



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 667 507 A5

⑤ Int. Cl. 4: F 16 L 59/14  
F 17 D 1/08

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 1297/85

㉓ Inhaber:  
Kabelwerke Brugg AG, Brugg AG

㉒ Anmeldungsdatum: 25.03.1985

㉔ Erfinder:  
Uehlinger, Kurt, Winznau

㉔ Patent erteilt: 14.10.1988

㉕ Patentschrift  
veröffentlicht: 14.10.1988

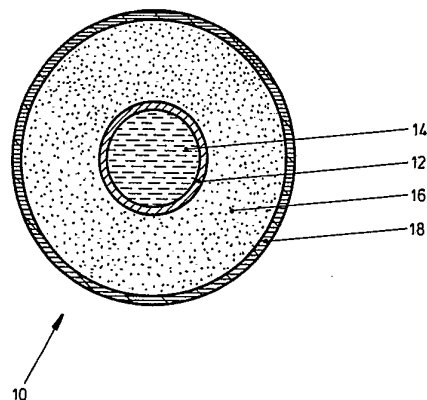
㉖ Vertreter:  
H. Breiter AG, Winterthur

⑤④ **Vorspannfreie erdverlegte Fernwärmeleitung.**

⑤⑦ Die erdverlegte Fernwärmeleitung für heisse Medien, insbesondere für Heisswasser von 100 - 130 °C, besteht aus Verbundmantelrohren (10). Ein druckfestes, schweisbares Innenrohr (12) für die Medienführung, mindestens eine Schicht aus steifem, wärmeisolierendem Material (16) und ein Aussenrohr (18) aus Kunststoff sind kraftschlüssig miteinander verbunden.

Das medienführende Innenrohr (12) besteht aus einem hochfesten Stahl, und die Verbundmantelrohre (10) für die Fernwärmeleitung sind über unbegrenzt lange Strecken in gerader Linie verlegt.

So sind weder systembedingte Richtungsänderungen, noch Axial-Kompensatoren, noch ein Vorspannen notwendig.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Erdverlegte Fernwärmeleitung für heisse Medien, insbesondere für Heisswasser von 100–130°C, aus Verbundmantelrohren (10), die aus einem druckfesten, schweisbaren Innenrohr (12) für die Medienführung, mindestens einer Schicht aus steifem, wärmeisolierendem Material (16) und einem Aussenrohr (18) aus Kunststoff bestehen, wobei das wärmeisolierende Material (16) das Innen- (12) und Aussenrohr (18) kraftschlüssig verbindet, dadurch gekennzeichnet, dass das medienführende Innenrohr (12) aus einem hochfesten Stahl besteht, und die Verbundmantelrohre (10) für die Fernwärmeleitung über unbegrenzt lange Strecken in gerader Linie verlegt sind.

2. Fernwärmeleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (12) aus einem Feinkornbaustahl, vorzugsweise nach DIN WStE 51, 420 oder 460 bzw. StE 690, besteht.

3. Fernwärmeleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (12) aus einem unlegierten oder niedriglegierten, geschweissten, ferritischen Stahl nach DIN 1626 besteht.

4. Fernwärmeleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (12) aus einem unlegierten oder niedriglegierten, nahtlosen, ferritischen Stahl nach DIN 1629 besteht.

5. Fernwärmeleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (12) aus einem unlegierten oder niedriglegierten, nahtlosen, ferritischen, warmfesten Stahl, vorzugsweise St 35.8 oder St 45.8 nach DIN 17 175, besteht.

6. Fernwärmeleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (12) aus einem gegen Druckwasserstoff beständigen Rohrstaahl, vorzugsweise 25CrMo4 oder 24CrMo10, besteht.

7. Fernwärmeleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (12) aus einem nichtrostenden und säurebeständigen, austenitischen Rohrstaahl, vorzugsweise X10CrNiTi 18 9 oder X2CrNiMo 18 10 nach DIN 17 440, besteht.

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine erdverlegte Fernwärmeleitung für heisse Medien, insbesondere für Heisswasser von 100–130°C, aus Verbundmantelrohren, die aus einem druckfesten, schweisbaren Innenrohr für die Medienführung, mindestens einer Schicht aus steifem, wärmeisolierendem Material und einem Aussenrohr aus Kunststoff bestehen, wobei das wärmeisolierende Material das Innen- und Aussenrohr kraftschlüssig verbindet.

