



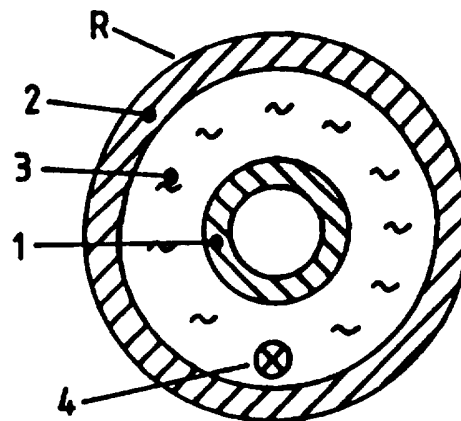
<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> : <b>G01M 3/16</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/18874</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. Juni 1996 (20.06.96)</p>											
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/04616</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 28. November 1995 (28.11.95)</p> <p>(30) <b>Prioritätsdaten:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">P 44 44 332.3</td> <td style="width: 30%;">13. December 1994 (13.12.94)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>195 01 941.5</td> <td>24. Januar 1995 (24.01.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>195 05 898.4</td> <td>21. Februar 1995 (21.02.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>195 21 018.2</td> <td>12. Juni 1995 (12.06.95)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p>(71)(72) <b>Anmelder und Erfinder:</b> BRANDES, Bernd [DE/DE]; Mühlengrund 4, D-24329 Grebin (DE). KAMKALOW, Fritz, S. [DE/DE]; Auf dem Kamp 13, D-23714 Malente (DE).</p> <p>(74) <b>Anwalt:</b> EINSEL, Robert; Petersburgstrasse 28, D-29223 Celle (DE).</p>	P 44 44 332.3	13. December 1994 (13.12.94)	DE	195 01 941.5	24. Januar 1995 (24.01.95)	DE	195 05 898.4	21. Februar 1995 (21.02.95)	DE	195 21 018.2	12. Juni 1995 (12.06.95)	DE	<p>(81) <b>Bestimmungsstaaten:</b> AL, AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TT, UA, UG, US, UZ, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO Patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.      Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
P 44 44 332.3	13. December 1994 (13.12.94)	DE											
195 01 941.5	24. Januar 1995 (24.01.95)	DE											
195 05 898.4	21. Februar 1995 (21.02.95)	DE											
195 21 018.2	12. Juni 1995 (12.06.95)	DE											

(54) **Title:** PIPELINE SYSTEM, IN PARTICULAR FOR CONVEYING REMOTE HEAT

(54) **Bezeichnung:** ROHRLEITUNGSSYSTEM, INSBESONDERE FÜR DIE ÜBERTRAGUNG VON FERNWÄRME

(57) **Abstract**

The invention concerns a pipeline system comprising an inner medium-conveying pipe (1), an outer pipe (2) surrounding the inner pipe at a spacing, and thermal insulation filler material in the space between the two pipes. The pipeline system further comprises a system containing a sensor line (4) for detecting and locating leakages. The material used for the sensor line is an alloy which has a low and largely constant temperature coefficient and a resistance which is low enough for a process for locating leakages by measuring the propagation time of a reflected pulse to be carried out with the sensor line. The resistance value of the alloy is furthermore high enough for leakages to be located by measuring resistance. The material used for the sensor line is preferably a CuNi<sub>10</sub>-type copper-nickel alloy.



(57) **Zusammenfassung**

Bei einem Rohrleitungssystem mit einem ein Medium führenden Innenrohr (1), einem das Innenrohr mit Abstand umgebenden Aussenrohr (2) sowie Füllmaterial im Raum zwischen den beiden Rohren zur Wärmedämmung, sowie mit einem eine Sensorleitung (4) enthaltenden System zur Detektion und Ortung von Undichtigkeiten, wird als Material der Sensorleitung eine Legierung verwendet, die einerseits einen Temperaturkoeffizienten hat, der niedrig und weitgehend konstant ist, und die einen Widerstand hat, der so klein ist, dass mit der Sensorleitung eine Laufzeitortung durchgeführt werden kann, und die andererseits einen so grossen Widerstandswert hat, dass ein Widerstandsortungsverfahren durchführbar ist. Bevorzugtes Material der Sensorleitung ist eine Kupfer-Nickel-Legierung der Type CuNi<sub>10</sub>.

### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

<b>AT</b>	Österreich	<b>GA</b>	Gabon	<b>MR</b>	Mauretanien
<b>AU</b>	Australien	<b>GB</b>	Vereinigtes Königreich	<b>MW</b>	Malawi
<b>BB</b>	Barbados	<b>GE</b>	Georgien	<b>NE</b>	Niger
<b>BE</b>	Belgien	<b>GN</b>	Guinea	<b>NL</b>	Niederlande
<b>BF</b>	Burkina Faso	<b>GR</b>	Griechenland	<b>NO</b>	Norwegen
<b>BG</b>	Bulgarien	<b>HU</b>	Ungarn	<b>NZ</b>	Neuseeland
<b>BJ</b>	Benin	<b>IE</b>	Irland	<b>PL</b>	Polen
<b>BR</b>	Brasilien	<b>IT</b>	Italien	<b>PT</b>	Portugal
<b>BY</b>	Belarus	<b>JP</b>	Japan	<b>RO</b>	Rumänien
<b>CA</b>	Kanada	<b>KE</b>	Kenya	<b>RU</b>	Russische Föderation
<b>CF</b>	Zentrale Afrikanische Republik	<b>KG</b>	Kirgisistan	<b>SD</b>	Sudan
<b>CG</b>	Kongo	<b>KP</b>	Demokratische Volksrepublik Korea	<b>SE</b>	Schweden
<b>CH</b>	Schweiz	<b>KR</b>	Republik Korea	<b>SI</b>	Slowenien
<b>CI</b>	Côte d'Ivoire	<b>KZ</b>	Kasachstan	<b>SK</b>	Slowakei
<b>CM</b>	Kamerun	<b>LI</b>	Liechtenstein	<b>SN</b>	Senegal
<b>CN</b>	China	<b>LK</b>	Sri Lanka	<b>TD</b>	Tschad
<b>CS</b>	Tschechoslowakei	<b>LU</b>	Luxemburg	<b>TG</b>	Togo
<b>CZ</b>	Tschechische Republik	<b>LV</b>	Lettland	<b>TJ</b>	Tadschikistan
<b>DE</b>	Deutschland	<b>MC</b>	Monaco	<b>TT</b>	Trinidad und Tobago
<b>DK</b>	Dänemark	<b>MD</b>	Republik Moldau	<b>UA</b>	Ukraine
<b>ES</b>	Spanien	<b>MG</b>	Madagaskar	<b>US</b>	Vereinigte Staaten von Amerika
<b>FI</b>	Finnland	<b>ML</b>	Mali	<b>UZ</b>	Usbekistan
<b>FR</b>	Frankreich	<b>MN</b>	Mongolei	<b>VN</b>	Vietnam

**Rohrleitungssystem, insbesondere  
für die Übertragung von Fernwärme.**

Rohrleitungssysteme für die Übertragung von Fernwärme oder sonstigen flüssigen Medien sind bekannt. Sie enthalten meist ein das Medium führendes Innenrohr, ein das Innenrohr mit Abstand umgebendes Außenrohr sowie Füllmaterial im Raum zwischen den beiden Rohren zur Wärmedämmung. Das Füllmaterial besteht beispielsweise aus Polyurethan.

Undichte Stellen im Rohrleitungssystem können Energieverluste, aber auch weitreichende Schäden verursachen. Es ist daher üblich, solche Rohrleitungssysteme ständig zu überwachen. Zur Detektion und Ortung von Undichtigkeiten am Innenrohr ist es bekannt, Sensorelemente direkt in den Zwischenraum zwischen Innenrohr und Außenrohr, also in die Wärmedämmung einzubringen. Solche Sensoren sind auf die verwendete Meßtechnik abgestimmt. Sie enthalten im wesentlichen elektrische Leiter. Bei einer Undichtigkeit des Innenrohres dringt Flüssigkeit in den Zwischenraum ein. Die dadurch verursachte Feuchtigkeit wird durch den Sensor ermittelt. Durch elektrische Messung der Leitfähigkeit oder erhöhten Leitfähigkeit des an sich nicht oder schlecht leitenden, aber durch die Feuchte leitend gewordenen Füllmaterials kann die undichte Stelle detektiert und geortet werden. Für die Detektion und Ortung solcher undichten Stellen sind unterschiedliche Systeme und Verfahren mit meist zwei Leitern bekannt und üblich.

Bei einem ersten Meßverfahren mit einer Widerstandsmeßbrücke werden zwei elektrische Leiter verwendet. Ein Leiter besteht aus Nickelchrom (NiCr) und ist mit 5,6 Ohm/meter relativ hochohmig, hat also einen großen spezifischen Widerstand. Die Ortung der undichten Stelle erfolgt nach dem Widerstandsmeßverfahren, indem der ohmsche Widerstand zwischen diesem NiCr-Leiter und einem

- 2 -

niederohmigen zweiten Leiter, leitfähigen Rohr oder Erde gemessen und nach dem Prinzip des unbelasteten Spannungsteilers die Lage der Fehlerstelle ermittelt wird. Dieses Verfahren ist vorteilhaft bei der Bauüberwachung, ermöglicht eine präzise, frühzeitige Ortung und zeigt vorzugsweise die Quelle des Fehlers an. Im folgenden wird dieses bekannte Verfahren abgekürzt Widerstandsortung genannt.

