

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **85109412.8**

Int. Cl.⁴: **B 08 B 9/02**

Anmeldetag: **26.07.85**

Priorität: **03.08.84 DE 3428720**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.86 Patentblatt 86/6

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

Anmelder: **Energietechnik Steinhaus GmbH**
Hachhausener Strasse 13
D-4354 Datteln(DE)

Erfinder: **Steinhaus, Harald, Dr.-Ing.**
Hachhausener Strasse 13
D-4354 Datteln(DE)

Vertreter: **Brehm, Hans-Peter, Dr. Dipl.-Chem. et al,**
Albert-Rosshaupter-Strasse 65
D-8000 München 70(DE)

Verfahren und Anlage zum Reinigen und/oder Trocknen der Innenwände von Fernrohrleitungen.

Zur Reinigung und/oder Trocknung der Innenwände bei verlegten Fernrohrleitungen wird innerhalb der Fernrohrleitung der Druck abgesenkt und der durch Verdampfung der an der Rohrwand haftenden Substanz gebildete Dampf und die gegebenenfalls vorhandenen Fremdgase aus der Fernrohrleitung abgesaugt. Das abgesaugte Medium passiert nach Verlassen der Fernrohrleitung und vor Eintritt in die Absaugeinrichtung einen Kondensationsapparat, dessen Kühlflächen auf einer tieferen Temperatur als die Rohrwandtemperatur gehalten werden. Bei einer ausreichenden Temperaturdifferenz, um den Substanzdampf an diesen Kühlflächen niederzuschlagen, konnte die Trocknungsleistung gegenüber einer reinen Vakuumtrocknung wesentlich gesteigert werden.

EP 0 170 226 A2

1

5

10

15 Verfahren und Anlage zum Reinigen und/oder Trocknen der
 Innenwände von Fernrohrleitungen

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zum
Reinigen und/oder Trocknen der Innenwände bei verlegten
Fernrohrleitungen, wobei mittels einer oder mehreren Ab-
25 saugeinrichtung(en) der durch Verdampfung der an der Rohr-
innenwand haftenden Substanz gebildete Dampf und gegebe-
nenfalls vorhandene Fremdgase aus der Fernrohrleitung ab-
gesaugt werden.

30 Ein Verfahren dieser Art ist aus der Deutschen Offenle-
gungsschrift 29 50 542 bekannt. Beim bekannten Verfahren
tritt das aus der Fernrohrleitung abgesaugte Medium unmit-
telbar in die Absaugeinrichtung ein. Als Absaugeinrichtung
dient ein aus einfachen oder mehrstufigen Saugstrahldüsen
35 bestehendes System, das beispielsweise aus mehreren, in
Reihe angeordneten Düsen besteht, um nacheinander steigen-
de Vakuumstufen zu erreichen. Als weitere geeignete Ab-
saugeinrichtung für die Vakuumtrocknung von Fernrohrlei-

1 tungen (Pipelines) werden Mehrscheibenvakuumpumpen ge-
nannt. Soweit in dieser Druckschrift auch Zwischenkonden-
satoren angesprochen sind, handelt es sich erfahrungsgemäß
um Kondensatoren, die hinter der ersten Stufe einer mehr-
5 stufigen Vakuumanlage vorgesehen werden, an denen - wegen
der bereits erfolgten Teilverdichtung - der auf etwa 60
bis 100°C erhitzte Wasserdampf an auf 20 bis 30°C gehaltenen
Kühlflächen niedergeschlagen wird, um die nachfolgenden
Vakuumstufen vor der Wasserdampfeinwirkung zu schüt-
10 zen.

Die Trocknungsleistung der bekannten Vakuumtrocknung wird
allein durch die Saugleistung der Vakuumanlage bestimmt.
Diese läßt sich nicht beliebig steigern, weil mit steigen-
15 dem Unterdruck auch die Druckverluste in den üblichen an
einer Molchschleuse vorgesehenen Anschlußstutzen zuneh-
men.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die
20 Trocknungsleistung eines Vakuum-Trocknungsverfahrens der
bekannten Art mit einfachen Mitteln ganz wesentlich zu
steigern.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht darin,
25 daß das abgesaugte Medium nach Verlassen der Fernrohrlei-
tung und vor Eintritt in die Absaugeinrichtung einen Kon-
densationsapparat passiert, dessen Kühlflächen auf einer
tieferen Temperatur als die Rohrwandtemperatur gehalten
werden.

