlung ausgewählt wird:

- a. trockenes Strahlen mittels Vakuum,
- b. nasses Strahlen mittels Druckluft,

und ebenfalls abhängig von dieser Beurteilung die Dauer der Behandlung und der dabei verwendete Druck gewählt werden, und entsprechend behandelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Vorbereitung der ersten abrasiven Behandlung eine Reinigung mit einem der folgenden Mittel vorgenommen wird:

- c. mittels Vakuum, gegebenenfalls vom engeren zum weiteren Querschnitt der Rohrleitung durchlüften,
- d. Säurebehandlung,
- e. andere Mittel zur Entfernung von Rost und

Ablagerungen, z.B. Kratzen, Ultraschallbehandlung, Vibrieren, mit Sonde Durchstossen, Bohren.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer der Behandlung anhand der Beurteilung aufgrund der Endoskopie gewählt wird aus einem Bereich von
  - 0,5 bis 3 Stunden für das Durchlüften
  - 3 bis 16 Stunden für die Säurebehandlung
  - 0,5 bis 5 Minuten für trockene Abrasion unter Vakuum
  - 0,25 bis 3 Minuten für trocken Abrasion unter Druckluft
  - 10 bis 90 Minuten für nasse Abrasion unter Druckluft
  - 15 bis 90 Sekunden für Ultraschall
  - 10 bis 30 Minuten für Vibrieren
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** vor einer abradierenden Reinigung der Rohrleitung (11) alle im zu behandelnden Bereich vorhandenen Armaturen durch Messingarmaturen ersetzt werden, die Rohrleitung mit einer säurehaltigen Flüssigkeit (29) gefüllt und so über eine gewählte Dauer vorbehandelt wird, und
  - nach Ablauf der gewählten Dauer die säurehaltige Flüssigkeit (29) aus der Rohrleitung (11) abgelassen wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor einer Säurebehandlung die Rohrleitung (11) mit Wasser gefüllt, das Wasser unter Druck gesetzt und die Rohrleitung (11) auf Dichtheit geprüft wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrleitung (11) mit einem Schlauch (31) und einem Behälter (27) zwischen einer Zapfstelle und der Zuleitung zu einem Kreislauf ergänzt wird, in welchem Kreislauf die säurehaltige Flüssigkeit (29) aus dem Behälter (27) in die Rohrleitung (11) hinein gepumpt wird und die säurehaltige Flüssigkeit (29) sowie gegebenenfalls aus der Rohrleitung (11) verdrängtes Wasser und abgelöste Beläge in den Behälter (27) zurück gelassen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Flüssigkeit (29) im Behälter (27) Chemikalien, insbesondere Säure und/oder Entschäumer zugegeben werden, um die Eigenschaften der Flüssigkeit (29) zu beeinflussen.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Abschliessen der Säurebehandlung die in der Rohrleitung (11) vorliegende Flüssigkeit (29) mit Lauge neutralisiert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der im Behälter (27) vorliegenden Flüssigkeit (29) Lauge zugegeben wird und diese so neutralisierte Flüssigkeit (29) durch die Rohrleitung (11) gepumpt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der säurehaltigen Flüssigkeit (29) mit der Lauge ein PH-Wert im Bereich von 6 bis 8 eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrleitung (11) nach der Säurebehandlung und vor der abrasiven Reinigung mit Wasser gespült wird.
14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum nassen abrasiven Behandeln der Rohrleitung (11) an deren Zapfstelle ein Strahlschlauch (41) angeschlossen wird, ein Wasser-Luftgemisch eingeblasen wird, und dem Wasser-Luftgemisch über eine gewählten Dauer Strahlmittel, insbesondere Hochofenschlacke, zugemischt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und nach der gewählten Dauer, über welche Strahlmittel zugemischt wird, eine Zeit lang lediglich Wasser-Luftgemisch in die Rohrleitung (11) eingeblasen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dass das Wasser-Luftgemisch mit einem Druck zwischen 1 und  $3 \times 10^5$  Pa eingeblasen wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strahlmittel Hochofenschlacke mit einer durchmischten Körnung von 0.1 bis 2 mm, vorzugsweise 0,25 bis 1,4 nun verwendet wird.
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem abrasiven Reinigen mit einem Wasser-Luft-Strahlmittelgemisch die Rohrleitung (11) mit trockenem Strahlmittel vakuumgestrahlt wird, indem an einem Ende der Rohrleitung (11) ein Vakuum angeschlossen und am entgegengesetzten Ende der Rohrleitung (11) Strahlmittel zugegeben wird.
19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aushär-

tung der Beschichtung durch Einblasen von geheizter Luft beschleunigt wird.