Bei einem zweiten Meßverfahren wird die undichte Stelle durch Messung der Laufzeit eines Impulses geortet, der an der niederohmig gewordenen nassen Stelle reflektiert wird. Bei diesem Meßverfahren werden als Sensoren zwei niederohmige unisolierte Kupferdrähte verwendet. Die Ortung erfolgt dabei zwischen Leiter und Rohr. Dieses Verfahren ist vorteilhaft bei einer relativ späten Ortung, wenn der Fehler also schon weit fortgeschritten ist, also bei schon sehr feuchten Fehlerstellen und starken Schadensbildern und zeigt vorzugsweise die Grenzen des Schadens an. Im folgenden wird dieses bekannte Verfahren abgekürzt Laufzeitortung genannt.

Die beiden beschriebenen Meßverfahren beruhen auf unterschiedlichen Prinzipien. Das erste Meßverfahren eignet sich mehr für weniger feuchte Fehlerstellen und hat eine Einsatzgrenze in Richtung sehr feuchter Fehlerstellen. Das zweite Meßverfahren eignet sich besonders für sehr feuchte Fehlerstellen und hat eine Einsatzgrenze hin zu weniger feuchten Fehlerstellen. Beide Meßverfahren werden bisher je nach Anwenderwunsch alternativ eingesetzt. Die Sensoren für die beiden Meßverfahren müssen nahezu entgegengesetzte Bedingungen erfüllen, nämlich einmal niederohmig und einmal hochohmig sein.

Es ist ein Rohrleitungssystem bekannt (DE 41 24 640 A1), mit dem die Vorteile beider Meßverfahren kombiniert werden können. Dieses Rohrleitungssystem enthält drei Leiter unterschiedlicher Widerstände und daher Leitungsmaterialien. Für einen Leiter wird beispielsweise NiCr verwendet und für die beiden anderen Leiter

- 3 -

blankes Kupfer bzw. isoliertes Kupfer. Eine Einigung auf dieses System steht noch aus.

Eine Herstellergruppe hat einen Standard für alle Beteiligten vorgeschlagen (FWI 9/94), der künftig nur noch zwei Kupferleiter für den Sensor vorsehen soll. Dieser Standard mag für die Laufzeitortung nützlich sein, für die Widerstandsartung ist er nahezu ungeeignet. Gerade diese Meßtechnik bietet aber beträchtliche Vorteile, wie vorstehend erläutert. Der neue Vorschlag ist daher auf erhebliche Kritik gestoßen (Energie & Management 12/94, Seiten 28-31).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Rohrleitungssystem mit Sensoren aus elektrischen Leitungen im Raum zwischen Innenrohr und Außenrohr zu schaffen, das im einfachsten Fall mit zwei Leitungen auskommt und damit die alternative Anwendung beider Meßverfahren, also des ersten und zweiten Meßverfahrens, mit einem einzigen Sensorsystem ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Erfindung gelöst. Weiterbildungen werden in den Unteransprüchen definiert.

Im Prinzip besteht die Erfindung darin, daß als Material der Sensorleitung eine Legierung verwendet wird, die einen solchen niedrigen Temperaturkoeffizienten (TK) hat, die einen weitgehend konstanten Temperaturkoeffizienten (TK) hat, und die einen Widerstand hat, der einerseits so klein ist, daß mit der Leitung die Laufzeitortung durchgeführt werden kann und der andererseits so groß ist, daß die Widerstandsartung durchführbar ist. Die Bemessung ist so gewählt, daß Übergangswiderstände ( $R_c$ ) keinen Einfluß haben. Das ist der Fall, wenn  $R_c < R_{\text{Sensor}}$ , bezogen auf eine Länge von z.B. 10cm.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß für die Widerstandsartung dann Leiter mit vergleichsweise niedrigem Widerstandswert eingesetzt werden können, wenn dieser Leiter einen kleinen und weitgehend konstanten Temperaturkoeffizienten hat.