30 Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird die Trocknungslei-
stung nicht durch die Saugleistung der Vakuumanlage be-
stimmt, sondern durch Kälteleistung, die mit Hilfe eines
Kühlmittels eingebracht wird. Die Trocknungsleistung einer
35 solchen Kondensationstrocknung bleibt konstant, während die
Trocknungsleistung einer Vakuumanlage mit abnehmendem
Dampfdruck abnimmt. Im praktischen Betrieb konnte die
Trocknungsleistung einer Vakuumanlage, die ca. 4000 m³

1 Luft/Wasserdampf-Gemisch pro Stunde förderte, durch eine zusätzliche Kälte-Leistung im Kondensationsapparat von 100 kW um mehr als das Dreifache gesteigert werden.

5 Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich aus einer Fernrohrleitung beliebige Substanzen entfernen, die bei
10 innerhalb der Fernrohrleitung herrschenden Temperaturen bei technisch erreichbaren Unterdrücken verdunsten und außerhalb der Fernrohrleitung an den Kühlflächen eines Kondensationsapparates niedergeschlagen werden können. Zu typischen Substanzen gehört insbesondere Wasser, das er-
15 fahrungsgemäß in einer Menge von ca. 100 g/m² Wandoberfläche an der Rohrwand haftet und bei der Trocknung der Fernrohrleitung entfernt werden muß. Zu weiteren typischen Substanzen gehören Methanol, Äthanol, Glykole und andere hygroskopische organische Flüssigkeiten, die bei der Rei-
20 nigung der Fernrohrleitung mittels Molchen an der Rohrwand haften bleiben und anschließend entfernt werden müssen. Bei verflüssigtes Erdgas führenden Pipelines stellt sich bei Reinigungszwecken das Problem, den an der Rohrwand haftenden Flüssiggasfilm zu entfernen. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt die Entfernung der oben genannten
25 Substanzen und weiterer, die typischerweise bei der Trocknung und/oder Reinigung von Fernrohrleitungen (Pipelines) auftreten.

30 Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Druck innerhalb der Fernrohrleitung wenigstens auf einen Wert gesenkt, der dem Dampfdruck der zu entfernenden Substanz bei der jeweiligen Rohrwandtemperatur entspricht. Eine solche Druckabsenkung begünstigt die Verdampfung der zu entfernenden
35 Substanz und entfernt nicht-kondensierbare Fremdgase aus der Pipeline, die ansonsten die Strömung des Dampfes behindern würden. In der Praxis wurden gute Ergebnisse erzielt, wenn der Druck innerhalb der Fernrohrleitung auf

- 1 einen Absolut-Wert im Bereich zwischen 1 bis 40 mbar abgesenkt wurde. Vorzugsweise wird für in nördlichen Gefilden verlegte Pipelines, die im Mittel eine Rohrwandtemperatur von etwa 6°C aufweisen, innerhalb der Rohrleitung ein
- 5 Druck zwischen 3 und 13 mbar eingestellt. Für in tropischen Gegenden, etwa in Australien oder im südchinesischen Meer verlegte Pipelines, deren Rohrtemperatur 11°C und mehr betragen kann, wird innerhalb der Rohrleitung vorzugsweise ein Druck zwischen 10 und 30 mbar eingestellt.
- 10
- Zur Gewährleistung der vorgesehenen Unterdrucke mit den angegebenen Absolut-Werten innerhalb der Fernrohrleitung muß eine Absaugeinrichtung ausreichender Leistung vorgesehen werden. Da solche Fernrohrleitungen Längen von 200 km
- 15 und mehr erreichen können, tritt naturgemäß ein Druckgefälle auf, das von der Länge und dem Durchmesser der Rohrleitung abhängt.
- Die Kühlflächen des Kondensationsapparates werden auf
- 20 einer tieferen Temperatur als die Rohrwandtemperatur gehalten. In der Praxis werden bereits mit relativ geringen Temperaturdifferenzen von etwa 4 bis 5°C gute Ergebnisse erhalten. Beispielsweise kann zur Entfernung von Wasser (Trocknung) die Kühlflächentemperatur um 0°C herum gehalten werden, so daß das sich kondensierende Wasser in flüssiger Form anfällt und abgezogen werden kann. Nach einer
- 25 alternativen Ausführungsform können die Kühlflächen auf einer so tiefen Temperatur gehalten werden, daß sich die zu entfernende Substanz in fester Form auf diesen Kühlflächen niederschlägt. In diesem Falle werden vorzugsweise
- 30 mehrere regenerativ arbeitende Kondensationsapparate vorgesehen. Abwechselnd kann einer Gruppe von Kondensationsapparaten das abgesaugte Medium zugeführt und dort die Substanz abgeschieden werden. Eine andere gerade nicht be-
- 35 nutzte Gruppe von Kondensationsapparaten wird in der Zwischenzeit auf höhere Temperatur gebracht, um die niedergeschlagene Substanz zu entfernen. Eine dritte Gruppe von Kondensationsapparaten kann für andere Aufgaben zur Verfü-

1 gung stehen. Beispielsweise können zwei regenerativ arbe-
tende Kondensationsapparate vorgesehen werden, wobei ab-
wechselnd dem einen oder dem anderen Kondensationsapparat
das abgesaugte Medium zugeführt und die Substanz abge-
5 schieden wird. Der gerade nicht benutzte Kondensationsap-
parat wird in der Zwischenzeit auf höhere Temperatur ge-
bracht, um die niedergeschlagene Substanz zu entfernen.