Bekannte Fernwärmeleitungen haben ein medienführendes Innenrohr aus Stahl, beispielsweise aus St 35 oder St 37.2. Die Innenrohre von Verbundmantelrohren mit normalerweise 6, 9 und 12 m Standardlänge werden zusammengeschweisst. Die Nennweiten der mediumführenden Innenrohre liegen, je nach Kapazität der Leitungen, zweckmässig im Bereich von DN 20 – DN 1000.

Der kraftschlüssige Verbund zwischen dem medienführenden Innen- und dem Aussenrohr wird bevorzugt durch eine Schicht von ausgeschäumtem, steifem Kunststoff, z.B. auf der Basis von Polyurethan oder Polyäthylen, hergestellt. Die Isolationsschicht aus Kunststoff-Hartschaum wird in der Praxis meist im Werk erzeugt. Neben einem der erwähnten Hartschäume aus Kunststoff kann auch Schaumglas als zusätzliche, vorzugsweise innere Isolationsschicht eingesetzt werden, wie dies beispielsweise in der DE-OS 2 546 882 beschrieben ist.

Für den Aussenmantel des Verbundmantelrohrs wird in erster Linie Polyäthylen (PE), insbesondere PE hart, eingesetzt. Für die Verlegung der in das Erdreich eingebetteten Fernwärmeleitung wird ein Rohrgraben ausgehoben und dann die Rohrleitung eingelegt. Dann wird der Graben vorerst mit Sand, nachher mit dem Aushubmaterial gefüllt und dieses verdichtet. Die Verlegetiefe hängt im wesentlichen von zwei Faktoren ab:

- Vom Verlauf der Trasse. Beispielsweise unter einer Strasse wird die Verlegetiefe vergrössert, damit die Aufschüttung über der Rohrleitung einen Teil der Belastung abfängt.
- Der Festigkeit der Rohrleitung. Eine Rohrleitung mit einer höheren Scheiteldruckfestigkeit kann einen höheren Erddruck aufnehmen. Den in der Regel höheren Materialkosten stehen eine geringere Verlegetiefe und damit geringere Verlegekosten gegenüber.

Eine erdverlegte Fernwärmeleitung wird üblicherweise bei Temperaturen zwischen 0 und 20°C zusammengefügt. Bei der Aufnahme des heissen Mediums erhitzen sich die Innenrohre und dehnen sich in Längsrichtung aus. Dies erfolgt nach der wohlbekannten Formel

$$\Delta l = \Delta T \cdot \alpha \cdot L,$$

wobei  $\Delta l$  die Wärmedehnung,  $\Delta T$  die Temperaturdifferenz zwischen dem heissen Medium und der Montagetemperatur,  $\alpha$  den Ausdehnungskoeffizienten des Materials des Innenrohrs und  $L$  die gerade Rohrlänge bedeutet. Die obenstehende Formel ist jedoch nur gültig, wenn sich die Fernwärmeleitung ohne Behinderung frei ausdehnen kann. Es handelt sich hier um die theoretische Dehnung ohne Axialspannungen im Innenrohr.

Da bei Verbundrohren das Innen- und Mantelrohr kraftschlüssig miteinander verbunden sind, dehnt sich das Verbundmantelrohr als Einheit, d.h. die Dehnung des Innenrohrs wird auf das Aussenrohr übertragen.

Nach der Verlegung der Fernwärmeleitung im Erdreich stehen jedoch erhebliche Reibungskräfte zwischen Mantelrohr und Erdreich jeder axialen Bewegung hemmend entgegen.