- 4 -

Bei einem praktisch erprobten Ausführungsbeispiel ist das Material des Sensorleiters eine Kupfer-Nickel-Legierung. Der Leiterquerschnitt betrug  $1,0 \text{ mm}^2$ . Der Widerstandswert für diesen Leiter (CuNi10) betrug  $0,15 \text{ Ohm je Meter}$ , also etwa ein vierzigstel des Widerstandes des bisher verwendeten Widerstandsdrahtes NiCr 8020. Der Temperaturkoeffizient für diese Legierung ist zwar etwa  $4x$  so groß wie für den bisher für die Widerstandsartung verwendeten Widerstandsdraht NiCr 8020, beträgt aber nur ein zehntel des Wertes der bisher für die Laufzeitortung verwendeten Kupferleitungen. Für die Widerstandsartung ist dieser Sensorleiter vorzugsweise mit einer perforierten Isolierung versehen, weil dies die Auflösung der Messwerte erhöht. Im Grenzfall kann aber auch ein blanker Sensorleiter verwendet werden. Die zweite Ader, die Rückführader, kann aus einem isolierten Kupferdraht bestehen. Für die Lösung der Aufgabe, ein System für beide Ortungsverfahren zu schaffen, hat sich eine Rückführader mit einem Querschnitt bewährt, der größer ist als der der Sensorleitung, beispielsweise  $2,5 \text{ mm}^2$ . Dadurch wird bezüglich der Widerstandsartung eine günstige Widerstandsproportion von Sensor- zur Rückführader erreicht, ohne dem Sensorleiter einen an sich erwünschten größeren Widerstand zuzuordnen.

Neben der bereits erprobten CuNi10 Legierung kommen für den Sensorleiter alle jene Materialien in Betracht, die bei geeignetem Querschnitt einen Gleichstrom-Widerstandswert  $0,1 < x < 1,1 \text{ Ohm / m}$  haben und einen Temperaturkoeffizienten von weniger als  $500 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ .

Das soweit geschilderte Ausführungsbeispiel kann mit gutem Ergebnis hinsichtlich der Widerstandsartung mit Leitungslängen von  $1000 \text{ m}$  arbeiten. Für Laufzeitortung kann es zur Überwachung für beliebige Längen eingesetzt werden. Beispielsweise ist für den Bereich von  $1000$  bis  $300 \text{ Meter}$  eine Vorortung und für den Bereich von  $300$  bis  $0 \text{ Meter}$  eine Feinortung möglich. Für die

- 5 -

Feinortung bei Laufzeitortung war auch bisher schon alle 250 m ein Prüfpunkt vorgesehen. Mit der erfindungsgemäßen Sensorleitung können künftig nicht nur beide Ortungsverfahren wahlweise verwendet werden. Es wird künftig auch möglich sein, beide Ortungsverfahren zur Erhöhung der Aussagekraft einanderergänzend zugleich oder nacheinander oder abwechselnd einzusetzen. Das kann beispielsweise für automatisch arbeitende Meßgeräte durch alternative vorbestimmte Einschaltung beider Verfahren geschehen. Die Lösung gemäß der Erfindung ist daher praxisorientiert und darüberhinaus robust. Die Leiter aus einem mit perforierter Isolierung versehenen massiven Runddraht können in bewährter Weise längswasserdicht ausgebildet werden. Eine Stabilisierung der Meßleitungen (Sensor/Rückführader) durch Verdrillung der beiden Adern ist wegen etwa gleicher mechanischer Eigenschaften problemlos möglich. Es ist aber auch möglich, den Wechselstromwiderstand der Sensorleitung durch Verwendung von Litzen noch weiter herabzusetzen und dann Prüfpunkte alle 1000 m einzusetzen. Für die Erzielung eines längswasserdichten Sensorleiters mit perforierter Isolierung müssen dann allerdings einige Maßnahmen getroffen werden. Beispielsweise kann das für die Lötung erforderliche Lotmittel in das Litzenmaterial integriert und zugleich als Lot- und Dichtungsmittel verwendet werden.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden im folgenden mehrere Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese zeigen in

Fig. 1 den Querschnitt einer Fernwärmeleitung mit Innenrohr, Außenrohr und Sensor,

Fig. 2 eine Widerstandsmeßbrücke mit Rohr und zwei Sensorleitungen

Fig. 3 eine Isolationsmessung zu Fig. 2

Fig. 4 eine Laufzeitmeßeinrichtung mit Rohr und zwei Sensorleitungen

- 6 -

In Fig. 1 ist ein Rohrleitungssystem mit dem Querschnitt einer Fernwärmeleitung R dargestellt, die ein Innenrohr 1, ein Außenrohr 2 und einen Sensor 4 enthält. Der Zwischenraum zwischen Innenrohr 1 und Außenrohr 2 ist mit einem bei der Einfüllung möglichst trockenen Füllmaterial 3, z.B. einem Polyurethan (PU), gefüllt. Der Sensor 4 ist im Füllmaterial 3 angeordnet und besteht aus einer Cu-Ni-Legierung mit einem im wesentlichen konstanten und kleinen Temperaturkoeffizienten sowie einem Widerstandswert von etwa 0,15 Ohm/m, das ist ein Wert, der die Laufzeitmessung gerade noch erlaubt und für die Widerstandsmessung ausreichend groß ist.

