



(10) **DE 10 2013 211 795 A1** 2014.06.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 211 795.7**

(22) Anmeldetag: **21.06.2013**

(43) Offenlegungstag: **05.06.2014**

(51) Int Cl.: **G01V 3/12 (2006.01)**

**G01S 13/04 (2006.01)**

**E03F 7/00 (2006.01)**

**F16L 55/26 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG, 24148,  
Kiel, DE**

(72) Erfinder:  
**Ratke, Sven, 24537, Neumünster, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Vollmann & Hemmer, 23560,  
Lübeck, DE**

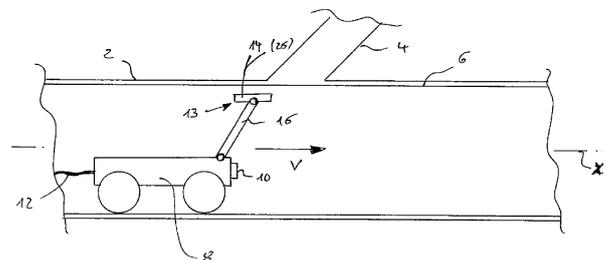
Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG  
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Detektorvorrichtung zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Detektorvorrichtung (13) zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen, mit zumindest einer als Sendeantenne arbeitenden Antenne (14, 26), einem Oszillator, welcher ein elektrisches Signal erzeugt und elektrisch mit der Antenne (14, 26) verbunden ist, sowie einer Auswerteeinrichtung, welche derart ausgebildet ist, dass sie das von der Antenne (14, 26) rückreflektierte elektrische Signal hinsichtlich Phase und/oder Betrag auswertet, sowie einen Kanalrohrroboter (8) mit einer solchen Detektorvorrichtung (13) und ein entsprechendes Verfahren zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Detektorvorrichtung zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen, sowie einen Kanalrohrroboter mit einer solchen Detektorvorrichtung und ein zugehöriges Verfahren zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen.

**[0002]** Für verschiedene technische Anwendungen ist es wünschenswert, verborgene Strukturen in Wandungen auffinden zu können, z. B. ist es in Gebäudewandungen wünschenswert, tragende Elemente, Leitungen oder Hohlräume von außen erkennen zu können, beispielsweise wenn Gegenstände an solchen Wandungen befestigt werden sollen.

**[0003]** Bei der Sanierung von Kanalrohren werden in der Regel in das Innere sogenannte Inliner aus Kunststoff eingezogen, welche zunächst die gesamte Innenwandung des Kanalrohres auskleiden und dabei auch eventuelle Anschlüsse oder Abzweige überdecken. Diese müssen anschließend wieder geöffnet werden. Dazu ist es erforderlich, die genaue Position der Abzweige wiederzufinden. Bislang erfolgt dies in der Regel durch vorherige Vermessung des Kanalrohres, insbesondere mithilfe eines Maßbandes. Derartige Messungen sind jedoch fehleranfällig, insbesondere besteht die Gefahr von Ablese- oder Handhabungsfehlern, sodass es beim anschließenden Öffnen der Abzweige zu Fehlbohrungen kommt, wodurch die neue Innenwandung des Kanalrohres in nicht gewünschter Weise beschädigt wird.

**[0004]** Es ist daher wünschenswert, aus dem Inneren des Kanalrohres durch den eingebrachten Inliner hindurch die Anschlüsse erkennen zu können. Dabei stellt sich das Problem, dass sich häufig zwischen dem eingezogenen Inliner und dem alten Kanalrohr und auch in den Anschlüssen Wasser befindet, was eine Detektion erschwert.

**[0005]** Im Hinblick auf diese Problematik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Detektorvorrichtung zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen zu schaffen, welche sowohl in trockener als auch in nasser Umgebung zuverlässig verborgene Strukturen in Wandungen, insbesondere Hohlräume, erkennen lässt.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch eine Detektorvorrichtung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, durch einen Kanalrohrroboter mit den in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Verfahren mit den im Anspruch 19 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung eignet sich zum Erkennen von verborgenen Struktu-

ren in Wandungen, insbesondere von Hohlräumen, Metallteilen, Leitungen und sonstigen Unregelmäßigkeiten der Struktur. Die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung weist zumindest eine Antenne auf, welche erfindungsgemäß als Sendeantenne, insbesondere ausschließlich als Sendeantenne arbeitet. Diese Antenne strahlt ein elektromagnetisches Signal nach außen ab. Dabei wird die Detektorvorrichtung in der Handhabung so angeordnet, dass die Antenne ihr Signal auf die Wandung, in welcher verborgene Strukturen erkannt werden sollen, abstrahlt. Da die erfindungsgemäß vorgesehene Antenne als Sendeantenne arbeitet, ist es dabei nicht vorgesehen, ein von der Wandung reflektiertes elektromagnetisches Signal wiederum durch die Antenne oder eine weitere Antenne zu erfassen.

**[0008]** Um das Signal zu erzeugen, ist erfindungsgemäß ein Oszillator bzw. Schwingungserreger vorgesehen, welcher ein elektrisches, d. h. periodisches elektrisches, Signal erzeugt. Dieser ist mit der Antenne verbunden, sodass die Antenne durch den Oszillator zur Abstrahlung eines entsprechenden elektromagnetischen Signals angeregt wird. Um die Strukturen in der Wandung erkennen zu können, ist darüber hinaus erfindungsgemäß eine Auswerteeinrichtung vorgesehen. Diese ist so ausgebildet, dass sie das von der Antenne rückreflektierte elektrische Signal auswertet. D. h. die Auswerteeinrichtung wertet den Teil der der Antenne zugeführten elektrischen Signalleistung aus, welcher von dieser nicht abgestrahlt sondern zum Erreger, d. h. dem Oszillator, rückreflektiert wird. Dieses rückreflektierte elektrische Signal wird hinsichtlich der Phase und/oder seines Betrages ausgewertet. Veränderungen bzw. unterschiedliche Strukturen in der Wandung führen zu unterschiedlichen Phasenverschiebungen bzw. Amplituden dieses Signals, sodass Unterschiede in der Struktur im Inneren der Wandung anhand der Änderung der Phase oder des Betrages bzw. der Amplitude des rückreflektierten Signals erfasst werden können. Insbesondere führen Metallteile oder auch Hohlräume in der Wandung zu deutlich sichtbaren Änderungen der Phase und/oder des Betrages, sodass diese erkannt und lokalisiert werden können. Darüber hinaus funktioniert dies auch zuverlässig in feuchter Umgebung, beispielsweise in einem Kanalrohr, bei welchem sich hinter einem neu eingezogenen Innenrohr bzw. Inliner Wasser befindet. Auch durch eine Wasserschicht hindurch sind Hohlräume bzw. unterschiedliche Strukturen in der ursprünglichen Kanalrohrwandung mit dieser Detektorvorrichtung deutlich erkennbar.

**[0009]** Vorzugsweise wird das rückreflektierte elektrische Signal mit einem Referenzsignal verglichen. Dieses Referenzsignal kann ein Signal sein, welches von zumindest einer zweiten Antenne zurückreflektiert wird, welche ebenfalls als Sendeantenne arbeitet, jedoch beabstandet von der ersten Antenne so

angeordnet ist, dass sich die beiden Antennen nicht beeinflussen. So kann ein unbeeinflusstes rückreflektiertes Referenzsignal mit dem von der Wandung beeinflussten Signal verglichen werden und aus Phasen und/oder Amplituden können unterschiedliche Strukturen in der Wandung erkannt werden. Alternativ kann als Referenzsignal direkt das von dem Oszillator erzeugte Signal verwendet werden, sodass auf eine zweite Antenne verzichtet werden kann. Es ist zu verstehen, dass auch mehr als zwei Antennen Verwendung finden können, deren rückreflektierte Signale ausgewertet werden.