Die Reibungskräfte zwischen Mantelrohr und Erdreich addieren sich mit der Rohrlänge, d.h. die sich bei freier Bewegungsmöglichkeit ergebende Rohrdehnung in Axialrichtung wird mit zunehmender Rohrlänge stärker eingeschränkt. Nach einem bestimmten Abstand des Rohres von einer frei bewegbaren Stelle in der Rohrleitung ist das Gleichgewicht zwischen der die Bewegung verursachenden (Dehnung) und der die Bewegung hindernden (Reibung) Kraft im Gleichgewicht. Nach dem Übergang vom Gleit- in den Haftbereich ist keine axiale Bewegung des Rohres mehr möglich, das mediumführende Innenrohr muss die Spannungen aufnehmen können, beim Überschreiten einer zulässigen Maximalspannung würde ein Materialbruch entstehen. Bei einer Heisswassertemperatur von 100–130°C und Innenrohren aus St 35 oder St 37–2 müssen normalerweise besondere Massnahmen getroffen werden, um die zulässige Maximalspannung nicht zu überschreiten.

Um unzulässige Spannungen in der Heisswasserleitung zu vermeiden, werden bei der Erstellung von Fernwärmeleitungen mit medienführenden Innenrohren aus beispielsweise St 35 oder St 37–2 zwei Verlegearten praktiziert:

- Die Länge von geradlinigen Rohrabschnitten ohne Ausdehnungsmöglichkeiten kann begrenzt werden, indem normalerweise rechtwinklige Richtungsänderungen, ggf. Kombinationen davon, eingebaut werden. Falls nicht vom Gelände bzw. von Hindernissen her gesehen Richtungsänderungen notwendig sind, werden in bestimmten Abständen beispielsweise U-förmige Umleitungen eingelegt. Die bevor-

zugt rechtwinkligen Umleitungen schaffen eine Ausdehnungsmöglichkeit, welche das Auffangen der Rohrdilatation in Axialrichtung erlaubt. Der Einbau von sogenannten Axial-Kompensatoren dient demselben Zweck.

- Die Temperaturdifferenz zwischen Verlegung und Betrieb wird durch Vorspannen begrenzt. Nach der Rohrmontage, jedoch vor dem Einfüllen des Sands, wird die Rohrleitung auf eine Temperatur zwischen der Montage- und der Betriebstemperatur erhöht, die Rohrleitung fixiert, Sand eingefüllt, und erst dann die Rohrleitung abgekühlt. Zweckmässig liegt die Vorspanntemperatur im Bereich des arithmetischen Mittels zwischen Montage- und Arbeitstemperatur. Die Fernwärmeleitung ist bei Umgebungstemperatur gespannt. Beim Einleiten des heissen Mediums wird das Rohrleitungssystem vorerst entspannt und dann - mit anderem Vorzeichen - bis zum Erreichen der Betriebstemperatur wieder kontinuierlich gespannt.

Das Erwärmen der medienführenden Innenrohre zum Vorspannen erfolgt in bekannter Weise mittels Durchleitens von warmem Wasser oder mittels elektrischer Widerstandsheizung.

Beide bekannten Arten von Rohrverlegung weisen jedoch eine Anzahl von Nachteilen auf.

Bei der Verlegung mit begrenzter Länge in gerader Linie sind die Nachteile:

- Das Rohrnetz muss genau projektiert und verlegt sein, mit Ausdehnungsmöglichkeiten beidseits jeder geraden Strecke.
- Die Länge der geraden Strecken darf eine maximale Verlegelänge nicht überschreiten. Dies führt zu vielen kurzen geraden Strecken, vielen rechtwinkligen Richtungsänderungen zur Schaffung von Ausdehnungszonen, vielen Schweissungen und zwangsläufig längeren Leitungen als notwendig. Gegebenenfalls müssen (zusätzliche) Axialkompensatoren eingebaut werden.
- Die Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten von den Bodenverhältnissen muss bei Projektierung berechnet sein.
- Die berechneten Ausdehnungen müssen durch eine entsprechende Anzahl von Dehnungskissen ermöglicht werden.
- Die Verlegetiefe entlang des Trasses muss beachtet werden, indem bei tieferer Verlegung die Verlegelänge wegen der grösseren Haftkraft verringert wird.
- Bei Temperaturänderungen bewegen sich die Rohre auf allen Strecken. Die vom Erdreich entgegenwirkende Reibungskraft führt zu einer erhöhten Beanspruchung der Haftung zwischen Innenrohr/isolierendem Material/Aussenrohr und zwischen Muffen/Aussenrohr.