Fig. 2 zeigt ein Meßverfahren mit Ortung durch eine Widerstandsmeßbrücke. Eine Spannungsquelle 5 ist zwischen den Anfang A der Sensorleitung 4 und das Ende E der Rückführader 6 geschaltet, die beide am quellenfernen Abschluß 7 des Innenrohres 1 miteinander verbunden sind. Ein Spannungsmeßgerät 8 ist zwischen den Anfang A der Sensorleitung 4 und den Anfang des Innenrohres 1 geschaltet. Im Falle einer undichten Stelle F wird ein Fehlerwiderstand  $R_F$  zwischen Sensorleitung 4 und Innenrohr 1 wirksam. Damit der Ort des Fehlerwiderstandes genau geortet werden kann, muß die Sensorleitung stets durch die Feuchte kontaktierbar sein, also blank oder mit perforierter Isolation versehen sein. Aus den Widerstandswerten  $R_1$ ,  $R_2$  der Teilleitungen, dem Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  der Sensorleitung 4 läßt sich der Ort des Fehlers bestimmen.

In Fig. 3 ist gezeigt, wie durch andere Schaltung des Meßgerätes 8 die Isolation zwischen Innenrohr 1 und Sensorleitung 4 überprüfbar ist. Hierzu bedarf es keiner Rückführader 6. Im Falle einer undichten Stelle des Innenrohres ändert sich der Isolationswiderstand von beispielsweise 10 MOhm auf 10 kOhm, die vom Meßgerät 8 angezeigte Spannung von 0 Volt auf 24 Volt.

In Fig. 4 ist eine Ortung durch eine Laufzeitmessung dargestellt. Zwischen den Anfang des Innenrohres 1 und den Anfang A



- 7 -

der Sensorleitung 4 ist ein Impulsgenerator 10 geschaltet. Parallel dazu die Ablenkplatten eines Oszillographen 11. Bei intaktem Innenrohr 1 und trockener Isolation 3 ist die Anpassung perfekt und Impulse werden nicht reflektiert. Sobald durch eine undichte Stelle im Innenrohr 1 der Widerstand  $R_{RF}$  der Fehlerstelle klein wird, werden Impulse an der Sprungstelle reflektiert. Der Oszillograph zeigt dann die Differenz zwischen der Lage des abgehenden Impulses und des zum Anfang A rückkehrenden Impulses. Der Abstand der Impulse ist ein Maß für die Lage der Fehlerstelle.

Eine für beide Meßverfahren geeignete Sensorleitung 4 muß also zwei in sich gegensätzliche Anforderungen erfüllen. Zur Erfüllung der gegensätzlichen Anforderungen wird ein Material ausgewählt, mit dem das Anforderungsprofil für das Widerstands-ortungsverfahrens einerseits und das Anforderungsprofil des Laufzeitverfahrens andererseits befriedigend erfüllt werden. Das ist für einen Sensorleiter aus dem Material CuNi10 der Fall. Ein Leiter aus dieser Legierung hat nämlich trotz eines vergleichsweise zu Kupfer höheren Gleichstromwiderstandes einen für die Laufzeitmessung genügend niedrigen Hochfrequenzwiderstand. Das ist bedeutsam, weil bei den beiden Meßverfahren zu unterscheiden ist zwischen dem elektrischen Gleichstromwiderstand  $R_{DC}$  der bei der Widerstandsartung gemessen wird, und dem wirksamen Wechselstromwiderstand  $R_{AC}$ , der bei der Laufzeitortung zu beachten ist. Schon bei einem Sensorleiter aus massivem CuNi10 beträgt der Wechselstromwiderstand  $R_{AC}$  nur etwa ein achtel des entsprechenden Wertes eines Widerstandsdrahtes. Durch die Konstruktion einer Sensorleitung mit verringertem Skin-Effekt, beispielsweise als litzenförmiger Leiter, wird der Widerstand  $R_{AC}$  auf einen Wert herabgesetzt, der nur unwesentlich über dem entsprechenden Wert von Kupfer liegt. Es kann also wenigstens ein Material verwendet werden, das für die kompatible Verwendung desselben Sensorleiters für beide Meßverfahren geeignet ist. Die folgende Tabelle zeigt für verschiedene Materialien die

- 8 -

Widerstandswerte RDC und RAC, wobei für die Legierung CuNi10 einerseits ein Massivleiter und andererseits eine Litze 30x0.25 verwendet wurde. Die Massivleitungen hatten für diese Messung einen Durchmesser von 1,5 mm<sup>2</sup>. Die Temperaturkoeffizienten betragen für