**[0010]** Die Auswerteeinrichtung ist bevorzugt so ausgebildet, dass sie eine Auswertung durch Vergleich des rückreflektierten elektrischen Signals mit einem Referenzsignal gleicher Frequenz vornimmt. Die Auswerteeinrichtung ist dazu weiter bevorzugt so ausgebildet, dass der Vergleich der Signale durch eine Differenzbildung der Phasen und/oder der Pegel bzw. Beträge der beiden Signale erfolgt. Die Pegeldifferenz kann durch eine Subtraktion der gleichgerichteten Leistungen der Signale bestimmt werden, während eine Phasendifferenz durch ein sogenanntes Heruntermischen auf einen der Phasendifferenz proportionalen Gleichspannungspegel bestimmt wird. Mathematisch betrachtet, handelt es sich dabei um eine Multiplikation zweier Signale gleicher Frequenz und kann in sogenannten Mischern bewirkt werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch der reine Signalverlauf selbst ausgewertet und gegebenenfalls aufgezeichnet werden. Die Auswerteeinrichtung ist ferner bevorzugt so ausgebildet, dass sie in der Lage ist, die so gebildeten Differenzen in Form von Gleichspannungspegeln zu messen und in ihrem zeitlichen Verlauf zu erfassen und aufzutragen. Wenn die Antenne gleichzeitig über die zu untersuchende Wandung bewegt wird, kann dabei der Verlauf der erfassten Werte bzw. Signale über den zurückgelegten Weg erfasst und gegebenenfalls aufgetragen werden. So lassen sich Signalveränderungen über den untersuchten Weg erfassen und auftragen, welche dann Struktur- bzw. Gefügeänderungen im Inneren der untersuchten Wandung entlang dem untersuchten Weg repräsentieren.

**[0011]** Der Oszillator kann bevorzugt ein sinus-, rechteck- oder sägezahnförmiges Signal erzeugen. Auch andere Signalformen sind grundsätzlich möglich.

**[0012]** Ferner erzeugt der Oszillator bevorzugt ein Signal im Frequenzbereich zwischen 2 und 3 GHz, weiter bevorzugt zwischen 2,3 und 2,5 GHz. Besonders geeignet ist eine Frequenz von 2,4 GHz. Diese Frequenzen liegen im ISM-Band zur zivilen Nutzung und sind ohne Genehmigung freigegeben. Darüber hinaus eignen sich derartige Frequenzen insbesondere zur Untersuchung in feuchter Umgebung, d. h. auch durch Wasserschichten hindurch.

**[0013]** Weiter bevorzugt weist die Antenne eine Resonanzfrequenz auf, welche verschieden von der Frequenz des von dem Oszillator erzeugten Signals ist. Idealerweise ist diese Resonanzfrequenz geringfügig verschieden. D. h. die Resonanzfrequenz der Antenne liegt leicht neben der eingespeisten Frequenz. So ergibt sich ein besonders gut auszuwertendes elektrisches Signal. Bei dem auszuwertenden rückreflektierten elektrischen Signal handelt es sich um den Teil der zugeführten Signalleistung, welcher von der Antenne nicht abgestrahlt, sondern zum Erreger, d. h. dem Oszillator, zurückreflektiert wird. Bei geringfügiger Fehlanpassung der Antenne ist dieser Signalanteil größer und daher besser auszuwerten. Insbesondere hebt sich der Signalanteil dann deutlich von unerwünschter und nicht auszuwertender Hintergrundstrahlung ab.

**[0014]** Alternativ oder zusätzlich ist es bevorzugt, dass die Antenne im Arbeitspunkt eine Fehlanpassung bzgl. ihrer Impedanz haben kann. D. h. es besteht eine Fehlanpassung zwischen der Antenne und dem Oszillator. Auch dadurch verstärkt sich das auszuwertende rückreflektierte Signal.

**[0015]** Die Detektoreinrichtung ist weiterhin vorzugsweise so ausgebildet, dass die Antenne zur Positionierung in derartiger Nähe zu der Wandung ausgebildet ist, dass die Wandung sich im Nahfeldbereich oder im Übergangsbereich zwischen Fernfeld- und Nahfeldbereich der Antenne befindet. D. h. die Wandung befindet sich in einem Bereich, in welchem die abgestrahlten elektromagnetischen Wellen die Antenne selber beeinflussen, was im Fernfeldbereich nicht mehr der Fall ist. Die Wandung führt so zu einer Verstimmung der elektromagnetischen Resonanzstruktur der Antenne. Die Wandung bildet ein Dielektrikum, welches die Resonanzfrequenz der Antenne verschiebt. Daraus resultiert auch eine Verschiebung der Impedanz der Antenne am Einspeisepunkt, woraus eine Phasenverschiebung und eine Änderung der abgestrahlten Leistung resultiert. Wenn nun die Auswerteeinrichtung, wie oben beschrieben, so ausgebildet ist, dass sie den von der Antenne rückreflektierten Leistungspegel und die Phase des rückreflektierten Signals auswertet, so ändern sich diese Werte beim Einbringen eines Dielektrikums, d. h. der Wandung in Antennennähe. Strukturänderungen in der Wandung führen zu einer Änderung dieses Dielektrikums, welche dann wiederum von der Auswerteeinrichtung erfasst werden kann. D. h. die Änderungen der Struktur in der Wandung stellen bei derartiger Anordnung der Antenne in der Nähe der Wandung Dielektrikumsänderungen dar, welche die Antenne bzw. deren elektromagnetische Eigenschaften selber beeinflussen, was von der Auswerteeinrichtung erfasst wird. Vereinfacht gesagt, bildet die Wandung bei derartiger Anordnung der Antenne einen Teil der elektromagnetischen Resonanzstruktur der Antenne, d. h. die elektromagnetischen Eigenschaften

ten der Antenne selber ändern sich, was von der Auswerteeinrichtung in der beschriebenen Weise erfasst wird.

**[0016]** Ferner ist es bevorzugt, dass die Antenne an einer Verfahreinrichtung angeordnet ist, mittels welcher die Antenne entlang einer zu untersuchenden Wandung definiert, insbesondere in Bahnen bewegbar, ist. Bei einer solchen Bewegung lässt sich dann der Signalverlauf, welcher von der Auswerteeinrichtung erfasst wird, d. h. Phase und/oder Betrag über den zurückgelegten Weg auftragen, sodass sich ein Bild der Wandung bzw. deren Struktur über den zurückgelegten Weg erzeugen lässt.

**[0017]** Bevorzugt sind die Verfahreinrichtung und die Auswerteeinrichtung dabei derart ausgestaltet, dass ein zu untersuchender Bereich einer Wandung von der Antenne in Form von nebeneinanderliegenden Bahnen überfahrbar ist, wobei die Auswerteeinrichtung die Phase und/oder den Betrag (Pegel) des dabei ausgewerteten, rückreflektierten Signals als zweidimensionales Bild darstellt. Auf diese Weise kann ein zweidimensionales Bild bzw. Abbild der Struktur der Wandung, d. h. der unter der Oberfläche der Wandung verborgenen Struktur, erzeugt werden.

**[0018]** Um eine Zuordnung des Bildes bzw. des Abbildes der Struktur der Wandung zu einer Position an der Wandung zu ermöglichen, ist die Detektoreinrichtung vorzugsweise mit Mitteln zur Positionsbestimmung und insbesondere zum Erfassen von Lageänderungen versehen. Dies können geeignete Weg- und/oder Winkelmesssysteme, wie Weg- oder Winkelsensoren oder auch Gravitationssensoren sein. Das so erfasste Weg- bzw. Positionssignal wird bevorzugt in der Auswerteeinrichtung gemeinsam mit den erfassten Signalen hinsichtlich Betrag und/oder Phase zugeordnet und gegebenenfalls gespeichert.

**[0019]** Weiter bevorzugt ist die Auswerteeinrichtung zur Darstellung der Phase und/oder des Betrages des ausgewerteten Signals auf einer Anzeigeeinrichtung ausgebildet. Die Anzeigeeinrichtung kann ein Display oder Monitor sein, welcher beispielsweise in einer Kanaluntersuchungsanlage ohnehin vorhanden ist. Auch kann die Auswerteeinrichtung in ein Computersystem integriert sein, sodass der Bildschirm bzw. das Display des Computers zur Anzeige oder Darstellung genutzt werden kann.

**[0020]** Weiter bevorzugt weist die Antenne eine gerichtete Abstrahlcharakteristik auf, sodass die Antenne bevorzugt lediglich von der Wandung, welche bei Anwendung im Bereich der gerichteten Abstrahlcharakteristik beeinflusst wird. Bevorzugt wird die Antenne in andere Richtungen abgeschirmt, sodass andere Gegenstände oder Elemente in der Umgebung der Antenne, welche nicht zu der zu untersuchenden

Wandung gehören, das elektromagnetische Feld der Antenne möglichst nicht beeinflussen.

