



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27. 10. 1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 292 710 A5

5(51) G 01 M 3/00  
F 17 D 5/02  
G 21 C 17/017

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 M / 326 068 8 (22) 28.02.89 (44) 08.08.91

- (71) Technische Hochschule Zittau, Theodor-Körner-Allee 16, O - 8800 Zittau, DE  
(72) Hampel, Rainer, Prof. Dr. sc. techn.; Rademacher, Helmut, Dr.-Ing.; Reichenbach, Alexandra, Dipl.-Ing.;  
Worlitz, Frank, Dipl.-Ing.; Gärtner, Steffen; Korschill, Dieter, Dipl.-Ing.; Höll, Günther, Dipl.-Ing.; Thurow,  
Eberhard, Dipl.-Ing.; Töpfer, Werner, Dipl.-Ing.; Berthel, Detlef, Dipl.-Ing., DE  
(73) Technische Hochschule Zittau, O-8800 Zittau; Kernkraftwerke „Bruno Leuschner“; O-2200 Greifswald, DE

(54) Hochempfindliches System zur Leckortung gefährdeter Rohrleitungen

(55) Kernkraftwerk; hochempfindliche Systeme; Leckortung; gefährdete Rohrleitungen; Wasserdampf; wässrige  
Lösungen; Dämpfe; Gasfeuchtemessung; Kammer; Ansprechempfindlichkeit; Auftrieb; Grenzwertsignalisierung  
(57) Die Erfindung betrifft ein hochempfindliches System zur Leckortung gefährdeter Rohrleitungen nach dem Prinzip  
der Gasfeuchtemessung. Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein hochempfindliches, zuverlässiges und  
kostengünstiges System zur Leckortung an Rohrleitungen zur Verfügung zu haben, welches schon kleinste Lecks, in  
der Größenordnung von wenigen cm<sup>3</sup> absolut, in Form von Wasser, Wasserdampf, wässriger Lösungen oder deren  
Dämpfe detektiert. Die Aufgabe wird gelöst, indem der auf Lecks zu untersuchende Rohrabschnitt mit Hilfe einer  
Ummantelung und Trennwänden von einer bestimmten Anzahl von Kammern umgeben ist, von denen die Leckmenge  
aufgenommen wird und eine Erhöhung der Gasfeuchte und eine Gasvolumenvergrößerung zur Folge hat. Durch die  
Gasvolumenvergrößerung und den thermodynamisch bedingten Auftrieb strömt das nun feuchtere Gas durch einen  
Austrittskanal, in welchem der empfindliche Teil eines Feuchtefühlers positioniert ist, in die Umgebung. Das durch  
den Feuchtefühler gewonnene Signal kann zur Anzeige, zur Grenzwertsignalisierung und zur Auswertung mittels  
Rechner zum Beispiel in bezug auf die Änderungsgeschwindigkeit der Gasfeuchte, die absolute Größe und die  
Grenzwertsignalisierung genutzt werden.