Das Vorspannen des Rohrleitungssystems bei erhöhter Temperatur hat folgende Nachteile:

- Es muss eine verhältnismässig grosse Energiequelle in Form von warmem Wasser oder elektrischer Energie vorhanden sein.
- Die Vorspannungstemperatur und der spannungsfreie Zustand bei Vorspannungstemperatur müssen kontrolliert werden.
- Es muss ein energie- und zeitaufwendiges Verfahren angewendet werden, bis alle Rohrleitungsabschnitte die vorgegebene Vorspannungstemperatur erreicht haben.
- Der ganze Rohrgraben muss offen bleiben, bis die ganze Rohrleitung die vorgegebene Temperatur erreicht hat.
- Bei nachträglichen Montage- bzw. Reparaturarbeiten müssen die bei der Freilegung der vorhandenen Leitung veränderten Verlegebedingungen beachtet werden.

Der Erfinder hat sich die Aufgabe gestellt, eine erdverlegte Fernwärmeleitung für heisse Medien, bestehend aus starren Röhren, zu schaffen, welche mit geringerem Material-, Energie- und Zeitaufwand und dadurch geringeren Kosten verlegt werden kann, ohne dass die Betriebssicherheit beeinträchtigt wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das medienführende Innenrohr aus einem hochfesten Stahl besteht, und die Verbundmantelrohre für die Fernwärmeleitung über unbegrenzt lange Strecken in gerader Linie verlegt sind.

Beim erfindungsgemässen Verlegen der Fernwärmeleitung werden also nicht nur keine systembedingten Richtungsänderungen vorgenommen, sondern weder Axial-Kompensatoren eingebaut, noch das Rohrleitungssystem in irgendwelcher Weise vorgespannt. Die Verlegung in gerader Linie erfolgt also so lange, wie dies Gelände und/oder Hindernisse zulassen. Dabei müssen selbstverständlich die projektierte Leitungsrichtung eingehalten und der wirtschaftliche Leitungsbau beachtet werden.

Das Innenrohr der Verbundmantelrohre aus einem hochfesten Stahl, welcher ein grosses Aufnahmevermögen für Druck-, Zug- und Biegespannungen hat, besteht insbesondere aus

- einem Feinkornbaustahl, beispielsweise nach DIN: WStE 51 (Werkstoffnummer 1.8937), WStE 420 (Werkstoffnummer 1.8932), WStE 460 (Werkstoffnummer 1.8935) oder StE 690 (Werkstoffnummer 1.8928 und 1.6919),
  - einem unlegierten oder niedriglegierten, geschweissten, ferritischen Stahl nach DIN 1626,
  - einem unlegierten oder niedriglegierten, nahtlosen, ferritischen Stahl nach DIN 1629,
  - einem unlegierten oder niedriglegierten, nahtlosen, ferritischen, warmfesten Stahl (Kesselrohre), beispielsweise St 35.8 oder St 45.8, nach DIN 17 175,
  - einem gegen Druckwasserstoff beständigen Rohrstaahl, beispielsweise 25CrMo4 oder 24CrMo10, oder
  - einem nichtrostenden und säurebeständigen, austenitischen Rohrstaahl, beispielsweise X10CrNiTi 18 9 oder X2CrNiMo 18 10 (nach DIN 17 440).
- Für das Aussenrohr und den steifen Schaum zur Herstellung der kraftschlüssigen Verbindung werden bekannte Materialien in bekannter Weise verwendet.

Mit der erfindungsgemässen erdverlegten Fernwärmeleitung für heisse Medien werden folgende Vorteile erzielt:

- Einfachere Projektierung und Verlegung des Rohrleitungssystems.
- Kürzere Trasseführung mit einem Minimum an Richtungsänderungen, welche durch Gelände und Hindernisse, jedoch nicht durch die Notwendigkeit zur Schaffung von Ausdehnungsräumen, bedingt sind.
- Kleinere Anzahl von Schweissstellen und Mantelrohrverbindungen und kein Vorspannen der montierten Rohrleitungen, wodurch die Montagezeit wesentlich verkürzt wird, was zusätzlich Verkehrsstörungen weitgehend verhindert und/oder Betriebsunterbrüche nicht unnötig verlängert.
- Minimale Anzahl von Fixpunkten zur Steuerung der Ausdehnung, keine unnötige Abnutzung der Verbundkonstruktion und Muffen durch Reibungskräfte.

