

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 846 087 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(51) Int Cl.:
F22B 37/56^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14183027.3**

(22) Anmeldetag: **01.09.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Koch, Klaus-Hinrich**
91757 Treuchtlingen (DE)
• **Stadler, Hannes**
52428 Jülich (DE)
• **Koeberlein, Paul**
91785 Pleinfeld (DE)

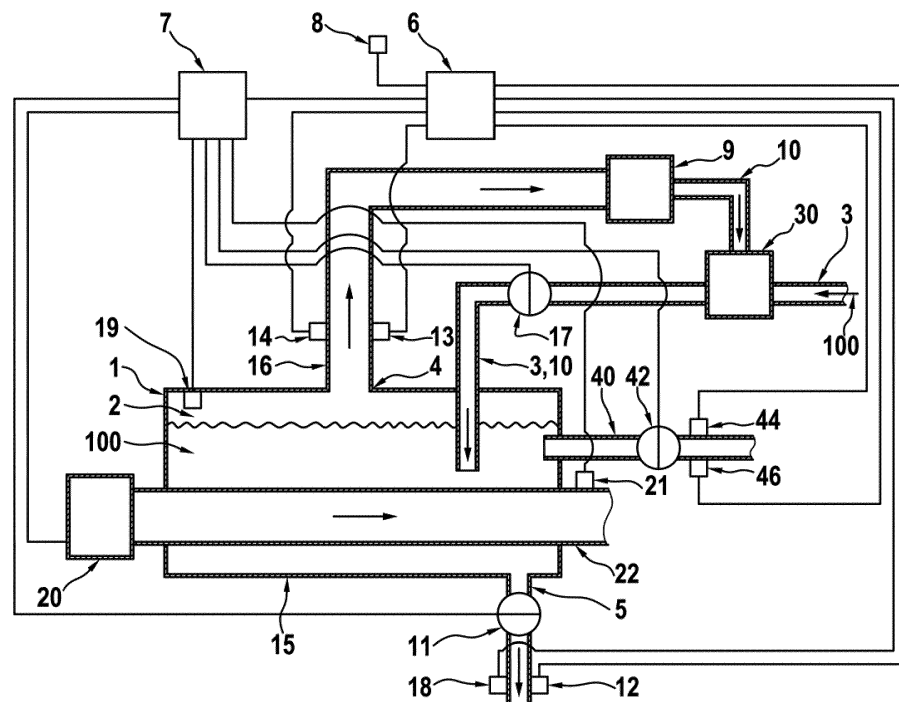
(30) Priorität: **09.09.2013 DE 102013218009**

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Dampfkessels und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Dampfkessels und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Der Dampfkessel hat einen Innenraum, eine Zufuhrleitung zum Zuführen von Flüssigkeit, einen Dampfausgang, eine Ausschleuseleitung zum Ausschleusen von

Flüssigkeit aus dem Dampfkessel und eine Kesselsteuerung, wobei verfahrensgemäß mit Hilfe einer Analyseinrichtung mehrere Parameter bestimmt werden. Als Parameter wird insbesondere ein Energieverlust bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit durch die Ausschleuseleitung bestimmt.

Fig. 1**EP 2 846 087 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Dampfkessels nach Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 9.

[0002] Dampfkessel dienen der Erzeugung von Dampf, zum Beispiel für industrielle Anwendungen. Hierfür wird einem Dampfkessel, der bis auf Zu- und Ableitungen einen Innenraum druckdicht umschließt, eine Flüssigkeit zugeführt und diese innerhalb des Dampfkessels bis zur Siedetemperatur erwärmt. Der entstehende Dampf strömt anschließend aus dem Dampfkessel hinaus und wird für technische Anwendungen genutzt. Meist kondensiert der Dampf bei der technischen Anwendung oder einem nachgeschalteten Kondensator und wird als Flüssigkeit über entsprechende Einrichtungen zurück in den Dampfkessel geleitet.