**[0021]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann die Detektorvorrichtung zumindest zwei als Sendeantennen arbeitende Antennen aufweisen, welche in definiertem Abstand zueinander angeordnet sind. Die Auswerteeinrichtung ist dabei dann so ausgestaltet, dass sie die von den Antennen rückreflektierten elektrischen Signale jeweils hinsichtlich Phase und/oder Betrag auswertet. D. h. beide Antennen, welche bevorzugt ausschließlich als Sendeantennen arbeiten, können in der vorangehend beschriebenen Weise ausgestaltet sein und die Auswerteeinrichtung wertet die rückreflektierten Signale beider Antennen in der oben beschriebenen Weise aus. So kann eine größere Genauigkeit der Detektoreinrichtung erzielt werden. Bevorzugt sind die Antennen so angeordnet, dass sie in einer Vorschub- bzw. Bewegungsrichtung der Detektoreinrichtung relativ zu einer zu untersuchenden Wandung hintereinander gelegen sind. So wird sichergestellt, dass beide Antennen nacheinander dieselben zu untersuchenden Bereiche passieren.

**[0022]** Gegenstand der Erfindung ist darüber hinaus ein Kanalrohrroboter mit einer Detektorvorrichtung, wie sie vorangehend beschrieben wurde. Ein solcher Kanalrohrroboter kann dazu verwendet werden, durch ein in ein bestehendes Kanalrohr eingezogenes Innenrohr, einen sogenannten Inliner hindurch verschlossene Anschlüsse zu erkennen. So dient dabei die Detektoreinrichtung zum Erkennen von verborgenen Strukturen in und/oder hinter einer Kanalrohrwandung, wie einem solchen Inliner. Dazu wird die Detektoreinrichtung in der Nähe der zu untersuchenden Kanalrohrwandung entlanggeführt. An dem rückreflektierten Signal der Antenne wird von der Auswerteeinrichtung eine Phasen- oder Betragsmessung vorgenommen. Im Bereich der Abzweigungen bzw. Anschlüsse in dem so sanierten Kanalrohr ändert sich das Dielektrikum stark, da sich das Material hinter dem Inliner ändert, Beton oder Steingut zu einem Hohlraum, welcher gegebenenfalls mit Wasser gefüllt sein kann. So kann dieses Verfahren genutzt werden, verdeckte Abzweige aufzufinden. Beim mehrfachen Überfahren der Kanalwandung in nebeneinanderliegenden Bahnen kann ein zweidimensionales Bild der Phasen und/oder Pegel bzw. der zugehörigen Differenzen zu einem Referenzsignal des rückreflektierten Signals erzeugt werden, in welchem sich der zu findende Abzweig als kreis- bzw. ringförmige Struktur erkennen lässt. Insbesondere ist dies auch der Fall, wenn sich hinter der Kanalinnenwandung, d. h. beispielsweise einem Inliner, Wasser befindet.

**[0023]** Der Kanalrohrroboter kann ein speziell zu dieser Untersuchung ausgebildeter Roboter sein. Es kann sich dabei jedoch auch um ein bekanntes Gerät zur Untersuchung bzw. Bearbeitung von Kanälen

handeln, in welches ein solcher Detektor zusätzlich integriert ist oder an welchem ein solcher Detektor anbringbar ist. Dabei kann der Detektor insbesondere auch im Austausch zu anderen Sensoren oder Bearbeitungswerkzeugen an dem Kanalrohrroboter anbringbar sein. Beispielsweise kann ein Fräser gegen eine beschriebene Detektoreinrichtung ausgetauscht werden. So kann mit ein und demselben Roboter zunächst die Position des zu öffnenden Abzweigs detektiert werden und anschließend kann der Detektor durch den Fräser ersetzt werden und dann mit diesem der Abzweig geöffnet werden. Bei dem Kanalrohrroboter kann es sich um ein selbstfahrendes Gerät oder auch um ein über einen Schiebestab vorschiebbares Gerät handeln. Insbesondere kann der Kanalrohrroboter eine Kamera aufweisen und/oder zur Aufnahme zumindest eines Bearbeitungswerkzeuges, wie beispielsweise eines Fräasers, vorgesehen sein.

**[0024]** Der Kanalrohrroboter weist vorzugsweise eine Wegmesseinrichtung zum Bestimmen der Position im Kanalrohr, d. h. der Position in Längsrichtung des Kanalrohres, auf. Bei dem Kanalrohrroboter kann, sofern dieser mit Rädern auf der Sohle des Kanals fährt, so z. B. zumindest ein Drehzahlsensor an einem Rad vorgesehen sein, um aus der Umdrehung des Rades den zurückgelegten Weg und damit die Wegposition in Längsrichtung des Kanalrohres zu bestimmen. Alternativ oder zusätzlich könnte eine Wegmessung auch anhand des Vorschubes eines an dem Kanalrohrroboter befestigten Kabels bestimmt werden. Dieser könnte an einer außerhalb des Kanals angeordneten Winde erfasst werden. Darüber hinaus ist bevorzugt eine Winkelmesseinrichtung vorgesehen, welche die Winkellage der Detektoreinrichtung bzw. dessen zumindest eine Antenne bzgl. der Längsachse des Kanalrohres bzw. der Vorschubrichtung des Kanalrohrroboters erfasst. Dies kann z. B. ein Drehwinkelsensor oder beispielsweise auch ein Gravitationsensor sein. So kann die geometrische Lage der Antennen und einer von der Antenne erfassten Struktur bestimmt werden. Diese wird von der Auswerteeinrichtung der aktuellen erfassten Struktur zugeordnet und vorzugsweise gemeinsam mit dieser gespeichert.

**[0025]** Weiter bevorzugt weist der Kanalrohrroboter eine Positioniereinrichtung auf, mittels welcher die Antenne relativ zu einer Kanalrohrwandung definiert positionierbar ist. Insbesondere ist die Positioniereinrichtung dabei so ausgebildet, dass die Antenne in den gewünschten Abstand zu der Kanalrohrwand gebracht werden kann. Die Positioniereinrichtung kann dabei beispielsweise der Arm eines Fräse Roboters sein, an dem die Detektorvorrichtung bzw. deren Antenne zusätzlich oder im Austausch zu dem Fräser angebracht wird. So sind keine zusätzlichen Bauteile zur Positionierung der Antennen erforderlich.

**[0026]** Die Positioniereinrichtung ist weiter bevorzugt so ausgebildet, dass mit ihr die Antenne nicht nur in einen gewünschten Abstand zur Kanalrohrwandung bringbar ist, sondern darüber hinaus auch die Winkelposition bzgl. der Mittelachse des Kanalrohres veränderbar ist, sodass Untersuchungen an verschiedenen Winkelpositionen möglich sind bzw. flächige Bereich an der Kanalrohrwandung zeilenförmig abscanbar sind.

**[0027]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann der Kanalrohrroboter zusätzlich eine Markierungseinrichtung zum Anbringen einer Markierung an einer Kanalrohrwandung aufweisen. Mit solch einer Markierungseinrichtung kann beispielsweise nach dem Auffinden einer bestimmten Struktur mit der beschriebenen Detektorvorrichtung, wie beispielsweise eines verborgenen Abzweigs die Stelle an der Innenwand des Kanalrohres bzw. eines Inliners markiert werden. Diese Markierung kann eine mechanische Markierung, wie beispielsweise Einbringen einer Kerbe oder einer farblichen Markierung sein. Zur farblichen Markierung kann beispielsweise eine Sprüh- oder Druckvorrichtung zum Aufbringen von Farbe an einer gewünschten Position an der Innenwandung des Kanalrohres vorgesehen sein.

**[0028]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung können die Detektorvorrichtung und deren Auswerteeinrichtung derart ausgebildet sein, dass sie beim Vorschub des Kanalrohrroboters entlang eines linearen Pfades die Phase und/oder den Betrag des ausgewerteten rückreflektierten Signals oder deren Differenz zu einem Referenzsignal oder zumindest eine abgeleitete Größe aufzeichnen. So kann die Auswerteeinrichtung beim Vorschub des Kanalrohrroboters entlang eines linearen Pfades parallel zur Vorschubrichtung den Signalverlauf bzw. die Änderungen des Signalverlaufes hinsichtlich Phase und/oder Betrag des rückreflektierten Signals aufzeichnen. Dieser Signalverlauf ist repräsentativ zur Struktur im Inneren der Wandung. Diese Aufzeichnung kann zur nachfolgenden genauen Positionierung eines Bearbeitungswerkzeuges genutzt werden, da die so aufgezeichneten Strukturen bei einem weiteren Durchfahren des Kanalrohres wiedererkannt werden können. So ist eine Positionierung mittels einer Kreuzkorrelation möglich. Eine solche Kreuzkorrelation ist nicht nur hinsichtlich der Phasenänderungen oder der Betragsänderungen zwischen den beiden Durchfahrten des Kanalrohres möglich. Vielmehr ist eine Kreuzkorrelation auch zwischen Phase und Betrag oder umgekehrt möglich.