Kupfer 3000 x 10<sup>-6</sup>/KNiCr8020 100 x 10<sup>-6</sup>/KCuNi10 400 x 10<sup>-6</sup>/K

Die elektrischen Widerstandswerte für die einzelnen Leiter sind:

Widerstand (in Ohm/km)	Cu massiv	NiCr8020 massiv	CuNi10 massiv	CuNi10 Litze
R <sub>DC</sub>	12	740	100	100
R <sub>AC</sub>	200	12.300	1.600	350

Bei der Impulsmeßtechnik werden hochfrequente Signale erzeugt und verwendet, bei denen es im Leiter zu einer Stromverdrängung an den äußeren Leiterrand kommt (Skin-Effekt). Das bedeutet, daß der wirksame Wechselstromwiderstand RAC je nach verwendeter Frequenz, Leiterdurchmesser und Leiterart (massiver Draht oder Litze) einen anderen Wert annehmen kann. Für die vorstehende Tabelle wurde eine Frequenz von 10 MHz zugrundegelegt.

Der Werkstoff CuNi10 hat zwar gegenüber dem bisher für die Widerstandsart üblichen Material NiCr8020 einen deutlich geringeren spezifischen Widerstand, doch ist dieser Widerstand noch ausreichend groß gegenüber dem unerwünschten Einfluß von Verbindungsstellen, Zuführungsleitungen und dergleichen. Evtl. noch verbleibende unerwünschte Einflüsse können weiterhin verringert werden durch entsprechende Wahl der Querschnitte. Der Temperaturkoeffizient von CuNi10 ist zwar größer als der von NiCr8020, liegt aber noch in der selben Größenordnung. CuNi10

- 9 -

und Legierungen mit ähnlichen elektrischen Daten in der Form von Massivdrähten oder Litzen sind als Sensorleiter für kompatible Verwendung bei beiden Meßverfahren geeignet.

Sensoren mit Litzenleitern sollten mit einem geeigneten Material zur Erzielung der Längswasserdichtigkeit getränkt werden. Das Material kann ein sowieso erforderliches Lot sein. Die Isolierung sollte temperaturfest sein (z.B. PTFE). Sensoren können alternativ mit Poren und/oder geschlossener leitfähiger Isolierung (z.B. Kohlenstoff dotiert) versehen sein. Die Perforation ist wenigstens für die bessere Auflösung der Meßergebnisse vorteilhaft.

Bei Meßleitungen, die zur Erhöhung der Stabilität oder aus anderen Gründen verdrillt werden, kann der erhöhte Widerstand der durch die Verdrillung längeren Leitung durch Erhöhung des Querschnitts der Leiter wieder reduziert werden.

Durch die Erfindung wird erreicht, daß ein Leitertyp für alle Arten von Meßverfahren mit Sensorleitern einsetzbar ist. Das bringt den weiteren Vorteil für die Hersteller der Fernwärmeleitungen, daß nicht schon bei der Herstellung der Fernwärmeleitung entschieden werden muß, welches Meßverfahren einzusetzen ist. Vielmehr können alle diese Meßverfahren später alternativ oder sequentiell eingesetzt werden. Dadurch werden die Lagerhaltung für die Sensoren vereinfacht und die Fertigungsabläufe und Kontrollen rationalisiert. Schließlich kann die Messung entsprechend dem jeweiligen Feuchtegrad des möglichen Fehlers gewählt und die Genauigkeit der Ortung verbessert werden. Das schließt auch den Einsatz beider Meßverfahren für eine Fehlerstelle ein, um die Kosten einer evtl. Reparatur zu minimieren. Ein Schaden ist im allgemeinen nämlich teurer als die Kosten der zu ersetzenden Materialien. Bei automatischem Meßablauf mit z.B. sequentieller Einschaltung der jeweiligen Meßschaltung können die durch die beiden Meßverfahren erzielten Ergebnisse nebeneinander auf einem Datenstreifen abgebildet werden.