[0003] Als Flüssigkeit wird Wasser eingesetzt. Die Verdampfung von Wasser führt innerhalb des Dampfkessels zu einer Aufkonzentration von gelösten Komponenten, welche nicht mitverdampfen. Nachteilhaft hieran ist, dass es zu einem Aufschäumen des Wassers im Kessel kommen kann und sich in der Folge die Feuchtigkeit des Dampfes erhöht. Dies kann die nachgeordnete technische Anwendung negativ beeinflussen, insbesondere hinsichtlich der Effizienz und Schäden. Außerdem führt die Aufkonzentration auch zu einem Absetzen von Komponenten, welche zu einem Bodensatz im Dampfkessel führen können. Dieser Bodensatz behindert dann den Wärmetransfer von einer Wärmequelle hin zu der Flüssigkeit im Dampfkessel, sodass die Effizienz des Dampfkessels sinkt. Dabei ist die Effizienz das Verhältnis zwischen aufgewendeter thermischer Leistung (eines Brenners) und abgeführter Nutzleistung (des Dampfes).

[0004] Detektierbar ist die Aufkonzentration von Komponenten in der Flüssigkeit unter anderem anhand der Leitfähigkeit der Flüssigkeit innerhalb des Dampfkessels, welche mit der Aufkonzentration korreliert.

[0005] Der Aufkonzentration begegnet man im Stand der Technik durch eine regelmäßige Abfuhr von Flüssigkeit aus dem Dampfkessel, bei gleichzeitiger Ergänzung mit frischer Flüssigkeit. Für die gelösten Komponenten erfolgt die Abfuhr über eine sogenannte Absalzeinrichtung.

[0006] Eine solche weist eine Ausschleuseleitung knapp unterhalb der Füllstandslinie auf. Ungelöste Komponenten werden vorzugsweise mit einer Ausschleuseleitung am geodätisch unteren Ende des Dampfkessels bewirkt, sodass abgesetzte Komponenten, die sogenannte Verschlämzung, mit aus dem Dampfkessel abgezogen wird (Abschlämzung).

[0007] Nachteilhaft an einer Ausschleusung von Flüssigkeit aus dem Dampfkessel ist der damit verbundene Energieverlust, denn es wird bereits erwärmte Flüssigkeit abgeführt. Entsprechend wirken sich sowohl die Aufkonzentration als auch die Ausschleusung negativ auf die Effizienz des Dampfkessels aus. Problematisch ist

insbesondere eine pauschale und überdimensioniert ausgelegte Ausschleusung.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und ein Verfahren bereitzustellen, welches geeignet ist, die Effizienz eines Dampfkessels zu optimieren bzw. zu steigern. Es soll dabei ökonomisch und ökologisch sinnvoll sowie auf einfache Weise durchführbar sein.

[0009] Erfindungsgemäß wird dies mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0010] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Dampfkessels, der einen Innenraum, eine Zuführung zum Zuführen von Flüssigkeit, einen Dampfausgang, eine Ausschleuseleitung zum Ausschleusen von Flüssigkeit aus dem Dampfkessel und eine Kesselsteuerung aufweist, wobei mit Hilfe einer Analyseeinrichtung wenigstens ein Parameter bestimmt wird, nämlich eine Bestimmung eines Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit durch die Ausschleuseleitung.

[0011] Vorteilhaft hieran ist, dass in Kenntnis des tatsächlichen Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit Optimierungen hinsichtlich des zukünftigen Betriebs des Dampfkessels vorgenommen werden können. Insbesondere kann hierdurch die Kesseleffizienz des Dampfkessels gesteigert werden. Die Bestimmung des tatsächlichen Energieverlustes einer Ausschleusung kann nämlich zusätzlich zur Berücksichtigung einer sinkenden Effizienz des Dampfkessels (basierend auf einer Aufkonzentration) einbezogen werden. Die Effizienz des Dampfkessels nimmt mit steigender Ausschleusemenge ab und die Energieverluste für eine Ausschleusung steigen gleichzeitig mit der Betriebszeit. Letzteres insbesondere weil mit zunehmender Betriebsdauer mehr Flüssigkeit ausgeschleust werden muss, um die Konzentration an Komponenten in der Flüssigkeit im Kessel wieder zu reduzieren. Die Effizienz des Dampfkessels ist nunmehr durch gezielte Terminierung von Ausschleusungen optimierbar. Bevorzugt werden dabei Unterbrechungen der Beheizung zum Ausschleusen genutzt, weil hier eine Einschichtung der Flüssigkeit und Komponenten entsprechend ihrer Dichten erfolgt. Schwebende Komponenten setzen sich dabei an der Kesselsohle ab. Eine hohe Effizienz führt zu geringen Betriebskosten und Emissionen. Das Verfahren ist außerdem automatisiert und damit einfach sowie komfortabel durchführbar.

