



(12) Ausschließungspatent

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

(11) DD 292 962 A5

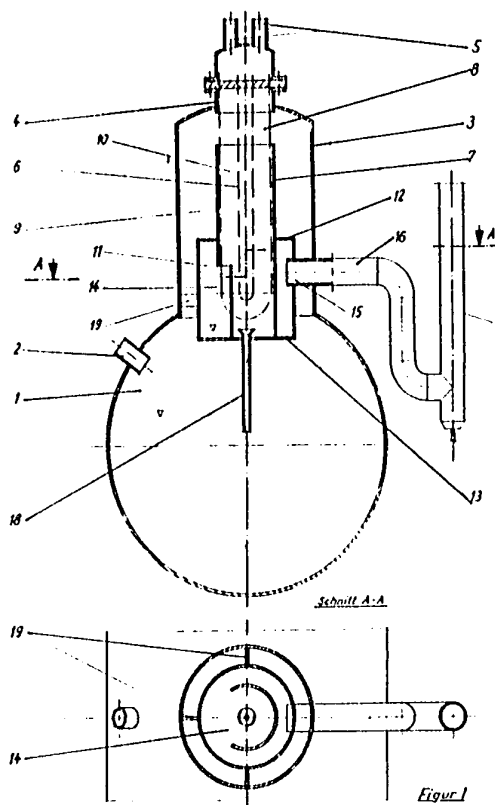
5(51) F 28 B 1/02  
T, 28 B 9/08

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD F 28 B / 339 008 G	(22)	23.03.90	(44)	14.08.91
(71)	siehe (73)				
(72)	Eckert, Adolf; Miolke, Uwe, DE				
(73)	VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau, Hans-Beimler-Straße 91/94, O - 1017 Berlin, DE				
(54)	Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf				

(55) Kondensation; Abdampf; liegendes Entspannungsgefäß; Dampfdom; wärmeverbrauchende Anlage; wärmeerzeugende Anlage; Kraftwerk  
 (57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf, der in wärmeerzeugenden und wärmeverbrauchenden Anlagen anfällt. Einem liegenden Entspannungsgefäß, das gleichzeitig als Kondensatsammelgefäß dient, ist ein stehender, unten offener Dampfdom aufgesetzt, in dem ein hängendes, von einem Kühlmedium durchströmtes Rohrbündel angeordnet ist, umhüllt von einem zylindrischen inneren Mantel, der im unteren Teil von einem Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum umgeben ist. Ein Abdampfanschlußrohr wird außerhalb des Dampfdomes nach unten geführt und an einer tieferen Stelle als die Durchführung durch den Dampfdom in ein vertikales Abdampfrohr eingebunden.



**Patentansprüche:**

1. Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf, der in wärmeerzeugenden und wärmeverbrauchenden Anlagen durch Zuführung anfallender Kondensate über Einlaufstutzen (2) mit einer Temperatur  $> 100^{\circ}\text{C}$  infolge Entspannung in einem liegenden Entspannungsgefäß (1) anfällt, das gleichzeitig als Sammelgefäß für das entspannte Kondensat dient, und mit der Atmosphäre verbunden ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem liegenden Entspannungsgefäß (1) auf einer Öffnung ein stehender, unten offener Dampfdom (3) aufgesetzt ist, in dem durch eine obere, aus einem Stutzen (4) bestehende Öffnung ein an sich bekanntes, hängendes, von einem Kühlmedium durchströmtes Rohrbündel (6) eingesetzt ist, das von einem senkrechten, vorzugsweise zylindrischen inneren Mantel (7) eingehüllt ist, der oben im Abstand zum Stutzen (4) endet und eine ringförmige Öffnung (8) zwischen einem ihn umgebenden Ringraum (9) und einem Innenraum (10) bildet, der bis auf den Boden eines ihn umgebenden Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraumes (11) geführt ist und diesen Ringraum (9) mit dem Innenraum (10) durch eine Austrittsöffnung (14) in Form eines Mantelausschnittes verbindet, daß die Austrittsöffnung (14) auf der gegenüberliegenden Seite einer Einströmöffnung (15) eines Abdampfanschlußrohres angeordnet ist, das vom Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum (11) durch die Wand des Dampfdomes (3) horizontal und außerhalb des Dampfdomes (3) nach unten geführt ist und an einer tieferen Stelle als die Durchführung durch den Dampfdom (3) in ein anschließendes vertikales Abdampfrohr (17) eingebunden ist.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine selbsttätige Anpassung des durch die Kondensationsfläche des Rohrbündels (6) geleiteten Wärmestromes an einen zunehmenden oder abnehmenden Abdampfstrom durch Abnahme bzw. Zunahme einer Abdeckung der Kondensationsfläche des Rohrbündels (6) von unten mittels Luft aus der Umgebung erfolgt, die dabei durch das vertikale Abdampfrohr (17) und das Abdampfanschlußrohr (16) ab- bzw. zuströmt.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Kondensatabflußrohr (18) unterhalb des Kondensatspiegels im liegenden Entspannungsgefäß (1) endet.
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Einströmöffnung (15) des an den Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum (11) anschließenden Abdampfanschlußrohres (16) in einem Winkel von  $180^{\circ}$  zur Austrittsöffnung (14) aus dem Innenraum (10) des inneren Mantels (7) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf, der in wärmeerzeugenden, insbesondere Wärmekraftwerken, und in wärmeverbrauchenden Anlagen anfällt.