10 Gute Ergebnisse wurden beispielsweise mit einer Kältema-
schine mit einer Leistung von 100 kW erzielt, deren Kühl-
flächen mittels Luft oder mittels eines Solestromes aus
Wasser/Glykol gekühlt wurden.

15 Insbesondere bei langen Fernrohrleitungen hat es sich als
zweckmäßig erwiesen, wenigstens an beiden Enden der Fern-
rohrleitung das Medium aus Substanz-Dampf und Fremdgasen
abzusaugen, im Kondensationsapparat den Dampf niederzu-
schlagen, und die nicht-kondensierbaren Fremdgase über die
20 Vakuumanlage zu entfernen. Bei sehr langen Rohrleitungen,
etwa mit einer Länge über 100 km, kann zusätzlich an wei-
teren Stellen, etwa an den Ventilstationen, Medium abge-
saugt und in gleicher Weise aufgearbeitet werden. An jeder
Absaugstelle können zwei oder noch mehr Kondensationsappa-
rate vorgesehen werden, die im Wechsel betrieben werden.
25 Hierdurch kann die erforderliche Zeitspanne bis zur voll-
ständigen Trocknung wesentlich stärker verringert werden,
als durch eine entsprechende Steigerung der Apparatelei-
stung.

30 Nachstehend wird die Erfindung mehr im einzelnen anhand
einer bevorzugten Ausführungsform mit Bezugnahme auf eine
Zeichnung erläutert; die letztere zeigt in schematischer
Form die Schaltung und Ausbildung der erfindungsgemäßen
Anlage.

35 Die mit Restwasser behaftete Rohrwand der Fernrohrleitung
1 weist die mittlere Erdbodentemperatur T_1 auf. Der dar-
gestellte Fernrohrleitungs-Abschnitt endet in einer Molch-

1 schleuse 2. Eine erste Verbindungsleitung 3 verbindet diese Molchschleuse 2 mit dem Kondensationsapparat 5. Mittels
eines Absperrventiles 4 kann diese erste Verbindungslei-
5 tung 3 gesperrt werden. Eine zweite Verbindungsleitung 7
verbindet den Kondensationsapparat 5 mit der Absaugein-
richtung 9, bei der es sich beispielsweise um ein Saugge-
bläse oder um eine Vakuumanlage handeln kann. Mittels
eines zweiten Absperrventils 8 kann die zweite Verbin-
10 dungsleitung 7 gesperrt werden. Die Kühlflächen 6 inner-
halb des Kondensationsapparates 5 werden auf einer Tempe-
ratur T_2 gehalten, die tiefer liegt, als die Temperatur
 T_1 , wozu Kühlmittel über die Kühlmittelleitung 13 dem
Kondensationsapparat 5 zugeführt und über die Kühlmittel-
leitung 14 weggeführt werden kann.

15 Nach Inbetriebnahme der Absaugeinrichtung 9 und Öffnung
der Absperrventile 8 und 4 wird das Wasserdampf/Luft-Ge-
misch aus der Fernrohrleitung 1 abgesaugt, passiert die
Kühlflächen 6 im Kondensationsapparat 5 und gelangt da-
20 raufhin in die Absaugeinrichtung 9. An den Kühlflächen 6
scheidet sich Wasser in flüssiger Form ab und gelangt über
eine dritte Verbindungsleitung 10 in einen Kondensatsam-
melbehälter 11. Aus diesem Kondensatsammelbehälter 11 kann
das Kondensat von Zeit zu Zeit mittels einer Kondensatpum-
25 pe 12 abgezogen werden.