- 10 -

## Patentansprüche

1. Rohrleitungssystem mit einem ein Medium führenden Innenrohr, einem das Innenrohr mit Abstand umgebenden Außenrohr sowie Füllmaterial im Raum zwischen den beiden Rohren zur Wärmedämmung, sowie mit einem eine Sensorleitung enthaltenden System zur Detektion und Ortung von Undichtigkeiten, insbesondere für die Übertragung von Fernwärme, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Material der Sensorleitung (4) eine Legierung verwendet wird, die einen solchen niedrigen Temperaturkoeffizienten (TK) hat, die einen weitgehend konstanten Temperaturkoeffizienten hat und die einen Widerstand hat, der einerseits so klein ist, daß mit der Sensorleitung (4) die Laufzeitmessung durchgeführt werden kann und die andererseits so groß ist, daß das Widerstandsmeßverfahren durchführbar ist.
2. Rohrleitungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Material der Sensorleitung (4) eine Kupfer-Nickel-Legierung ist.
3. Rohrleitungssystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Material der Sensorleitung (4) eine Kupfer-Nickel-Legierung der Type CuNi10 ist.
4. Rohrleitungssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Sensorleitung (4) eine blanke Leitung verwendet wird.
5. Rohrleitungssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Sensorleitung (4) eine isolierte Leitung verwendet wird, bei der die Isolierung leitfähig oder perforiert ist.

- 11 -

6. Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Sensorleitung (4) eine Litzenleitung verwendet wird.

7. Rohrleitungssystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Sensorleitung (4) eine Litzenleitung mit mehr als 20, insbesondere 30 Litzen verwendet wird.

8. Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sensorleitung (4) längswasserdicht ausgebildet ist, insbesondere durch das Lot-Mittel.

9. Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** für den Sensorleiter (4) Materialien verwendet werden, die bei geeignetem Querschnitt einen Gleichstrom-Widerstandswert  $0,1 < x < 1,1$  Ohm / m haben und einen Temperaturkoeffizienten von weniger als  $500 \cdot 10^{-6}/K$ .

10. Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Widerstandsartung und für die Laufzeitortung Leitungslängen von vorbestimmter Länge zugrundegelegt werden, insbesondere von je 1000 m, und daß für die Laufzeitortung die Leitungen vorbestimmter Länge in zwei Teil-Längen für eine Vorortung und eine Feinortung aufgeteilt werden, wobei der Verbindungspunkt der beiden Teillängen als Prüfpunkt ausgebildet ist.

11. Rohrleitungssystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Bereich von 1000 Meter bis 300 Meter die Teil-Leitung für die Vorortung und im Bereich von 300 Meter bis 0 Meter die Teil-Leitung für die Feinortung vorgesehen ist.

- 12 -

12.Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** an die Sensorleitung (4) und/oder die Rückführleitung beide Ortungsverfahren wahlweise anschliessbar sind.

13.Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** Schaltmittel vorgesehen sind, die eine Umschaltung der Sensorleitung (4) und/oder der Rückführleitung auf eines der Mittel für die Durchführung des Widerstands- und/oder des Laufzeit- Ortungsverfahrens ermöglichen.

14.Rohrleitungssystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** beide Ortungsverfahren zur Erhöhung der Aussagekraft einander ergänzend nacheinander oder abwechselnd wirksam geschaltet werden.

15.Rohrleitungssystem nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** beide Ortungsverfahren automatisch und vorbestimmt eingeschaltet werden.

16.Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** Sensor-Leitung (4) und Rückführleitung miteinander verdrillt sind, und daß der erhöhte Widerstand der durch die Verdrillung längeren Leitung durch Erhöhung des Querschnitts der Leiter wieder reduziert werden.

17.Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 - 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückführader eine isolierte Kupferleitung mit einem Durchmesser ist, der größer ist als der Durchmesser der Sensorleitung, insbesondere 2,5 mm<sup>2</sup>.

18.Sensorleitung für ein Rohrleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17.