### Patentansprüche:

1. Hoheempfindliches System zur Leckortung gefährdeter Rohrleitungen, durch welche Wasser, Wasserdampf, wäßrige Lösungen oder deren Dämpfe strömen, nach dem Prinzip der Gasfeuchtemessung, **gekennzeichnet dadurch**, daß die gefährdete Rohrleitung mit einer Ummantelung so umgeben ist, daß unter Berücksichtigung der Rohrlänge und der Rohrfigur mittels Trennwände eine bestimmte Zahl von Kammern um die Rohrleitung entstehen, deren Volumina besonders durch eine geringe Durchmesserdifferenz zwischen Rohraußen- und Kammerdurchmesser im Interesse einer schnellen Ansprechempfindlichkeit möglichst klein gestaltet werden, wobei die in die Kammer jeweils eintretende Leckmenge in Abhängigkeit von den Rohrwand- und Kammertemperaturen und der Größe der Leckmengen zu einer entsprechenden Erhöhung der Gasfeuchte in den Kammern führt, die unter Nutzung der Gasvolumenvergrößerung und des natürlichen Auftriebes des feuchten Gases mittels Feuchtefühler in einem Austrittskanal zwischen Kammer und Umgebung gemessen wird, wobei der Austrittskanal den empfindlichen Teil des Feuchtefühlers aufnimmt, dessen Eintauchtiefe den jeweiligen Prozeßparametern angepaßt werden kann und so dimensioniert ist, daß eine optimale Beaufschlagung desselben erfolgt und gleichzeitig ein Druckausgleich zwischen Kammer und Umgebung erfolgen kann, wobei die gemessene Gasfeuchte angezeigt und/oder mit Hilfe eines Rechners ausgewertet werden kann und/oder eine Grenzwertsignalisierung erfolgt.
2. Hoheempfindliches System zur Leckortung gefährdeter Rohrleitungen nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Aufteilung der Gesamtstrecke mit dem Ziel der eindeutigen Beaufschlagung der Feuchtefühler zur Nutzung des thermodynamischen Auftriebes des feuchten Gases vorzugsweise in horizontale und vertikale Kammern erfolgt, wobei die Austrittskanäle mit den Feuchtefühlern an den horizontalen Kammern auf der Oberseite derselben, bei Kammern mit Anstieg auf der Oberseite derselben in einem geringen Abstand von der Trennwand der anschließend höher gelegenen Kammer, an den vertikalen Kammern und an vertikalen Kammern und an Kammern mit einem horizontalen und vertikalen Abschnitt in einem geringen Abstand von der Trennwand der anschließenden vertikalen Kammer und bei mehreren Fühlern an einer Kammer, die Fühler am horizontalen und ansteigenden Abschnitt unmittelbar nebeneinander in Reihe und am vertikalen Abschnitt unmittelbar nebeneinander, aber radial in gleicher Höhe, angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Das hoheempfindliche System zur Leckortung gefährdeter Rohrleitungen kann überall dort eingesetzt werden, wo Lecks ganz allgemein, aus Gründen der technischen und nuklearen Sicherheit und des Arbeitsschutzes nachgewiesen werden müssen oder sollen; besonders an nicht absperrbaren Rohrabschnitten des ersten Kreislaufes in Kernkraftwerken, wobei die Haarrißdetektierung an Schweißnähten im Bereich von Krümmern und Armaturen einen Schwerpunkt mit darstellt.

### Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zur Leckbestimmung an unter Druck stehenden Rohrleitungen sind Verfahren bekannt, bei denen meist die in die Isolierung der Rohrleitungen eindringende Feuchtigkeit auf elektrischem Wege – Widerstandsänderung der in der Isolierung eingebetteten Geber – gemessen wird. In DD OS 2550 940 wird zu diesem Zweck in bestimmten Abständen entlang der Rohrleitung saugfähiges elektrisch isolierendes Material in die Rohrleitungsisolierung eingebracht, welches bei Feuchtigkeitsaufnahme seinen Widerstand ändert. Eine analoge Lösung, aber mit anderen Widerstandsgebern, wird in F 17 d 224093 vorgeschlagen. Diese Lösungen sind zum Beispiel zur Leckkontrolle an Rohrleitungen des 1. Kreislaufes in Kernkraftwerken im Interesse der nuklearen Sicherheit nicht besonders geeignet, weil relativ große Leckmengen für die Detektion erforderlich sind. In DE 3246227 wird ein Rohrbruchererkennungssystem für Rohrleitungen mit unter hohem Druck und hoher Temperatur stehenden und aggressiven Medien beschrieben. Bei dieser Lösung sind die Kontrollräume so abzudichten, daß unter anderem der Druckaufbau bei Eintritt eines Lecks in diesem manometrisch gemessen werden kann. Diese Abdichtung ist technologisch relativ aufwendig und kostengünstig.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein hoheempfindliches, zuverlässiges und kostengünstiges System zur Leckortung an Rohrleitungen zur Verfügung zu haben, welches schon kleinste Lecks, in Größenordnungen von wenigen cm<sup>3</sup> absolut, in Form von Wasser, Wasserdampf, wäßrigen Lösungen oder deren Dämpfe besonders in Kernkraftwerken detektiert.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, schon kleinste Lecks von wenigen  $\text{cm}^3$  absolut an Rohrleitungen zu detektieren, in denen Wasser, Wasserdampf, wäßrige Lösungen und deren Dämpfe strömen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Rohrleitung mit einer Ummantelung versehen wird, die unter Berücksichtigung der Rohrlänge und der Rohrfigur mittels Trennwänden in eine Anzahl von Einzelkammern getrennt ist. Die Kammervolumina sind besonders durch die kleinen Durchmesserunterschiede zwischen Rohraußen- und Kammermanteldurchmesser klein zu gestalten, damit schon kleinste absolute Leckmengen zu einer hohen relativen Gasfeuchte in den Kammern führen. An jeder Kammer ist ein Austrittskanal zur Umgebung vorhanden, der bei horizontalen und ansteigenden Kammern auf der Oberseite derselben in einem geringen Abstand von der Trennwand der anschließend höher gelegenen Kammer und bei vertikalen Kammern in einer geringen Entfernung von der Trennwand zur darüber liegenden vertikalen Kammer angeordnet ist.