**Charakteristik des bekannten Standes der Technik**

In Wärmekraftwerken sowie in Anlagen, in denen nutzbare Wärme erzeugt und/oder verbraucht wird, fallen in allen Betriebsphasen Kondensate mit einer Temperatur  $> 100^{\circ}\text{C}$  an, die mit Gefälle auf ein geodätisch tief angeordnetes Entspannungsgefäß oder Behälter mit Dampfdom geführt werden. Der erforderliche geringe nahezu konstante Druck wird durch eine Verbindung des Entspannungsgefäßes bzw. Behälters mit der Atmosphäre über ein Abdampfrohr erreicht. Die zufließenden Kondensate bestehen aus ständig anfallenden Kondensaten, wie z. B. aus Rohrleitungsentwässerungen, undichten Entleerungs- und Überlaufarmaturen, Heizdampf-Kondensaten von Kleinwärmeverbrauchern sowie aus gelegentlich anfallenden Kondensaten, z. B. beim An- und Abfahrbetrieb und geöffneten Überlaufarmaturen und Entleerungen an Behältern. Der entstehende Spannungsdampf wird über das Abdampfrohr in die Atmosphäre abgeführt. Dabei treten Wärme- und Kondensatverluste auf. Die Kondensatverluste müssen durch aufbereitetes, häufig entsalztes Zusatzwasser ersetzt werden. Zur Verringerung dieser Verluste wird bisher ein Kühlmedium mittels Sprühdüsen eingespritzt. Nachteilig an diesen technischen Lösungen ist, daß das Kühlmedium dem anfallenden Kondensat zugemischt und mit diesem dem Wasser-Dampf-Kreislauf der Anlage zugeführt wird, d. h., als Einspritzwasser kommt nur aus dem Wasser-Dampf-Kreislauf entnommenes Kondensat oder zur Deckung der Kreislaufverluste zugeführtes Zusatzwasser in Betracht, das mit der erforderlichen Temperatur bzw. in der erforderlichen Menge häufig nicht zur Verfügung steht. Weiterhin ist nachteilig, daß nur ein Teil des Spannungsdampfes mit der Einspritzung von Kondensat oder Kreislauf-Zusatzwasser kondensiert werden kann. Bei verringerter Geschwindigkeit des Abdampfes im Abdampfrohr tritt Unterdruck im Entspannungsgefäß auf, der in Intervallen ein Eindringen von Luft über das Abdampfrohr bewirkt. Im Abdampfrohr und im Entspannungsgefäß ergeben sich damit durch die Anwesenheit von Luft und Naßdampf bei einer Temperatur  $\leq 100^{\circ}\text{C}$  korrosionsbegünstigende Bedingungen.

Weiterhin ist nachteilig, daß die im Entspannungsgefäß aufgenommene Wärme durch das eingespritzte Kondensat zum größten Teil an den Kondensator abgegeben wird und damit nicht nutzbar ist. Die Zuführung der Kondensate erfolgt zur Entfernung aufgenommener Verunreinigungen in den Kondensator in konventionellen Hochdruckkraftwerken sowie in Kernkraftwerken. Bisher war es üblich, an stehenden Entspannungsgefäßen sowie liegenden Entspannungsgefäßen mit Dampfdom den Anschluß des Abdampfrohres an der höchsten Stelle der Gefäße anzuwenden. Die Einspritzung des Kühlmediums erfolgt im Entspannungsgefäß bzw. Dampfdom in Nähe der Austrittsöffnung zum Abdampfrohr.