[0012] Bei der Bestimmung des tatsächlichen Energieverlustes können auch die Energieaufwendungen, z.B. Strom für eine Pumpe und/oder ein Ventil, mit berücksichtigt werden. Ebenso kann die zugeführte Energie der ergänzend zugeführten Flüssigkeit einfließen. Diese Energien sind jedoch verhältnismäßig gering im Verhältnis zum Energiegehalt der ausströmenden Flüssigkeit und können daher in einfachen Verfahrensausgestaltungen unberücksichtigt bleiben.

[0013] Besonders geeignet ist das Verfahren, wenn als Flüssigkeit Wasser eingesetzt wird. Dieses enthält regel-

mäßig Komponenten, welche nicht mit verdampfen, insbesondere Salze. Außerdem kann die Wasserzusammensetzung durch Konditionierungsmittel variieren, so dass die Aufkonzentration unterschiedliche schnell abläuft.

[0014] Für eine Abschlammung sollte die Ausschleuseleitung am geodätisch unteren Ende, das heißt an der Kesselsohle, aus dem Dampfkessel ausmünden, damit abgesetzte Komponenten, der sogenannte Schlamm bzw. die Verschlammung, aus dem Kessel abgezogen werden können. In kostengünstigen Dampfkesselvarianten erfolgt auch die Absalzung mittels dieser Ausschleuseleitung.

[0015] Zur Absalzung wird jedoch vorzugsweise eine Ausschleuseleitung (knapp) unterhalb der Füllstandslinie vorgesehen. Hier schichten sich nämlich mehr gelöste Komponenten ein und können mit geringerem Flüssigkeitsaustausch aus dem Dampfkessel entfernt werden. Die Konzentration von Komponenten in der Flüssigkeit ist durch eine Bestimmung der Leitfähigkeit der Flüssigkeit bestimmbar.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Dampfkessel zwei separate Ausschleuseleitungen auf, eine zur Absalzung und eine zur Abschlammung. Hierdurch bestehen auch keine Probleme bei der Einstellung der Durchflussmenge in den Ausschleuseleitungen. Die Absalzung erfolgt nämlich meist kontinuierlich und langsam, wohingegen die Abschlammung kurzzeitig, schlagartig und mit hoher Durchflussmenge erfolgt. Leitungen und Ventile können bei zwei separaten Ausschleuseleitungen an diese Anforderungen angepasst sein.

[0017] Eine nähere Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass die Analyseeinrichtung zum Bestimmen des (tatsächlichen) Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit durch die Ausschleuseleitung eine Durchflussmenge der ausgeschleusten Flüssigkeit bestimmt. Mit Hilfe der ausgeschleusten Durchflussmenge kann auf den Energieverlust rückgeschlossen werden.

[0018] Zur Bestimmung der Durchflussmenge schlägt eine spezielle Variante der Erfindung vor, dass diese mit Daten eines Mengensensors in der Ausschleuseleitung oder durch eine Berechnung basierend auf einer Ventilstellung eines Ausschleuseventils in der Ausschleuseleitung, einer Ventilkennlinie und einem Kesselinnen-
druck erfolgt. Ein Mengensensor ist besonders genau, wohingegen die zweite Variante ohne Mengensensor kostengünstiger ist.

[0019] Gemäß einer speziellen Verfahrensergänzung führt die Analyseeinrichtung zum Bestimmen des (tatsächlichen) Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit durch die Ausschleuseleitung eine Bestimmung einer Temperatur der ausgeschleusten Flüssigkeit durch, vorzugsweise über der Zeit. Anschließend wird ein Enthalpiestrom basierend auf der Durchflussmenge und der Temperatur der ausgeschleusten Flüssigkeit berechnet. Der Enthalpiestrom über dem Zeitraum der Ausschleusung entspricht dem Energieverlust.

Vorzugsweise erfolgt die Bestimmung der Temperatur unmittelbar hinter einem Ventil in der Ausschleuseleitung.