**[0029]** Hierzu weist die Detektoreinrichtung weiter bevorzugt zumindest zwei definiert voneinander beabstandete Antennen auf. Bevorzugt sind die zwei Antennen in der Vorschubrichtung voneinander beabstandet, können jedoch auch quer zur Vorschubrichtung beabstandet sein. Ferner ist zu verstehen,

dass auch mehr als zwei Antennen Verwendung finden können. Durch die Verwendung von zumindest zwei Antennen kann eine höhere Genauigkeit, insbesondere bei der Kreuzkorrelation erreicht werden, da die Signalverläufe zweier Antennen, welche dieselben Strukturen der Wandung überstreichen bzw. passieren, berücksichtigt werden. Dies macht die Erfassung insbesondere bei möglichen Schwankungen der Vorschub- bzw. Verfahrgeschwindigkeit des Kanalrohrroboters genauer. Durch die Verwendung von zwei oder mehr Antennen kann darüber hinaus die Genauigkeit bei Schwankungen des Abstandes der Antennen von der Wandung bzw. Kanalrohrwandung verbessert werden.

**[0030]** Gegenstand der Erfindung ist darüber hinaus auch ein Verfahren zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen, insbesondere in Wandungen von Kanalrohren. Gemäß diesem Verfahren wird eine als Sendeantenne, insbesondere ausschließlich als Sendeantenne arbeitende Antenne mit einem periodischen elektrischen Signal beaufschlagt und in einem derartigen Abstand über die zu untersuchende Wandung bewegt, dass sich die Wandung im Nahfeldbereich der Antenne befindet, wobei das von der Antenne zurückreflektierte elektrische Signal hinsichtlich Phase und/oder Betrag ausgewertet wird, um Strukturen in der Wandung zu erkennen. Das Auswerteverfahren erfolgt dabei bevorzugt so, wie oben anhand der Vorrichtung beschrieben wurde. Durch die Anordnung der Antenne in der Weise, dass sich der zu untersuchende Gegenstand bzw. die zu untersuchende Wandung im Nahfeldbereich der Antenne befindet, wird erreicht, dass die zu untersuchende Wandung als Dielektrikum direkten Einfluss auf die elektromagnetische Resonanzstruktur der Antenne selber hat, was im rückreflektierten Signal anhand dessen Phase bzw. Betrag erkennbar ist. D. h. die Wandung und deren unterschiedlichen Strukturen führen zu Änderungen der Phase bzw. des Betrages im zurückreflektierten Signal. Das periodische Signal, das wie oben beschrieben, von einem geeigneten Oszillator erzeugt wird, kann beispielsweise ein kontinuierliches Sinussignal sein, allerdings können auch andere Signalformen, wie beispielsweise Sägezahn oder Rechteck, mit anderen Modulationen, wie beispielsweise einer Pulsmodulation, Verwendung finden. Die Antenne hat, wie oben beschrieben, bevorzugt eine leichte Fehlanpassung bezüglich des Eingangs- oder Ausgangsnetzwerkes. Besonders bevorzugt wird das rückreflektierte Signal, wie ebenfalls oben beschrieben, mit einem Referenzsignal verglichen.

**[0031]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens wird die Antenne in einem ersten Durchgang entlang einem linearen Pfad über die Wandung bewegt, insbesondere entlang der Wandung eines Kanalrohres in dessen Längsrichtung, wobei ein dabei erfasster Signalverlauf aufgezeich-

net bzw. gespeichert wird. Wenn nun zu einem späteren Zeitpunkt die Antenne in einem zweiten Durchgang entlang demselben Pfad bewegt wird, kann ein aktueller Signalverlauf erfasst werden. Die aktuelle Position der Antenne kann dann anhand der Korrelation des aktuellen mit dem gespeicherten Signalverlauf bestimmt werden. So kann in einem Kanalrohr beispielsweise die Antenne zunächst vor dem Einbringen eines Inliners entlang der Längsrichtung des Kanalrohres durch den Kanal geführt werden. Etwaige Abzweige können mithilfe einer Kamera optisch erkannt werden und es kann eine Zuordnung des Abzweigs zu dem erfassten Signalverlauf, welcher sich stetig ändert, gemacht werden. Wenn nun nach dem Einbringen des Inliners die Antenne erneut durch das Innere des Kanalrohres bewegt wird, wird wiederum derselbe Signalverlauf aufgezeichnet, welcher mit dem im ersten Durchgang erfassten Signalverlauf korreliert werden kann. Dadurch kann eindeutig eine Position in Längsrichtung des Kanalrohres wiedererkannt werden und so die Position eines Abzweiges genau wiedergefunden werden. Auch kann durch diese Korrelation eine anderweitige Längen- bzw. Positionsmessung, z. B. mittels Maßband korrigiert werden, indem eine Abweichung der zweiten von der ersten Messung anhand der Korrelation bestimmt wird.

**[0032]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der beigefügten Figuren beschrieben. In diesen zeigt:

**[0033]** Fig. 1 schematisch einen Kanalrohrroboter mit einer Detektorvorrichtung gemäß der Erfindung in einem Kanalrohr,

**[0034]** Fig. 2 schematisch die Funktion der erfindungsgemäßen Detektoreinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

**[0035]** Fig. 3 schematisch die Funktion einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

**[0036]** Fig. 4 schematisch den Verlauf eines erfassten Signals bei Untersuchung einer Kanalrohrwandung,

**[0037]** Fig. 5 schematisch ein zweidimensionales Bild des ausgewerteten Signals gemäß Fig. 4 und

**[0038]** Fig. 6 den Signalverlauf bei der Durchführung einer Kreuzkorrelation.

**[0039]** In Fig. 1 ist schematisch ein Kanalrohr **2** mit einem sich von diesem wegerstreckenden Abzweig **4** gezeigt, bei welchem es sich beispielsweise um einen Hausanschluss handeln kann, welcher in einen Hauptkanal einmündet. In das Innere des Kanalrohres **2** ist ein Inliner **6** eingezogen. Es ist zu erken-

nen, dass der so eingezogene Inliner **6** die Einmündung des Abzweiges **4** verschließt. Diese Einmündung muss somit aus dem Inneren des Kanalrohres **2** bzw. des Inliners **6** heraus wiedergefunden und dann geöffnet werden. Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, einen Kanalrohrroboter **8**, welcher in diesem Beispiel als Fahrwagen ausgebildet ist, in Längsrichtung X durch das Kanalrohr **2** zu verfahren, um die Einmündung des Abzweigs **4** in das Kanalrohr **2** mithilfe einer Detektorvorrichtung **13**, welche an dem Kanalrohrroboter **8** angeordnet bzw. in diesen integriert ist, aufzufinden. Der Kanalrohrroboter **8** ist in diesem Beispiel selbstfahrend ausgebildet. An seinem vorderen Ende trägt der Kanalrohrroboter **8** eine Kamera **10**, welche auch schwenkbar ausgebildet sein kann, um die Innenwandungen des Kanalrohres **2** begutachten zu können. Am rückseitigen Ende ist eine Versorgungsleitung **12** angeschlossen, durch welche die Energieversorgung und eine Datenübertragung von dem Kanalrohrroboter **8** zu einem außerhalb des Kanalrohres **2** angeordneten Steuerstand erfolgt. Anstelle eines Fahrwagens könnte als Kanalrohrroboter **8** auch eine mithilfe eines Schiebestabes vorschieb- bare Inspektionseinrichtung Verwendung finden.

**[0040]** Wesentlicher Bestandteil der Detektoreinrichtung **13** zum Auffinden des Abzweiges **4**, welcher eine hinter dem Inliner **6** verborgene Struktur darstellt, ist eine Antenne **14**, welche an einer Positioniereinrichtung **16** an dem Kanalrohrroboter **8** befestigt ist. Mithilfe der Positioniereinrichtung **16** kann die Antenne **14** in die Nähe der Innenwandung des Kanalrohres **2** bzw. des Inliners **6** gebracht werden. Die Positioniereinrichtung **16** kann dabei zusätzlich um die Längsachse X schwenkbar ausgebildet sein, um die Antenne **14** auch in ihrer Winkellage im Inneren des Kanalrohres positionieren zu können. Darüber hinaus kann die Positioniereinrichtung **16** dazu dienen, alternativ oder auch zusätzlich zu der Antenne **14** ein Bearbeitungswerkzeug, wie beispielsweise einen Fräser, zu tragen, mit welchem nach dem Auffinden des Abzweiges **4** in diesem Bereich der Inliner **6** geöffnet werden kann.