Die erfindungsgemässe erdverlegte Fernwärmeleitung für heisse Medien kann neben dem bevorzugt in Betracht genommenen Transport von Heisswasser im Bereich von 100-130° beispielsweise auch Nieder- oder Hochdruckdampf transportieren. Dabei ist insbesondere die maximale Temperaturbelastung des steifen isolierenden Schaumstoffs zu berücksichtigen, welcher die kraftschlüssige Verbindung zwischen Innen- und Aussenrohr aufrechterhalten muss.

Ein Querschnitt durch eine erfindungsgemässe erdverlegte Fernwärmeleitung wird anhand der die Zeichnung darstellenden einzigen Figur beispielsweise näher erläutert. Der schematisch gezeichnete, vertikal zur Längsachse des Verbundmantelrohrs 10 gelegte Schnitt zeigt das Innenrohr 12 aus einem Feinkornbaustahl, welches das Medium, im vorliegenden Fall Heisswasser mit einer Temperatur von 130°

**667 507**

4

und einem Druck von 16 bar, enthält. Der im Werk aufgeschäumte, steife Polyurethanschaum 16 bildet die kraftschlüssige Verbindung des Innen- 12 und Aussenrohrs 18 aus Hart-Polyäthylen.

Nach einer nicht dargestellten Variante kann der isolierende Schaumstoff aus einer inneren Schicht aus Schaumglas und einer äusseren Schicht aus Polyurethan-Hartschaum bestehen.

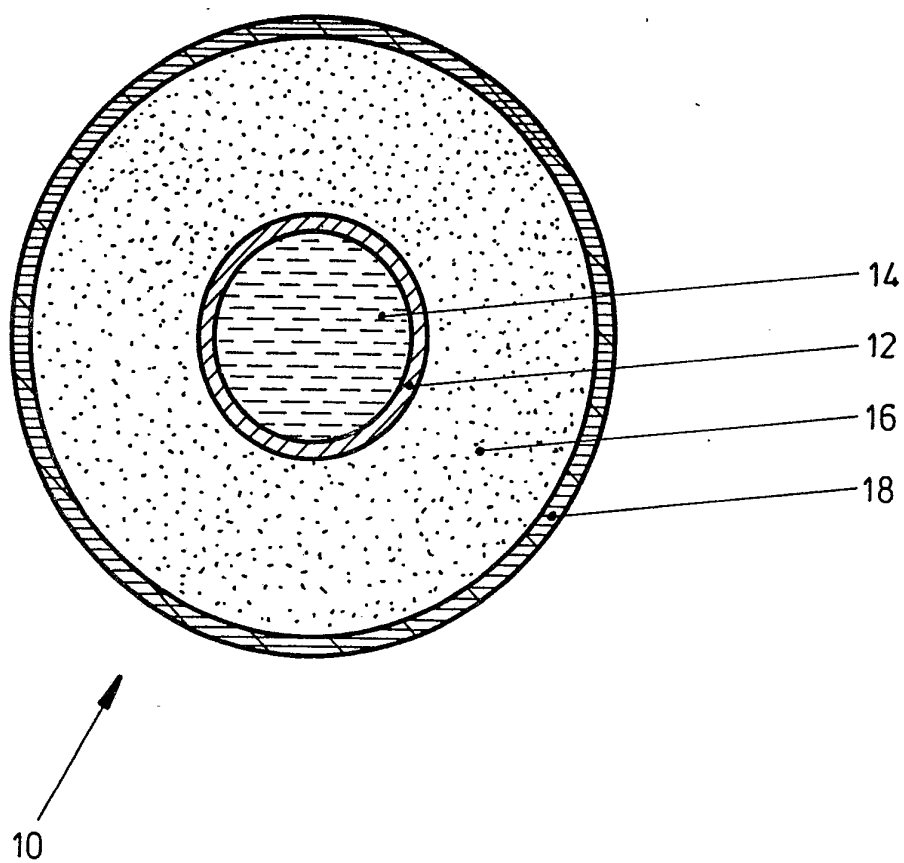


Fig. 1