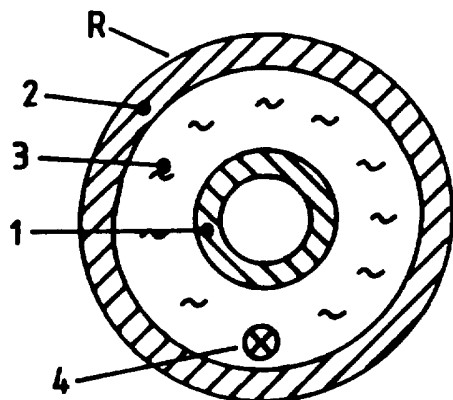


FIG. 1

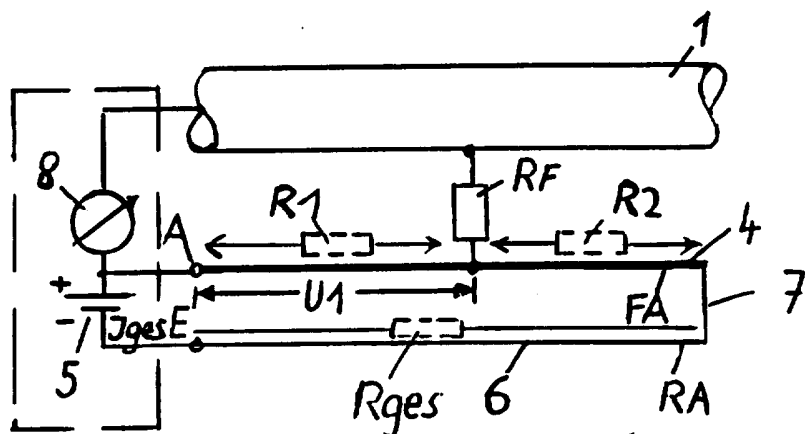


FIG. 2

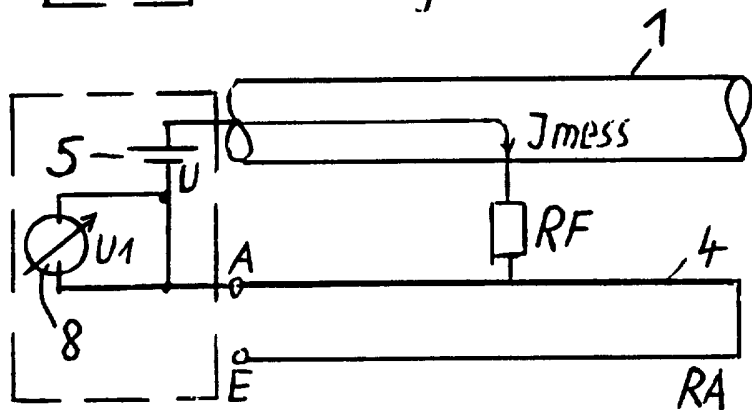


FIG. 3

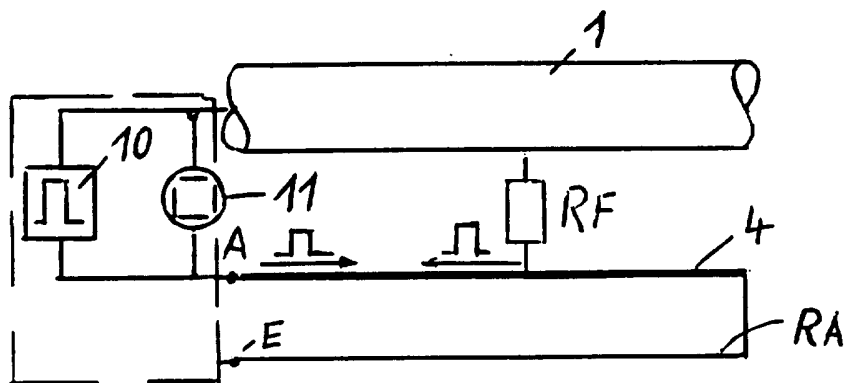


FIG. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/EP 95/04616

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G01M3/16

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)  
IPC 6 G01M F17D 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 practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,36 26 999 (KABELMETAL ELECTRO GMBH) 11 February 1988 see claims 1-9  ---	1,6
A	EP,A,0 257 575 (ROERO GESELLSCHAFT FUER ISOLIER- UND FERNHEIZTECHNIK MBH) 2 March 1988 see column 5, line 25-36; claims 1-3  ---	1,4
A	EP,A,0 060 552 (G. & H. MONTAGE GMBH) 22 September 1982 see the whole document  ---	1
A	DE,A,41 24 640 (B. BRANDES) 28 January 1993 cited in the application see abstract  -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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

10 April 1996

Date of mailing of the international search report

23.04.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Angius, P



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 95/04616

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3626999	11-02-88	NONE	
EP-A-257575	02-03-88	DE-A- 3628336	25-02-88
EP-A-60552	22-09-82	DE-A- 3110054	14-10-82
DE-A-4124640	28-01-93	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/04616

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 G01M3/16

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01M F17D 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)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,A,36 26 999 (KABELMETAL ELECTRO GMBH) 11.Februar 1988 siehe Ansprüche 1-9 ---	1,6
A	EP,A,0 257 575 (ROERO GESELLSCHAFT FUER ISOLIER- UND FERNHEIZTECHNIK MBH) 2.März 1988 siehe Spalte 5, Zeile 25-36; Ansprüche 1-3 ---	1,4
A	EP,A,0 060 552 (G. & H. MONTAGE GMBH) 22.September 1982 siehe das ganze Dokument ---	1
A	DE,A,41 24 640 (B. BRANDES) 28.Januar 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung -----	1

 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' älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

'&amp;' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10.April 1996

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23.04.96

 Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Angius, P

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/04616

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-3626999	11-02-88	KEINE	
EP-A-257575	02-03-88	DE-A- 3628336	25-02-88
EP-A-60552	22-09-82	DE-A- 3110054	14-10-82
DE-A-4124640	28-01-93	KEINE	