**[0041]** Mithilfe der Positioniereinrichtung **16** wird die Antenne **14** in solche Nähe zu dem Inliner **6** bzw. der Wandung des Kanalrohres **2** gebracht, dass die Wandung des Kanalrohres **2** mit dem darin angeordneten Inliner **6** im Nahfeldbereich der Antenne **14** liegt und als Dielektrikum einen Einfluss auf das Resonanzverhalten der Antenne **14** selber hat. In solcher unmittelbarer Nähe bilden die Wandungen des Kanalrohres **2** und des Inliners **6** somit einen Bestandteil der Antenne **14**.

**[0042]** Der grundsätzliche Aufbau der Detektoreinrichtung **13** ist in Fig. 2 gezeigt. Die Detektoreinrichtung **13** weist einen Oszillator **18** auf, welcher ein periodisches elektrisches Signal erzeugt, welches beispielsweise einen sinusförmigen Verlauf oder Recht-

eckverlauf aufweisen kann. Auch andere Signalformen sind möglich. Das von dem Oszillator **18** erzeugte Signal wird dem Resonator in Form der Antenne **14** zugeführt. Das von der Antenne **14** zurückreflektierte elektrische Signal **22**, welches der nicht von der Antenne abgestrahlten Signalleistung entspricht, wird einer Auswerteeinrichtung **20** zugeführt. Gleichzeitig wird der Auswerteeinrichtung **20** auch das von dem Oszillator **18** erzeugte Signal als Referenzsignal **24** direkt zugeführt, sodass die Auswerteeinrichtung **20** das zurückreflektierte Signal **22** mit dem von dem Oszillator **18** erzeugten Signal vergleichen kann. Die Auswerteeinrichtung nimmt dabei eine Phasen- und/oder Betragsmessung des rückreflektierten Signals vor. Durch die Art des Dielektrikums im Nahfeldbereich der Antenne **14**, welches von der Wandung des Kanalrohres **2** und dem Inliner **6** bzw. dem hinter dem Inliner **5** gelegenen Strukturen gebildet wird, ändert sich die Resonanzstruktur der Antenne, was durch Vergleich des rückreflektierten Signals **22** mit dem ursprünglichen von dem Oszillator **18** erzeugten Signal **24** erfasst werden kann. In der Auswerteeinrichtung **20** können diese beiden Signale **22** und **24** durch Differenzbildung verglichen werden. Es erfolgt eine Differenzbildung der Phasen und/oder der Amplitude der beiden Signale **22**, **24**. Dabei kann die Pegeldifferenz durch eine Subtraktion der gleichgerichteten Leistungen der Signale bestimmt werden und die Phasendifferenz durch ein Heruntermischen auf einen der Phasendifferenz proportionalen Gleichspannungspegel bestimmt werden. Die Änderung des Phasenverlaufes bzw. des Phasendifferenz und/oder der Pegeldifferenz kann ausgegeben bzw. aufgezeichnet werden und stellt Änderungen in der Struktur der Wandung des Kanalrohres **2**, welches hinter dem Inliner **6** gelegen ist, dar. So ist im Bereich des Abzweiges **4** ein Hohlraum gegeben, welcher zu einer deutlich sichtbaren Änderung im Signalverlauf führt, sodass dieser im ausgegebenen Bild des Signals deutlich von der umgebenden Wandung unterschieden werden kann.

**[0043]** Fig. 3 zeigt einen alternativen Aufbau der erfindungsgemäßen Detektoreinrichtung, in welchem eine zweite Antenne **26** vorgesehen ist. Bei dieser Anordnung wird das Ausgangssignal des Oszillators **18** beiden Antennen **14** und **26** zugeführt. Bei dieser Anordnung werden von der Auswerteeinrichtung **20** die rückreflektierten Signale **22** und **28** der beiden Antennen **14** und **26** miteinander verglichen. Die Antennen **14** und **26** können in der Vorschubrichtung V entlang der Längsachse X hintereinanderliegend angeordnet werden, sodass sie aufeinanderfolgend dieselben Bereiche der Wandung des Kanalrohres **2** überstreichen. Durch diese Anordnung kann eine höhere Genauigkeit erreicht werden. Alternativ kann die zweite Antenne **26** auch so angeordnet werden, dass deren Abstrahlverhalten nicht durch die Wandung des Kanalrohres **2** beeinflusst wird, sodass das rückreflektierte Signal **22** der Antenne **14** von

der Struktur der Wandung abhängig ist, während das rückreflektierte Signal **28** der zweiten Antenne **26** von dieser unabhängig ist. Wenn beide Antennen **14** und **26** in Vorschubrichtung hintereinanderliegend in der Nähe der Wandung des Kanalrohres **2** angeordnet sind, ist dies besonders geeignet für eine Korrelation, mit deren Hilfe eine Positionsbestimmung im Kanalrohr möglich ist, wie nachfolgend anhand von **Fig. 6** erläutert werden wird.

**[0044]** **Fig. 4** zeigt noch einmal schematisch die Wandung des Kanalrohres **2** mit dem Abzweig **4** und dem innenliegenden Inliner **6**. Oben in **Fig. 4** ist in Richtung der Längsachse X des Kanalrohres **2** aufgetragen das Ergebnis der Signalauswertung durch die Auswerteeinrichtung **20**. Hier ist ein Gleichspannungspegel U dargestellt, welcher aus der Phasen- und/oder Pegeldifferenz in der Auswerteeinrichtung **20** gebildet wurde. Es ist zu erkennen, dass es im Bereich des Abzweiges **4** einen deutlichen Anstieg des Pegels gibt, anhand dessen die Position des Abzweiges **4** hinter dem Inliner **6** erkannt werden kann.

**[0045]** Wird nun mithilfe des Kanalrohrroboters **8** und der Positioniereinrichtung **16** ein flächiger Bereich der Wandung des Kanalrohres **2** mehrfach in nebeneinanderliegenden Bahnen überfahren bzw. gescannt, können von der Auswerteeinrichtung **20** die so gebildeten Signalverläufe entlang der Längsachse X, wie er in **Fig. 4** dargestellt ist, zu einem zweidimensionalen Bild zusammengesetzt werden, wie es in **Fig. 5** gezeigt ist. Wenn in diesem Bild verschiedenen Spannungspegeln unterschiedliche Farben oder Helligkeiten zugewiesen werden, lässt sich der Ausschlag **30**, wie er in **Fig. 4** gezeigt ist, als punktförmiger Ausschlag **30'** bzw. als punktförmiges Bild **30'** erkennen, welches dem verborgenen Abzweig **4** entspricht. So kann in dem Bild der Abzweig erkannt werden. Um die Zuordnung der erfassten für die Struktur repräsentativen Signale zu der räumlichen Lage der Antenne **14** zu ermöglichen, ist der Kanalrohrroboter vorzugsweise mit einem Wegmesssystem, beispielsweise Radsensoren, welche die Drehzahl der Räder erfassen, versehen. Darüber hinaus findet weiter bevorzugt auch eine Winkelbestimmung bzgl. der Vorschubrichtung V statt, wenn die Antenne um einen Winkel um diese Achse verschwenkt wird. Dazu kann ein Drehwinkelsensor oder ein Gravitationssensor vorgesehen sein.

**[0046]** Nach Erfassung der Lage eines Abzweiges könnte die entsprechende Stelle an der Innenseite des Inliners **6** mit einer Markierungsvorrichtung an dem Kanalrohrroboter **8** markiert werden, um sie später mithilfe eines geeigneten Bearbeitungswerkzeuges, wie eines Fräasers, öffnen zu können. Alternativ könnte an dem Kanalrohrroboter **8** auch gleich ein Fräser angeordnet sein, mit welchem dann an der entsprechenden Position der Inliner **6** geöffnet wird. Eine solche direkte Anordnung des Fräasers und ein

solches direktes Auffräsen hätte jedoch den Nachteil, dass die Antenne **14** einer gewissen Verschmutzung und Benetzung mit Wasser ausgesetzt ist, was das Messergebnis beeinträchtigen könnte. Insofern ist es vorteilhaft, die zu öffnende Stelle lediglich zu markieren und in einem späteren Durchlauf die erforderlichen Bearbeitungen durchzuführen, wobei gegebenenfalls derselbe Kanalrohrroboter **8** verwendet werden könnte, wenn die Antenne **14** bzw. die Detektorvorrichtung **13** durch ein entsprechendes Bearbeitungswerkzeug an der Positioniereinrichtung **16** ausgetauscht wird.