20. Verfahren zur Sanierung eines Rohrleitungsnetzes zwischen einer Zuleitung und wenigstens einer Zapfstelle, bei welchem Verfahren 5
- das Rohrleitungsnetz zuleitungsseitig geöffnet wird, 10
  - die Innenfläche des Rohrleitungsnetzes vor einer abrasiven Behandlung mit einem Endoskop betrachtet und auf Hindernisse kontrolliert wird, danach von Rost und Ablagerungen mittels Abrasion gereinigt wird, und 15
  - nach der Reinigung mit dem Endoskop kontrolliert und beurteilt wird, ob die Innenfläche genügend gereinigt ist, um beschichtet zu werden, und 20
  - die genügend gereinigte Innenfläche der Rohrleitung mit einem Kunststoffbelag überzogen wird, und bei welchem 25
  - die Innenfläche der Rohrleitungen wenigstens einmal mittels Druckluft von der Zapfstelle zur Zuleitung hin nass gestrahlt, und 30
  - unmittelbar vor dem Beschichten von der Zapfstelle zur Zuleitung hin trocken gestrahlt wird, und 35
  - wenigstens einmal zwischen zwei abrasiven Behandlungen mit dem Endoskop betrachtet wird, um die Art und die Dauer der folgenden abrasiven Behandlung abzuschätzen. 40

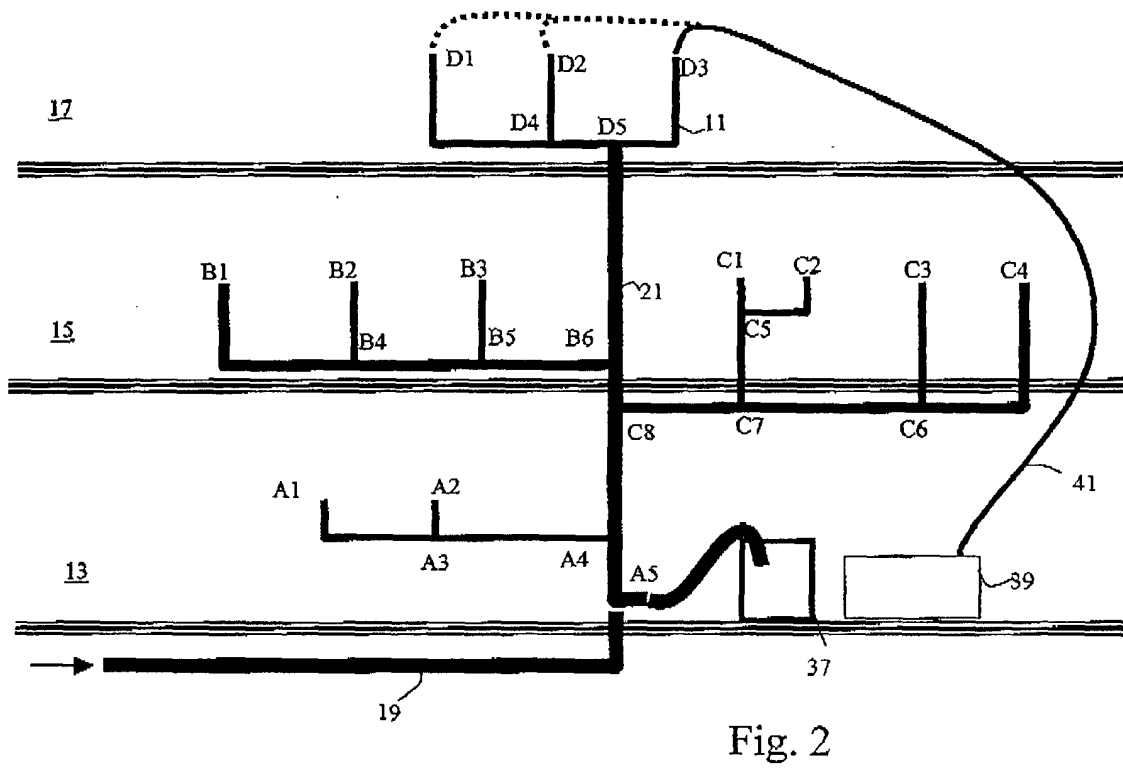
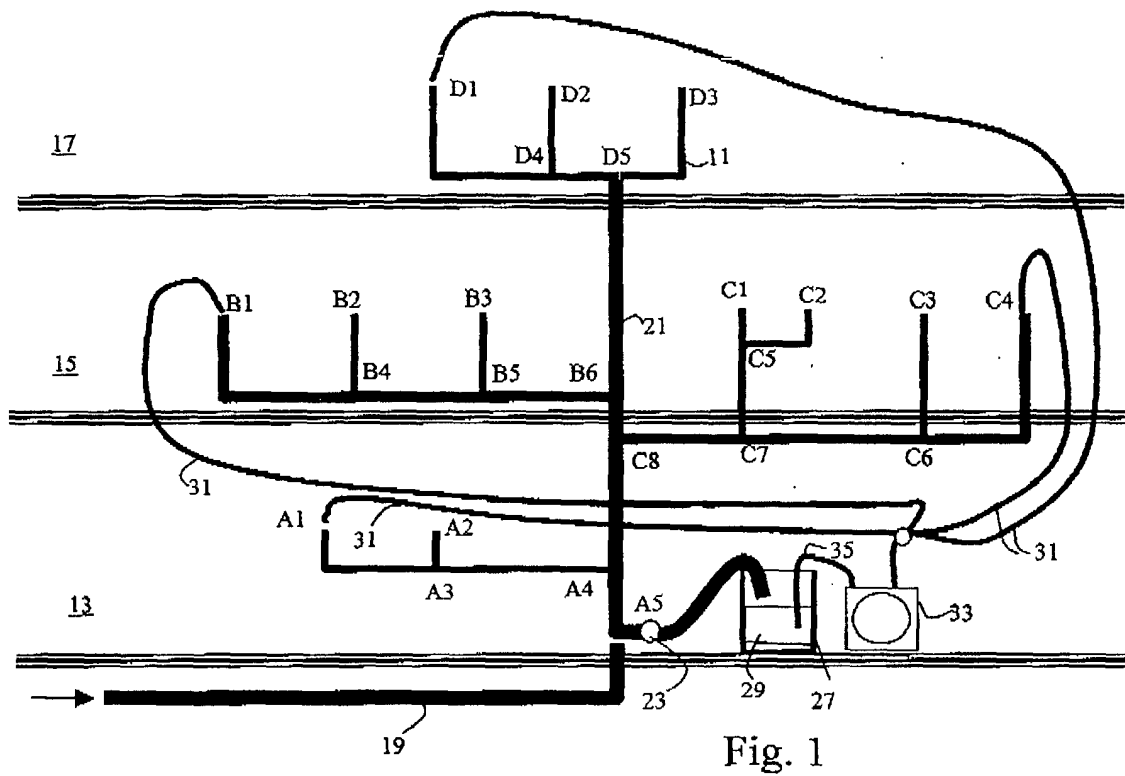
35