Bei Eintritt eines Lecks stellt sich in Abhängigkeit von der Leckmenge, dem Kammervolumen und der Rohrwand- bzw. Kammertemperatur eine thermodynamisch bedingte Erhöhung der Gasfeuchte, verbunden mit einer Gasvolumenzunahme, ein. Diese Volumenzunahme und die Nutzung des thermodynamischen Auftriebs, unterstützt durch die Anordnung der Austrittskanäle, des nun relativ feuchteren Gases verursachen eine Strömung desselben durch den Austrittskanal in die Umgebung. Im Austrittskanal ist der empfindliche Teil des Feuchtefühlers so positioniert, daß dieser vom ausströmenden Gas optimal beaufschlagt wird und hierbei gleichzeitig ein Druckausgleich zwischen Kammer und Umgebung erfolgt. Die Eintauchtiefe des empfindlichen Teiles des Feuchtefühlers kann dabei den jeweiligen Prozessparametern im Interesse einer Standzeitverlängerung der Feuchtefühler angepaßt werden.

Das so gewonnene Signal der Gasfeuchte kann zur Anzeige gebracht und/oder mittels Rechner ausgewertet werden und/oder der Grenzwertsignalisierung dienen.

Notwendige oder erforderliche Wärmeisolierung umschließen die Kammerummantelung.

### **Ausführungsbeispiel**

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die Figur 1 zeigt die prinzipielle Gestaltung des hochempfindlichen Systems zur Leckortung gefährdeter Rohrleitungen. Die Anordnung der Austrittskanäle mit den Feuchtefühlern 6 an der vertikalen Kammer 3, an der Kammer 4 mit einem horizontalen und einem vertikalen Rohrabschnitt und an der horizontalen Kammer 5 ist ebenfalls in der Figur 1 dargestellt.

Bei Eintritt eines Lecks, auch schon in der Entstehungsphase zum Beispiel Haarrißbildung an einer Schweißnaht, erhöht sich die Gasfeuchte in der jeweiligen Kammer entsprechend der Größe der Leckmenge, Rohrwand- bzw. Kammertemperaturen und der Größe des Kammervolumens bei gleichzeitiger Gasvolumenvergrößerung. Die Gasvolumenvergrößerung und der thermodynamisch bedingte Auftrieb des nun feuchteren Gases verursachen eine Strömung von der Kammer über den Austrittskanal mit Feuchtefühler 6 in die Umgebung. Dabei wird der Feuchtefühler mit feuchterem Gas als vor Eintritt des Lecks beaufschlagt und auf diese Weise die Zunahme der Gasfeuchte und ihre Größe selbst erfaßt und somit ein Leck auch größenmäßig erkannt. An dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel nach Figur 1 können bei Kammervolumina von ca.  $10 \text{ dm}^3$  und Kammertemperaturen von rund  $30^\circ\text{C}$  schon absolute Leckmengen von  $2 \text{ cm}^3$  eindeutig detektiert werden. Trennwänden von einer bestimmten Anzahl von Kammern umgeben ist, von denen die Leckmenge aufgenommen wird und eine Erhöhung der Gasfeuchte und eine Gasvolumenvergrößerung zur Folge hat. Durch die Gasvolumenvergrößerung und den thermodynamisch bedingten Auftrieb strömt das nun feuchtere Gas durch einen Austrittskanal, in welchem der empfindliche Teil eines Feuchtefühlers positioniert ist, in die Umgebung. Das durch den Feuchtefühler gewonnene Signal kann zur Anzeige, zur Grenzwertsignalisierung und zur Auswertung mittels Rechner zum Beispiel in Bezug auf die Änderungsgeschwindigkeit der Gasfeuchte, die absolute Größe und die Grenzwertsignalisierung genutzt werden.

Figure 1