[0020] Eine alternative oder ergänzende Ausgestaltung des Verfahrens sieht zum Bestimmen des (tatsächlichen) Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit durch die Ausschleuseleitung eine Bestimmung des Kesselinnendrucks im Innenraum vor. Anschließend erfolgt eine Berechnung eines Enthalpiestroms basierend auf der Durchflussmenge der ausgeschleusten Flüssigkeit und dem Kesselinnendruck. Über den Kesseldruck lässt sich die zugehörige Siedetemperatur der Flüssigkeit bestimmen. Damit kann eine Umrechnung der Durchflussmenge in einen Enthalpiestrom erfolgen. Hierfür kann ein meist ohnehin vorhandener Drucksensor mit der Analyseeinrichtung gekoppelt sein.

[0021] Zu Analysezwecken erfolgt gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens eine Aufzeichnung der Durchflussmenge über den gesamten Betriebszeitraum und über einen rückstellbaren Zeitraum. Unter rückstellbarem Zeitraum ist eine zurückliegende Zeit zu verstehen, die ähnlich einem Tageszähler eines Kraftfahrzeugs durch Zurückstellen auf null gesetzt werden kann. Es ist jedoch auch ein gleitendes Zeitfenster nutzbar, welches eine definierte Zeitspanne vor dem aktuellen Zeitpunkt betrachtet.

[0022] Zur Analyse sieht eine spezielle Verfahrensgestaltung vor, dass ein Vergleich zwischen der Durchflussmenge über dem gesamten Betriebszeitraum und der Durchflussmenge über dem rückstellbaren Zeitraum erfolgt, sowie ein Signal ausgegeben wird, wenn sich das Verhältnis zwischen den beiden Durchflussmengen über der Zeit um einen definierten Betrag ändert.

[0023] Durch diesen Vergleich sind Veränderungen der Kesseleffizienz erkennbar. Insbesondere kann auch auf Veränderungen der zugeführten Flüssigkeit geschlossen werden. So lässt sich zum Beispiel eine Verschlechterung der Speisewasserqualität detektieren. Geeignete Maßnahmen zur Optimierung der Kesseleffizienz können anschließend ergriffen werden. Die Signalausgabe kann dabei eine visuelle Ausgabe eines Hinweises auf einer Anzeigeeinrichtung umfassen, z.B. eine Warnleuchte, eine Ampelleuchte oder ein Bildschirm, insbesondere mit graphischem Verlauf der Durchflussmenge und/oder der Kesseleffizienz.

[0024] Darüber hinaus kann ein absoluter Vergleich zwischen der Durchflussmenge über dem gesamten Betriebszeitraum mit einem vordefinierten Wert erfolgen, sowie ein Signal ausgegeben werden, wenn diese Durchflussmenge den vordefinierten Wert überschreitet. Entsprechend kann das Verfahren um die Ausgabe eines Signals ergänzt werden, wenn durch einen Vergleich festgestellt wird, dass die Durchflussmenge über dem rückstellbaren Zeitraum einen vordefinierten Wert übersteigt.

[0025] Eine weitere Analyse erfolgt bei einer Verfahrensvariante durch ein Berechnen eines Verhältnisses zwischen der Durchflussmenge und einem aus den Pa-

rametern zugeführte Flüssigkeitsmenge, Dampfmenge oder thermische Leistung. Wenn sich das berechnete Verhältnis über der Zeit um einen definierten Betrag ändert, wird ein Signal ausgegeben.

[0026] Mit Hilfe der so bestimmten Parameter können Rückschlüsse auf die Menge an ausgeschleusten Komponenten gemacht werden. Die Ausschleusung kann damit so gestaltet werden, dass möglichst wenig Flüssigkeit aus dem Dampfkessel ausgeschleust wird. Entsprechend wenig Energie geht verloren. Zur Gestaltung der Ausschleusung können die Öffnungsstellungen und Öffnungszeiten des Ventils in der Ausschleuseleitung variiert werden.