40

45

50

55



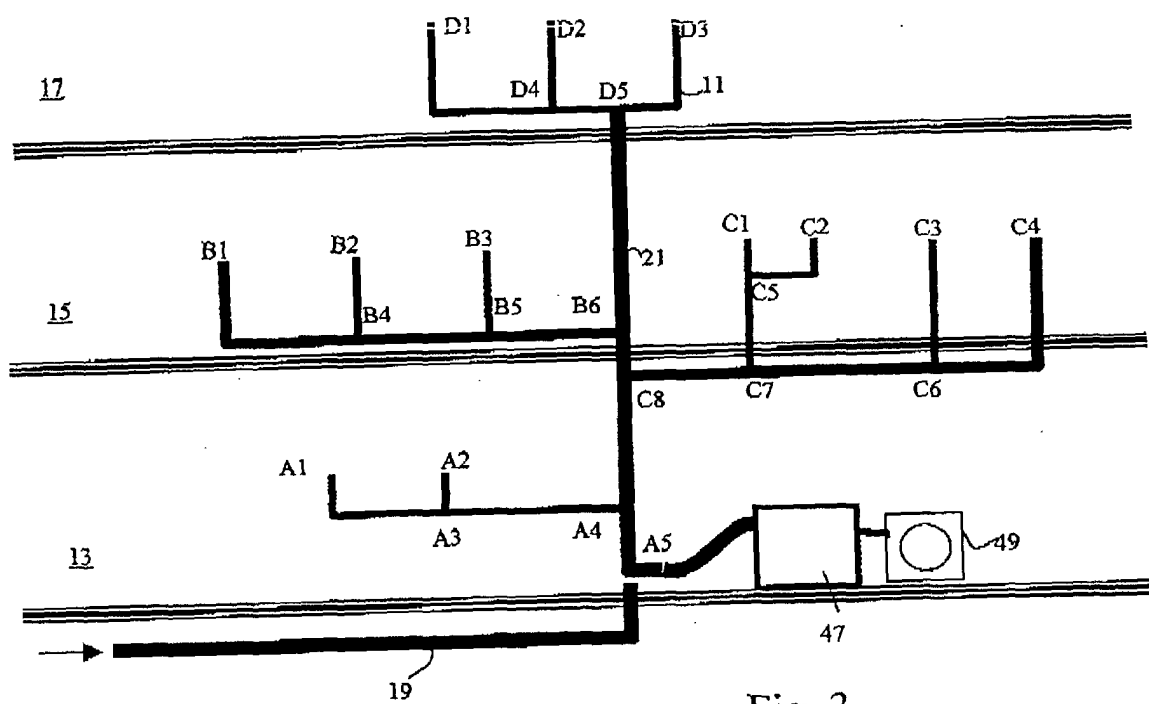


Fig. 3