Nachteilig dabei ist, daß eine vollständige Kondensation des Abdampfes mit der Einspritzung eines Kühlmediums nicht möglich ist, da bei geringer Geschwindigkeit des Restdampfes im Abdampfrohr sich zeitweise eine Gegenströmung durch eindringende Luft einstellt, die bis in das Entspannungsgefäß gelangt, in diesem die Wärmeübertragung durch Dampfkondensation an das Kühlmedium (kaltes Kondensat oder Deionat) beeinträchtigt und danach mit der zugenommenen Restdampfmenge erwärmt wieder heraustransportiert wird. Mit der Entfernung der Luft aus dem Entspannungsgefäß verbessern sich die Wärmeübertragungsbedingungen und der verbleibende Restdampfstrom verringert sich wieder.

In der DE-PS 3803197 ist eine von einem Kühlmedium durchströmte Kondensationsfläche vorgegeben, die in einem gesonderten Raum untergebracht ist, in den der Abdampf horizontal einströmt und das Kondensat des kondensierten Abdampfes unten abströmt. Das Kondensat ist so weit angestaut, daß es zu dem den Kondensationsraum umgebenden Ringraum einen Wasserverschluß bildet, der den Kondensationsraum von der im äußeren Ringraum anstehenden Umgebungsluft trennt.

Nachteilig an dieser Lösung ist, daß die Höhe des Wasserverschlusses von der Höhendifferenz zwischen dem Überlaufstandrohr und der Stirnseite des den Kondensationsraum umgebenden Mantels bestimmt wird. Die gleiche Höhe des Wasserstandes im Kondensationsraum und im Kondensatabflußgefäß setzt im Kondensationsraum einen Dampfdruck, der gleich dem Umgebungsdruck ist, voraus, bei einer Dampftemperatur von 100°C. Dabei müssen das bei diesem Druck vorhandene Kondensationsvermögen der Kondensationsfläche, das von der Flächengröße, dem Kühlmitteldurchsatz und der Kühlmitteltemperatur abhängt, mit dem zuströmenden Dampfmengenstrom übereinstimmen. Bei Verringerung des Dampfmengenstromes und/oder der Kühlmitteltemperatur und/oder Erhöhung des Kühlmitteldurchsatzes fällt der Druck des Dampfes unter den Umgebungsdruck.

Gleichzeitig steigt der Kondensatstand im Kondensationsraum bei fallendem Kondensatstand im äußeren Ringraum und im Kondensatabflußgefäß. Bei schnellem Druckabfall reicht das anfallende Dampfkondensat nicht aus, den Übertritt von Luft aus dem äußeren Ringraum in den Kondensationsraum zu verhindern. Aber auch bei allmählichem Druckabfall, sofern der Unterdruck bis zu den Absperrarmaturen der Zuflüsse zum Entspannungsgefäß reicht, dringt Luft über die Spindeldurchführungen der Armaturen ein. Geringe Luftanteile im Dampf verringern den Wärmeübergang um 1 bis 2 Größenordnungen. Damit steigt der Druck im Kondensationsraum wieder an, verdrängt das Kondensat über den äußeren Ringraum in das Abflußgefäß und bewirkt ein Durchschlagen des Dampfes durch die Kondensatvorlage bis in den Dampfnotauslaß. Das tritt auch ein bei einer Erhöhung des zuströmenden Dampfes oder bei Verringerung des Kühlmitteldurchsatzes.

Das Durchschlagen von Dampf durch unterkühltes Kondensat führt am Beginn des Vorganges zur Kondensation des Dampfes und zu Wasserschlägen. Auch das vom Dampf mitgerissene Kondensat verursacht stoßartige Kräfte auf die Gefäßwandung und den inneren Mantel. Diese geringe Anpassungsfähigkeit an wechselnde Betriebsbedingungen ist ein wesentlicher Nachteil dieser Lösung.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Kondensationsfläche mit einem herkömmlichen Rohrbündel nicht realisierbar ist und eine Sonderkonstruktion erfordert. Das Abdichten defekter Rohre der Kondensationsfläche ist aufwendig.

### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf zu schaffen, bei der eine Vermischung der über das Abdampfrohr in das Entspannungsgefäß eingeströmten Luft mit dem Entspannungsdampf verhindert wird und hierfür ein Wasserverschluß vermieden wird.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf zu entwickeln, bei der sich die über das Abdampfrohr in das Entspannungsgefäß eingeströmte Luft mit dem Entspannungsdampf auch bei veränderlichem Abdampfstrom nicht mischt ohne Einsatz eines Wasserverschlusses.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Vorrichtung zur Kondensation von Abdampf, der in wärmeerzeugenden und wärmeverbrauchenden Anlagen durch Zuführung anfallender Kondensate über Stutzen mit einer Temperatur  $> 100^\circ\text{C}$  infolge Entspannung in einem liegenden Entspannungsgefäß anfällt, das gleichzeitig als Sammelgefäß für das entspannte Kondensat dient und mit der Atmosphäre verbunden ist, geschaffen wird, indem einem liegenden Entspannungsgefäß auf einer Öffnung ein stehender, unten offener Dampfdom aufgesetzt ist, in dem durch eine obere, aus einem Stutzen bestehende Öffnung ein an sich bekanntes, hängendes, von einem Kühlmedium durchströmtes Rohrbündel eingesetzt ist, das von einem senkrechten vorzugsweise zylindrischen inneren Mantel eingehüllt ist, der oben im Abstand zum Stutzen endet und eine ringförmige Öffnung zwischen einem ihn umgebenden Ringraum und einem Innenraum bildet, der bis auf den Boden eines ihn umgebenden Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraumes geführt ist und diesen Ringraum mit dem Innenraum durch eine Austrittsöffnung in Form eines Mantelausschnittes im inneren Mantel verbindet, daß die Austrittsöffnung auf der gegenüberliegenden Seite einer Einströmöffnung eines Abdampfanschlußrohres angeordnet ist, das vom Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum durch die Wand des Dampfdomes horizontal und außerhalb des Dampfdomes nach unten geführt ist und an einer tieferen Stelle als die Durchführung durch den Dampfdom in ein anschließendes vertikales Abdampfrohr eingebunden ist.

Erfindungsgemäß erfolgt eine selbsttätige Anpassung des durch die Kondensationsfläche des Rohrbündels geleiteten Wärmestromes an einen zunehmenden oder abnehmenden Abdampfstrom durch Abnahme bzw. Zunahme einer Abdeckung der Kondensationsfläche des Rohrbündels von unten mittels Luft aus der Umgebung, die durch das vertikale Abdampfrohr und das Abdampfrohr ab- bzw. zuströmt. Bei vergrößertem Abdampfanschlußstrom verschiebt sich die Zone, die das Gemisch aus Dampf und Luft enthält, nach unten und gibt einen größeren Anteil der Kondensationsfläche des Abdampfes frei. Eine Verringerung des Abdampfstromes bewirkt ein Ansteigen dieser Gemischzone nach oben mit erhöhter Abdeckung der Kondensationsfläche des Rohrbündels durch Luft.

Erfindungsgemäß ist, daß ein Kondensatabflußrohr für die Abführung des Kondensates aus dem Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum unterhalb des Kondensatspiegels im liegenden Entspannungsgefäß endet und eine dampfseitige Verbindung zwischen dem Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum und den Dampfdom des liegenden Entspannungsgefäßes durch einen Kondensatverschluß bildet.

Erfindungsgemäß ist zur Abscheidung der Restfeuchte aus dem zeitweise abzuführenden Abdampf die Einströmöffnung des an den Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum anschließenden Abdampfrohres in einem Winkel von 180° zur Austrittsöffnung aus dem Innenraum des inneren Mantels angeordnet.

Bei der Zuführung von Kondensat mit einer Temperatur  $> 100^\circ\text{C}$  über die Einlaufstutzen entsteht durch Entspannung Abdampf bei Atmosphärendruck. Als Kühlmedium strömt vorzugsweise Kondensat oder Heiznetzwater mit einer Temperatur  $< 100^\circ\text{C}$  durch das Rohrbündel. Der über die ringförmige Öffnung in den Innenraum des inneren Mantels strömende Abdampf kondensiert an der Kondensationsfläche des Rohrbündels. Der Kühlmediumstrom durch das Rohrbündel ist für den stationären Betrieb so eingestellt, daß für die Kondensation des Abdampfes 60–70% der Kondensationsfläche im oberen Bereich des Rohrbündels benötigt werden. In diesem Teil des Innenraumes des inneren Mantels befindet sich reiner Dampf mit nach unten gerichteter, bis auf den Wert Null abnehmender Strömung. Der folgende untere Teil des Innenraumes des inneren Mantels mit dem Rest der Kondensationsfläche enthält in einer dünnen Schicht ein Gemisch von Dampf und Luft, die mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Die Luft und auch das niederströmende Abdampfkondensat kühlen sich an den Rohren des Rohrbündels ab. Bei vergrößertem Abdampfstrom verschiebt sich die Zone, die das Gemisch aus Dampf und Luft enthält, nach unten und gibt einen größeren Anteil der Kondensationsfläche für die Kondensation des Abdampfes frei. Eine Verringerung des Abdampfstromes bewirkt ein Ansteigen dieser Gemischzone nach oben mit erhöhter Abdeckung der Kondensationsfläche des Rohrbündels durch Luft.