[0027] Zur Bestimmung der Dampfmenge wird bevorzugt eine Mengenummessung des Dampfes durchgeführt. Die thermische Leistung wird vorzugsweise durch eine Mengenummessung des eingesetzten Brennstoffs, z.B. Gas oder Öl, vorgenommen. Ist keine Mengenummessung für diese Brennstoffmenge vorhanden, kann die zugeführte Leistung alternativ durch die sogenannte Brennerlastanforderung, welche den Vorgabewert der angeforderten Leistung angibt, bestimmt werden. Dies insbesondere durch eine Skalierung der Brennerlastanforderung auf die tatsächliche Brennerleistung und eine Integration über den definierten Zeitraum. Alternativ eignet sich zur Bestimmung der Nutzleistung eine Mengenummessung der dem Dampfkessel zugeführten Flüssigkeit, insbesondere der Speisewassermenge.

[0028] Sollte keine Mengenummessung für den Dampf und/oder den Flüssigkeitszufluss vorhanden sein, bestehen folgende Alternativen, um die Nutzleistung zu bestimmen:

- die zugeführte Flüssigkeitsmenge wird über eine Drehzahlvorgabe der zuführenden Pumpe, den Innendruck im Dampfkessel und die Pumpenkennlinie ermittelt; oder
- die zugeführte Flüssigkeitsmenge wird über eine Ventilstellung eines in der Zuführleitung positionierten Ventils, z.B. durch Position des Schrittmotors des Ventils, sowie dem Innendruck im Dampfkessel und die Ventilkennlinie ermittelt; oder
- die zugeführte Flüssigkeitsmenge wird durch einfache Zweipunktregelung bestimmt, indem der Flüssigkeitsmassenstrom bei offenem Ventil gleich der Pumpennennleistung gesetzt wird.

[0029] Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens, mit einem Dampfkessel, aus welchem eine Ausschleuseleitung ausmündet, und mit einer Analyseeinrichtung zur Bestimmung eines (tatsächlichen) Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit durch die Ausschleuseleitung.

[0030] Mit einer solchen Vorrichtung ist es möglich, den tatsächlichen Energieverlust eines Ausschleusens von Flüssigkeit zu Bestimmen und bei zukünftigen Ausschleusevorgängen zu berücksichtigen, insbesondere

hinsichtlich einer Maximierung der Kesseleffizienz unter Berücksichtigung der Energieverluste beim Ausschleusen. Die verfahrensgemäßen Vorteile lassen sich mit einer solchen Vorrichtung entsprechend realisieren. Dabei kann die Vorrichtung gemäß den verfahrenstechnisch jeweils notwendigen Vorrichtungsmerkmalen ergänzt sein.

[0031] So kann der Dampfkessel unter anderem um eine Rückführleitung ergänzt sein, sodass der ausgeleitete Dampf nach einer technischen Anwendung wieder zurück in den Dampfkessel leitbar ist, vorzugsweise kondensiert als Flüssigkeit. Damit wird wenig Energie an die Umgebung abgegeben. Auch dies steigert die Effizienz des Dampfkessels.

[0032] In einer näheren Ausgestaltung weist die Vorrichtung eine Mengenbestimmungseinrichtung zur Bestimmung einer Durchflussmenge in der Ausschleuseleitung auf. Die Mengenbestimmungseinrichtung kann ein Mengensensor oder eine Mengenbestimmung über die Ventilstellung, Ventilkennlinie und Kesselinnendruck sein. Über die Bestimmte Durchflussmenge kann auf den Energieverlust bei einem Ausschleusen geschlossen werden.

[0033] Die Zeichnung stellt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dar und zeigt in

Fig. 1 eine schematische Anordnung eines Dampfkessels mit Analyseeinrichtung und Sensoren.

[0034] In Fig. 1 erkennt man einen Dampfkessel 1. Dieser umschließt einen hohlen Innenraum 2 mit Kesselsohle 15. Der Innenraum 2 ist teilweise, nämlich bis zu einer Füllstandlinie, mit Flüssigkeit 100 gefüllt. Am geodätisch oberen Ende des Dampfkessels 1 mündet ein Dampfausgang 4 aus. Dieser ist über eine Dampfleitung 16 mit einem Verbraucher 9 verbunden. Von dem Verbraucher 9 führt eine Rückführleitung 10 zurück in den Dampfkessel 1. Sie mündet insbesondere unterhalb der Flüssigkeitslinie in den Dampfkessel 1 ein.

[0035] Weiterhin erkennt man eine Zuführleitung 3, über welche frische Flüssigkeit 100 in den Dampfkessel 1 eingeleitet wird. In der Zuführleitung 3 ist ein Zuflussventil 17 angeordnet über welches die Zufuhr von Flüssigkeit 100 freigebbar und sperrbar ist.