**[0047]** Anstatt mithilfe der Detektorvorrichtung **13** eine verborgene Struktur wie den Abzweig **4** hinter dem Inliner **6** aufzufinden, kann die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung **13** auch dazu genutzt werden, eine genaue Positionsbestimmung im Kanalrohr mithilfe einer Kreuzkorrelation durchzuführen, wie sie anhand von **Fig. 6** erläutert wird. So kann der Kanalrohrroboter **8** mit der Antenne **14** und gegebenenfalls den Antennen **14** und **26** in einem ersten Durchgang in der Längsrichtung X durch das Kanalrohr **2** bewegt werden und es können dabei die Phasendifferenz zwischen den Signalen **22** und **24** bzw. den Signalen **22** und **28** und/oder eine Pegeldifferenz **34** über den Vorschubweg aufgezeichnet werden. Es ergibt sich so für jede Position im Kanalrohr ein charakteristisches Bild, da sich die Struktur der Wandung des Kanalrohres **2** an jeder Stelle geringfügig unterscheidet.

**[0048]** Ein solcher erster Durchlauf kann vor dem Einziehen des Inliners **6** in das Kanalrohr **2** gemacht werden. In diesem Durchlauf kann mithilfe der Kamera **10** der Abzweig **4** lokalisiert werden und die Position in Richtung der Längsachse X durch ein entsprechendes Wegmesssystem in dem Kanalrohrroboter **8** oder mithilfe eines Maßbandes bestimmt werden. Wenn nun nach dem Einziehen des Inliners **6** der Kanalrohrroboter **8** erneut in Richtung der Längsachse X durch das Kanalrohr **2** verfahren wird und dabei die Detektoreinrichtung **13** mit der Antenne **14** entlang desselben linearen Pfades im Kanalrohr bewegt wird, beispielsweise entlang der Scheitellinie des Kanalrohres **2**, so wird derselbe Signalverlauf wie in dem ersten Durchgang aufgenommen werden. Dies ist in **Fig. 6** in der Mitte dargestellt. Dort ist der Verlauf der Phasendifferenz **36** über dem Vorschubweg in dem zweiten Durchlauf aufgezeichnet. Es ist zu erkennen, dass der Phasenverlauf **36** identisch zu dem Verlauf der Phasendifferenz **32** ist, lediglich um ein bestimmtes Maß a, hier etwa 10 cm, verschoben. Hieran lässt sich erkennen, dass die Wegmessung im zweiten Durchlauf von der Wegmessung im ersten Durchlauf um dieses bestimmte Maß a, nämlich etwa 10 cm, abweicht. Wenn die Wegmessung nun um dieses Maß a korrigiert wird, lässt sich entsprechend auch die Position des Abzweiges **4** genau wieder bestimmen, sodass an dieser Position dann der Inliner

**6** geöffnet werden kann. D. h. durch diese Kreuzkorrelation ist ein Messfehler bei der Wegmessung so korrigierbar, dass die Position des Abzweiges, welche vor dem Einbringen des Inliners **6** ermittelt wurde, mit großer Genauigkeit wiedergefunden werden kann. Für die Kreuzkorrelation eignet sich besonders die in **Fig. 3** gezeigte Anordnung mit zwei Antennen.

**[0049]** Es ist zu verstehen, dass das vorangehend beschriebene Verfahren nicht nur zum Erkennen verborgener Strukturen in der Wandung eines Kanalrohres Verwendung finden kann, auch wenn es für diesen Zweck besonders geeignet ist. Mit diesem Verfahren lassen sich auch in anderen Wandungen oder Wänden verborgene Strukturen, wie Hohlräume oder Leitungen, Tragelemente etc. auffinden und exakt lokalisieren. Darüber hinaus ermöglicht dieses Verfahren auch eine Messung bzw. Lokalisierung durch Wasserschichten hindurch, was wiederum im Kanalrohr von Vorteil ist, da sich möglicherweise zwischen der Wandung des Kanalrohres **2** und dem Inliner **6** Wasser befinden kann.

#### Bezugszeichenliste

<b>2</b>	Kanalrohr
<b>4</b>	Abzweig
<b>6</b>	Inliner
<b>8</b>	Kanalrohrroboter
<b>10</b>	Kamera
<b>12</b>	Versorgungsleitung
<b>13</b>	Detektorvorrichtung
<b>14</b>	Antenne
<b>16</b>	Positioniereinrichtung
<b>18</b>	Oszillator
<b>20</b>	Auswerteeinrichtung
<b>22</b>	rückreflektiertes Signal
<b>24</b>	ursprüngliches Signal
<b>26</b>	Antenne
<b>28</b>	rückreflektiertes Signal
<b>30, 30'</b>	Ausschlag
<b>32</b>	Phasendifferenz
<b>34</b>	Pegeldifferenz
<b>36</b>	Phasendifferenz
<b>a</b>	Maß
<b>V</b>	Vorschubrichtung
<b>U</b>	Gleichspannungspegel
<b>X</b>	Längsachse des Kanalrohres

#### Patentansprüche

1. Detektorvorrichtung zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen, mit zumindest einer als Sendeantenne arbeitenden Antenne (**14**), einem Oszillator (**18**), welcher ein elektrisches Signal erzeugt und elektrisch mit der Antenne (**14**) verbunden ist, sowie einer Auswerteeinrichtung (**20**), welche derart ausgebildet ist, dass sie das von der Antenne (**14**) rück-

reflektierte elektrische Signal (**22**) hinsichtlich Phase und/oder Betrag auswertet.

2. Detektorvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Auswerteeinrichtung (**20**) derart ausgebildet ist, dass sie das rückreflektierte elektrische Signal (**22**) mit einem Referenzsignal (**24**) vergleicht.

3. Detektorvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher als Referenzsignal (**24**) das von dem Oszillator (**18**) erzeugte Signal dient.

4. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Oszillator (**18**) ein sinus-, rechteck- oder sägezahnförmiges Signal erzeugt.

5. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Oszillator (**18**) ein Signal im Frequenzbereich zwischen 2 GHz und 3 GHz, bevorzugt zwischen 2,3 GHz und 2,5 GHz, erzeugt.

6. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Antenne (**14**) eine Resonanzfrequenz aufweist, welche verschieden von der Frequenz des von dem Oszillator erzeugten Signals ist, und/oder die Antenne eine Fehlanpassung hinsichtlich ihrer Impedanz aufweist.

7. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Antenne (**14**) zur Positionierung in derartiger Nähe zu der Wandung (**2**) ausgebildet ist, dass die Wandung (**2**) im Nahfeldbereich oder im Übergangsbereich zum Fernfeld der Antenne (**14**) gelegen ist.

8. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Antenne (**14**) an einer Verfahreinrichtung (**8**) angeordnet ist, mittels welcher die Antenne (**14**) entlang einer zu untersuchenden Wandung (**2**) definiert, insbesondere in Bahnen bewegbar, ist.

9. Detektorvorrichtung nach Anspruch 8, bei welcher die Auswerteeinrichtung und die Verfahreinrichtung (**8**) derart ausgestaltet sind, dass ein zu untersuchender Bereich einer Wandung (**2**) von der Antenne (**14**) in Form von nebeneinanderliegenden Bahnen überfahrbar ist, wobei die Auswerteeinrichtung (**20**) die Phase und/oder den Betrag des dabei ausgewerteten Signals als zweidimensionales Bild darstellt.

10. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Auswerteeinrichtung (**20**) zur Darstellung der Phase und/oder des Betrages des ausgewerteten Signals auf einer Anzeigeeinrichtung ausgebildet ist.

11. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Antenne (14) eine gerichtete Abstrahlcharakteristik aufweist.

12. Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher zwei derartige als Sendeantennen arbeitenden Antennen (14, 26) in definiertem Abstand zueinander angeordnet sind und die Auswerteeinrichtung (20) derart ausgestaltet ist, dass sie die von den Antennen (14, 26) rückreflektierten elektrischen Signale (22, 28) hinsichtlich Phase und/oder Betrag auswertet.

13. Kanalrohrroboter mit einer Detektorvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Detektoreinrichtung (13) zum Erkennen von verborgenen Strukturen in und/oder hinter einer Kanalrohrwandung (2) ausgebildet ist.

14. Kanalrohrroboter nach Anspruch 13, welcher eine Positioniereinrichtung (16) aufweist, mittels welcher die Antenne relativ zu einer Kanalrohrwandung (2) definiert positionierbar ist.

15. Kanalrohrroboter nach Anspruch 13 oder 14, welcher zumindest eine Kamera (10) aufweist und/oder zur Aufnahme zumindest eines Bearbeitungswerkzeuges vorgesehen ist.

16. Kanalrohrroboter nach einem der Ansprüche 13 bis 15, welcher zumindest eine Markierungseinrichtung zum Anbringen einer Markierung an einer Kanalrohrwandung (2) aufweist.