Mit einer Anlage des geschilderten Aufbaus wurden bei-
spielsweise die nachstehenden Ergebnisse erzielt:

30 Beispiel 1:

Rohrwandtemperatur:	11°C
Wasserdampfdruck innerhalb der Fernrohrleitung:	13,12 mbar
35 Kälteleistung des Kondansationsapparates	100 kW
Trocknungsleistung:	145 kg Wasser/h
abgesaugtes Dampfvolumen:	14 520 m ³ /h

1 Beispiel 2:

Rohrwandtemperatur:

6°C

Wasserdampfdruck innerhalb der

5 Fernrohrleitung:

9,347 mbar

Kälteleistung des

Kondensationsapparates:

100 kW

Trocknungsleistung:

145 kg Wasser/h

abgesaugtes Dampfvolumen:

20 018 m³/h

10

15

20

25

30

35

1 Patentansprüche:

1. Verfahren zum Reinigen und/oder Trocknen der Innenwän-
5 de bei verlegten Fernrohrleitungen,
bei dem mittels einer oder mehreren Absaugeinrich-
tung(en) der durch Verdampfung der an der Rohrrinnen-
wand haftenden Substanz gebildete Dampf und gegebenen-
falls vorhandene Fremdgase aus der Fernrohrleitung ab-
10 gesaugt werden,
dadurch gekennzeichnet, daß
das abgesaugte Medium nach Verlassen der Fernrohrlei-
tung und vor Eintritt in die Absaugeinrichtung einen
Kondensationsapparat passiert, dessen Kühlflächen auf
15 einer tieferen Temperatur als die Rohrwand-Temperatur
gehalten werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
20 aus der Fernrohrleitung eine Substanz entfernt wird,
die bei innerhalb der Fernrohrleitung herrschenden
Temperaturen bei technisch erreichbaren Unterdrücken
verdunstet und außerhalb der Fernrohrleitung an den
Kühlflächen des Kondensationsapparates niedergeschla-
25 gen werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
30 der Druck innerhalb der Fernrohrleitung wenigstens auf
einen Wert abgesenkt wird, der dem Dampfdruck der zu
entfernenden Substanz bei der jeweiligen Rohrwandtem-
peratur entspricht.
4. Verfahren nach einer der Ansprüche 1 bis 3,
35 dadurch gekennzeichnet, daß
innerhalb der Fernrohrleitung ein Druck im Bereich von
1 bis 40 mbar eingestellt wird.

- 1 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Kühlflächen auf einer ausreichend tiefen Tempera-
tur gehalten werden, um den Dampf der Substanz in
5 flüssiger Form niederzuschlagen.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
als zu entfernende Substanz Wasser dient; und die
10 Kühlflächen auf einer Temperatur im Bereich um 0°C he-
rum gehalten werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
15 die Kühlflächen auf einer ausreichend tiefen Tempera-
tur gehalten werden, um den Dampf der Substanz in fe-
ster Form auf diesen Kühlflächen niederzuschlagen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
20 dadurch gekennzeichnet, daß
an beiden Enden der Fernrohrleitung Medium abgesaugt
wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
25 dadurch gekennzeichnet, daß
zusätzlich an weiteren Stellen, etwa an den Ventilsta-
tionen, Medium abgesaugt wird.
10. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der
30 Ansprüche 1 bis 9,
mit wenigstens einer, an die Fernrohrleitung an-
schließbaren Absaugeinrichtung,
dadurch gekennzeichnet, daß
35 eine erste Verbindungsleitung (3) von der Fernrohrlei-
tung (1) zu einem Kondensationsapparat (5) führt; und
eine zweite Verbindungsleitung (7) von diesem Konden-
sationsapparat (5) zur Absaugeinrichtung (9) führt, so
daß das aus der Fernrohrleitung (1) abgesaugte Medium

- 1 vorher die Kühlflächen (6) innerhalb des Kondensa-
 tionsapparates (5) passiert, bevor es in die Absaug-
 einrichtung (9) gelangt.
- 5 11. Anlage nach Anspruch 10,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 die erste Verbindungsleitung (3) zu einer Molchschleu-
 se (2) führt, die mit der Fernrohrleitung (1) verbun-
 den ist.
- 10 12. Anlage nach Anspruch 10 oder 11,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 eine dritte Verbindungsleitung (10) von dem Kondensa-
 tionsapparat (5) zu einem Kondensatsammelbehälter (11)
15 führt.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 zwei oder mehr regenerativ arbeitende Kondensationsap-
20 parate vorhandenn sind, und das aus der Fernrohrlei-
 tung (1) abgesaugte Medium abwechselnd dem einen oder
 dem anderen Kondensationsapparat zuführbar ist.
- 25 14. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 die Kühlflächen (6) des Kondensationsapparates (5) mit
 einem flüssigen oder gasförmigen Kühlmittel kühlbar
 sind, das über eine erste Kühlmittel-Leitung (13)
30 herangeführt und über eine zweite Kühlmittel-Leitung
 (14) weggeführt wird.
15. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
 dadurch gekennzeichnet, daß
35 die Absaugeinrichtung (8) ein Sauggebläse oder eine
 Vakuumanlage ist.