Im nach unten geführten Abdampfungsführungrohr außerhalb des Dampfdomes kühlt sich die Luft auf Umgebungstemperatur ab und verhindert damit mit der größeren spezifischen Masse das Eindringen der darüber befindlichen wärmeren Luft. Damit ist der Zutritt von feuchter und warmer Luft in das vertikale Abdampfrohr im stationären Betrieb unterbunden.

Bei instationären Betriebszuständen, in denen sich, wie z. B. im Anfahr- und Abfahrbetrieb der Abdampfanfall über die normalen Betriebsschwankungen hinaus erhöht oder bei verringertem Kühlmediumstrom läßt sich der anfallende Abdampfstrom nicht vollständig kondensieren. Der verbleibende Rest des Abdampfstromes gelangt über das Abdampfrohr in die Atmosphäre. Er wird dabei nach dem Austritt aus dem Innenraum des inneren Mantels bis zur Eintrittsöffnung in das Abdampfungsführungrohr im Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum umgelenkt und scheidet dabei das in ihm noch enthaltene Abdampfkondensat ab.

#### Ausführungsbeispiel

Die Figur 1 zeigt ein an sich bekanntes liegendes Entspannungsgefäß 1 mit einem Durchmesser von 2400 mm, in dem die untere Raumhälfte zum Auffangen der über die Stutzen 2 zugeführten Kondensate und die obere Raumhälfte für die Entspannung der Kondensate und Trennung von dem dabei entstehenden Abdampf genutzt wird.

Über einer oberen Öffnung des liegenden Entspannungsgefäßes 1 ist ein stehender, unten offener Dampfdom 3, der eine Höhe von 2500 mm und einen Durchmesser von 1200 mm besitzt, angeordnet. Der Boden auf der oberen Stirnseite des Dampfdomes 3 enthält eine aus einem Stutzen 4 DN 600 bestehende Öffnung, in die ein an sich bekanntes, hängendes, aus U-Rohren, Rohrplatte und Wasserkammer mit den Anschlußstutzen 5 für das Kühlwasser bestehendes Rohrbündel 6 eingesetzt und am Stutzen 4 angeflanscht ist. Das Rohrbündel 6 besitzt eine Kondensationsfläche von  $32\text{ m}^2$  bei einem Durchmesser von 600 mm. Es ist eingehüllt von einem inneren Mantel 7, der oben im Abstand vom Stutzen 4 endet und damit eine ringförmige Öffnung 8 zwischen dem ihm umgebenden Ringraum 9 und dem Innenraum 10 freiläßt. Der untere Teil des inneren Mantels 7 ist in einem zylindrischen Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum 11, der einen Durchmesser von 1000 mm besitzt, oben mit einer Ringscheibe 12 und unten mit einem Boden 13 abschließt, untergebracht. Der Innenraum 10 des inneren Mantels 7 besitzt eine Austrittsöffnung 14 in den Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum 11 in Form eines Mantelausschnittes im

inneren Mantel 7 mit der Bogenlänge  $\frac{2\pi \cdot r}{3}$ . Auf der gegenüberliegenden Seite dieses Mantelausschnittes befindet sich in der

Wand des Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraumes 11 die Einströmöffnung 15 eines Abdampfanfallrohres 16, das durch die Wand des Dampfdomes 3 nach außen geführt ist. Die Einbildung des Abdampfanfallrohres 16 in das vertikale Abdampfrohr 17 erfolgt an einer tieferen Stelle als die Durchführung durch den Dampfdom 3.

Für die Abführung des Kondensates aus dem Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraum 11 ist ein vertikales Kondensatabflußrohr 18, das unter dem Kondensatspiegel im liegenden Entspannungsgefäß 1 endet, vorgesehen. Der innere Mantel 7 und die Hülle des Kondensatabscheide- und Kondensatsammelraumes 11 wird durch das Abdampfanfallrohr 15 und durch Stege 19, die an der Wand des Dampfdomes 3 befestigt sind, gehalten.