17. Kanalrohrroboter nach einem der Ansprüche 13 bis 16, bei welchem die Detektorvorrichtung (13) und deren Auswerteeinrichtung (20) derart ausgebildet sind, dass sie beim Vorschub des Kanalrohrroboters (8) entlang eines linearen Pfades (X) die Phase und/oder den Betrag des ausgewerteten rückreflektierten Signals (22) oder zumindest eine von diesen abgeleitete Größe aufzeichnen.

18. Kanalrohrroboter nach Anspruch 17, bei welchem die Detektoreinrichtung zumindest zwei definiert voneinander beabstandete Antennen (14, 26) aufweist.

19. Kanalrohrroboter nach einem der Ansprüche 13 bis 18, welcher eine Wegmesseinrichtung zum Bestimmen der Position im Kanalrohr und/oder eine Winkelmesseinrichtung zum Bestimmen der Winkel Lage der zumindest einen Antenne (14) aufweist.

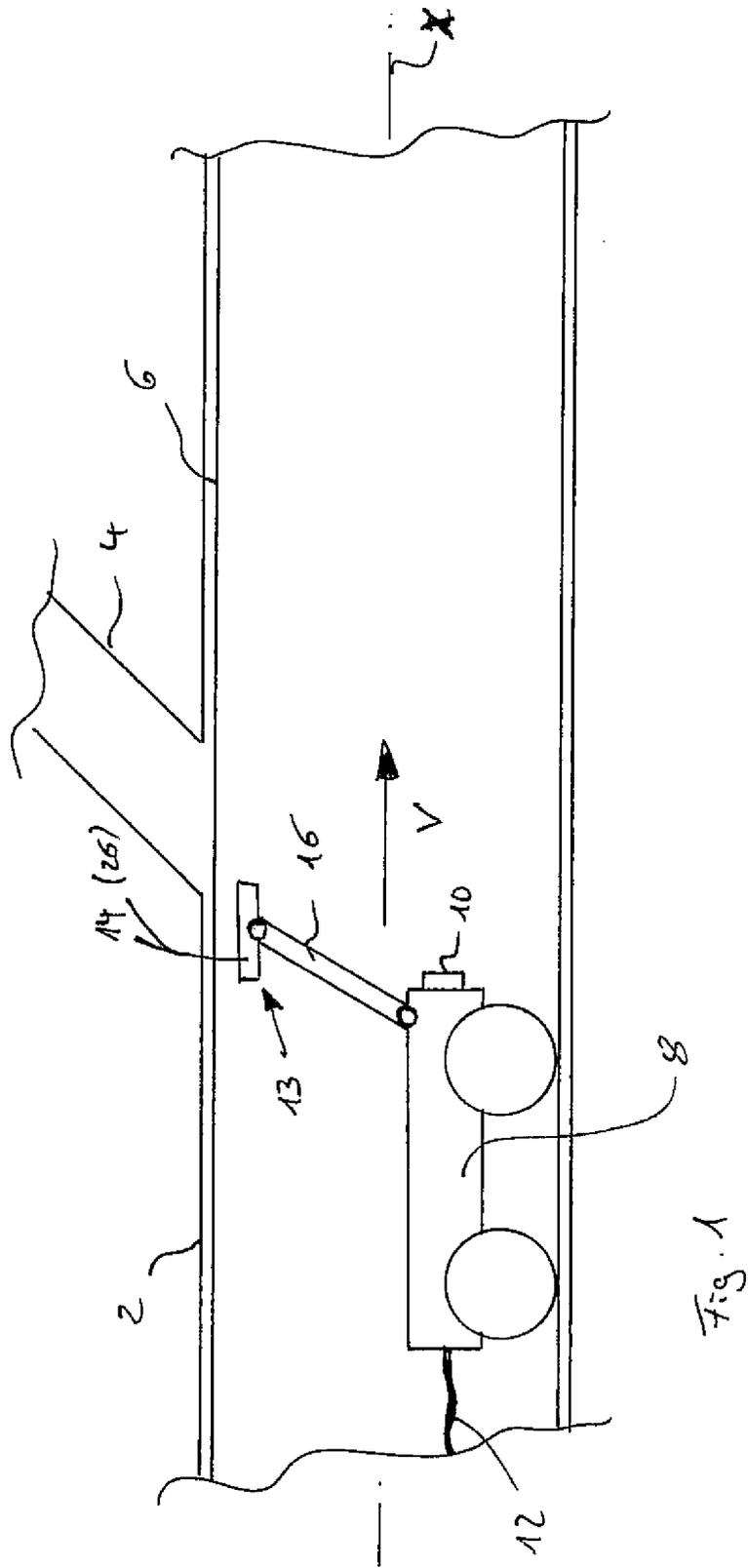
20. Verfahren zum Erkennen von verborgenen Strukturen in Wandungen, bei welchem eine als Sendeantenne arbeitende Antenne (14) mit einem periodischen elektrischen Signal beaufschlagt und in einem derartigen Abstand über die zu untersuchende Wandung (2) bewegt wird, dass sich die Wandung (2)

im Nahfeldbereich oder im Übergangsbereich zum Fernfeld der Antenne (14) befindet, wobei das von der Antenne (14) rückreflektierte elektrische Signal (22) hinsichtlich Phase und/oder Betrag ausgewertet wird, um Strukturen in der Wandung (2) zu erkennen.

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei welchem die Antenne in einem ersten Durchgang entlang einem linearen Pfad über die Wandung (2) bewegt wird, wobei ein dabei erfasster Signalverlauf (32) gespeichert wird, und zu einem späteren Zeitpunkt die Antenne (14) in einem zweiten Durchgang entlang des Pfades bewegt wird, wobei ein aktueller Signalverlauf (36) erfasst wird und eine aktuelle Position der Antenne (14) anhand der Korrelation des aktuellen mit dem gespeicherten Signalverlauf bestimmt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



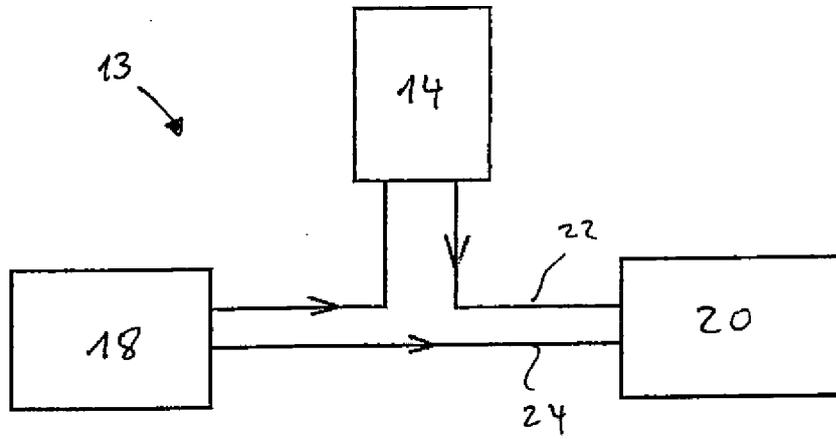


Fig. 2

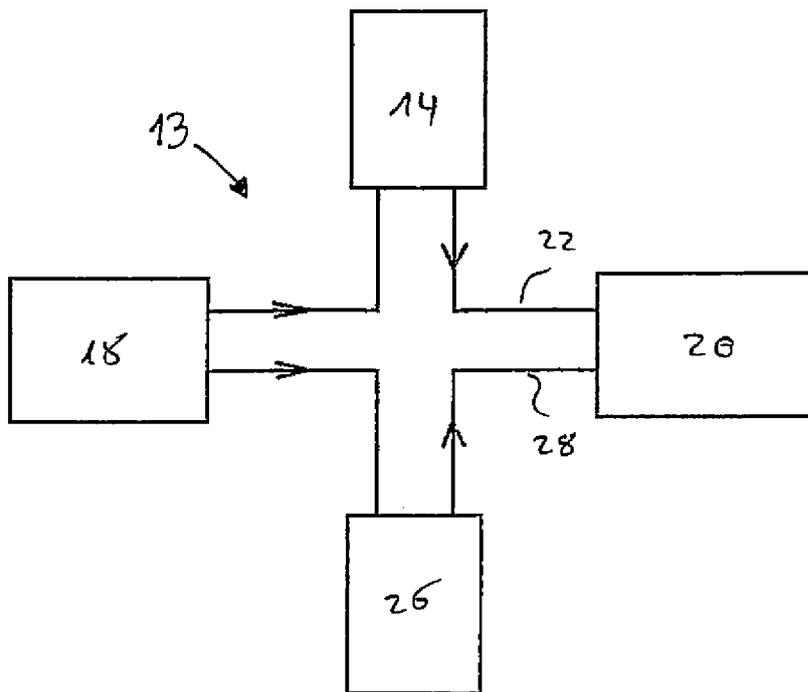


Fig. 3

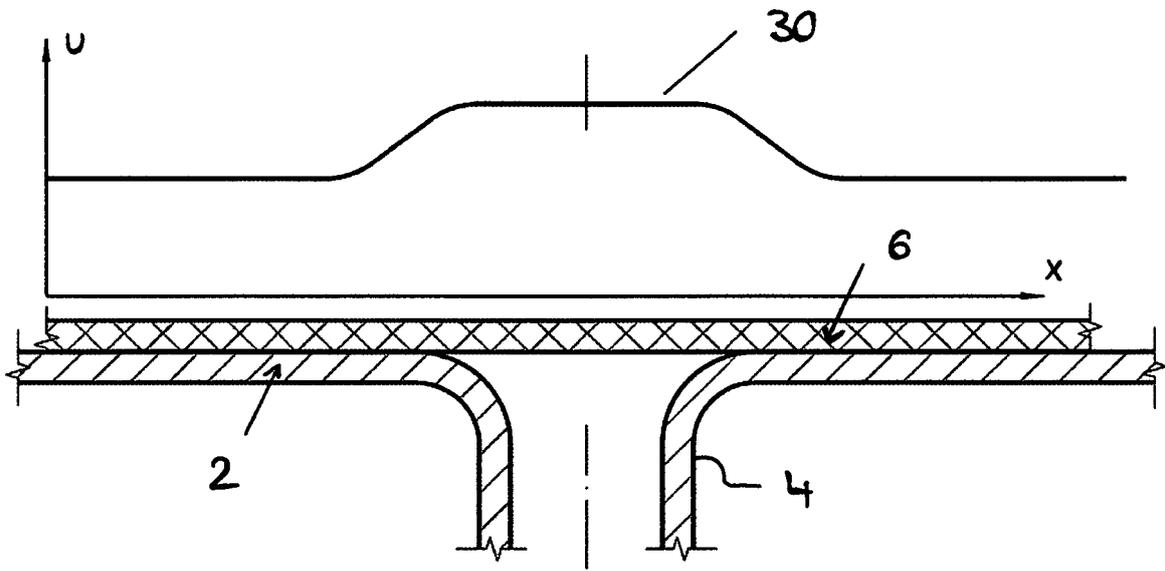


Fig. 4

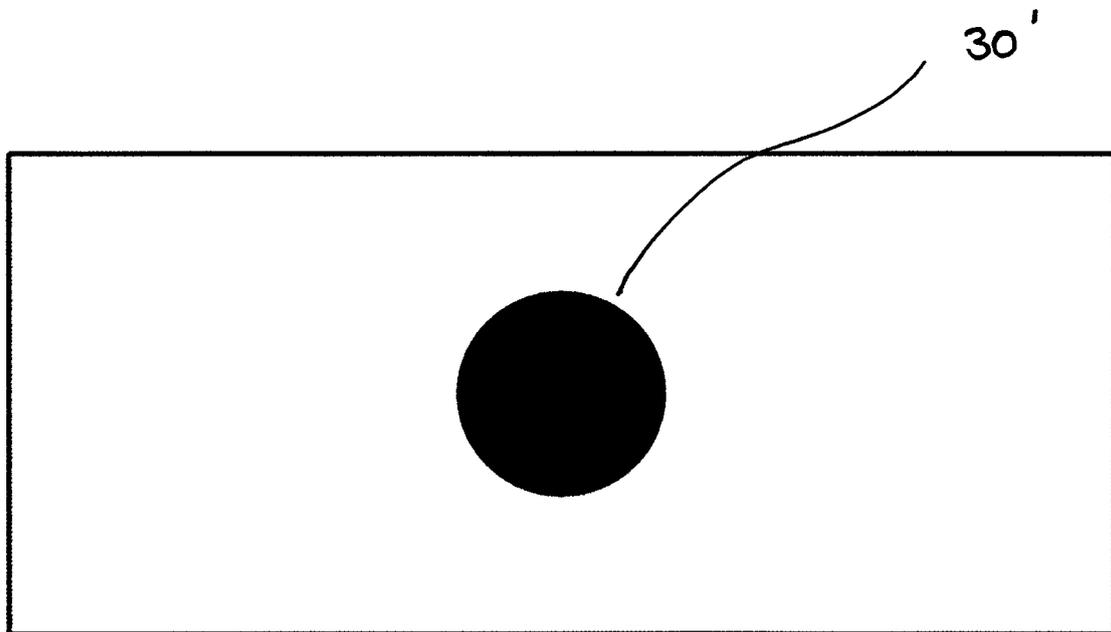


Fig. 5

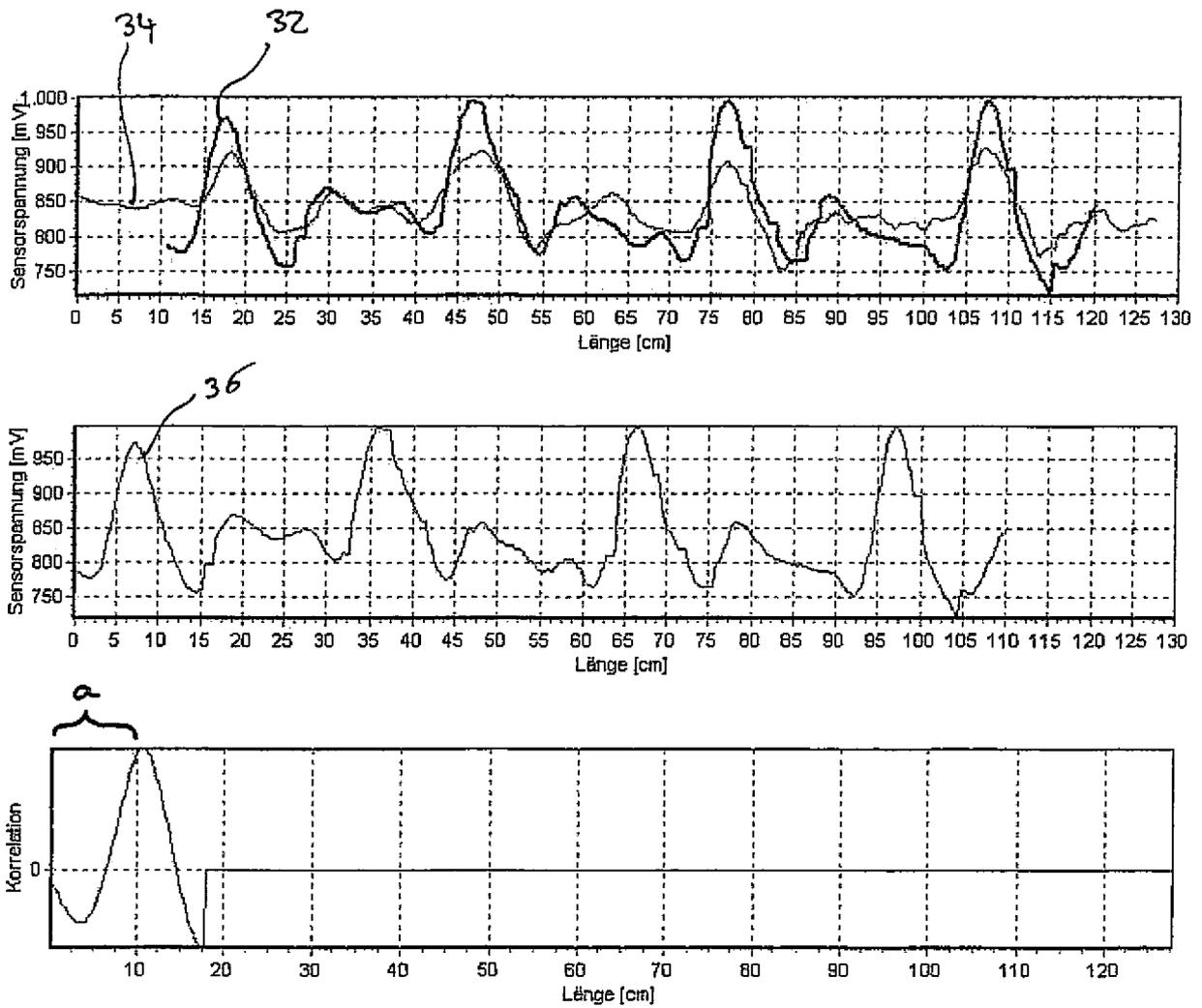


Fig. 6