[0036] Sowohl die Rückführleitung 10 als auch die Zuführleitung 3 münden zunächst in ein gemeinsames Vorlagegefäß 30. In dem Vorlagegefäß 30 wird die zurückströmende Flüssigkeit 100 gesammelt und mit frischer Flüssigkeit 100 vermischt, welche etwaige verlorene Flüssigkeit 100 ersetzt. Hinter dem Vorlagegefäß 30 teilen sich die Rückführleitung 10 und die Zuführleitung 3 einen gemeinsamen Leitungsabschnitt. In diesem liegt das Zuflussventil 17.

[0037] Am geodätisch unteren Ende des Dampfkessels 1, insbesondere an der Kesselsohle 15, mündet eine Ausschleuseleitung 5 zum Ausschleusen von Flüssigkeit 100 aus dem Dampfkessel 1 aus. Mit dieser Ausschleuseleitung 5 ist eine Abschlämmung durchführbar. In der

Ausschleuseleitung 5 ist ein Ausschleuseventil 11 angeordnet. Auf der dem Dampfkessel 1 abgewendeten Seite des Ausschleuseventils 11 sind ein erster Temperatursensor 12 und ein Mengensensor 18 zur Bestimmung einer Durchflussmenge positioniert, sowie mit einer Analyseeinrichtung 6 verbunden.

[0038] Außerdem mündet eine zweite Ausschleuseleitung 40 aus dem Dampfkessel 1 aus. Diese dient der Absalzung. Hierfür liegt die Ausmündung knapp unterhalb der Füllstandlinie der Flüssigkeit 100. In der zweiten Ausschleuseleitung 40 sind ein zweites Ausschleuseventil 42, ein zweiter Temperatursensor 44 und ein zweiter Mengensensor 46 angeordnet. Der zweite Temperatursensor 44 und der zweite Mengensensor 46 sind jeweils kommunizierend mit der Analyseeinrichtung 6 verbunden. Zusätzlich ist ein Außentemperatursensor 8 vorgesehen, der ebenfalls mit der Analyseeinrichtung 6 verbunden ist.

[0039] Des Weiteren erkennt man einen Brenner 20, welcher der Flüssigkeit 100 im Dampfkessel 1 Wärme zuführt. Zur Übertragung der Wärme auf die Flüssigkeit 100 weist der Brenner 20 einen Wärmetauscher 22 auf. Dieser ist unter anderem als horizontales Flammrohr 22 ausgeführt, welches durch den Innenraum 2 des Dampfkessels 1 hindurchführt. Es liegt unterhalb der Füllstandlinie.

[0040] Zur Regelung des Dampfkessels 1 ist eine Kesselsteuerung 7 vorhanden, welche mit dem Brenner 20, dem ersten Ausschleuseventil 11, dem zweiten Ausschleuseventil 42 und dem Zuflussventil 17 verbunden ist. Die drei Ventile 11, 17, 42 sind von der Kesselsteuerung 7 elektrisch verstellbar. Die Kesselsteuerung 7 ist kommunizierend mit der Analyseeinrichtung 6 verbunden.

[0041] Darüber hinaus ist die Kesselsteuerung 7 kommunizierend mit einem Drucksensor 19 zur Bestimmung eines Kesselinnendrucks sowie einem Abgastemperatursensor 21 im Bereich des Flammrohrs 22 verbunden.

[0042] Mit einer solchen Vorrichtung ist das erfindungsgemäße Verfahren durchführbar.

[0043] Abweichend zur Darstellung der Fig.1 kann die Analyseeinrichtung 6 optional als Bestandteil der Kesselsteuerung 7 ausgebildet sein. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit die Zuführleitung 3 und die Rückführleitung 10 separat in den Dampfkessel 1 einmünden zu lassen. Vorzugsweise wird dann ein Vorlagegefäß 30 in der Rückführleitung 10 angeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Dampfkessels (1), der einen Innenraum (2), eine Zuführleitung (3) zum Zuführen von Flüssigkeit (100), einen Dampfausgang (4), eine Ausschleuseleitung (5) zum Ausschleusen von Flüssigkeit (100) aus dem Dampfkessel (1) und eine Kesselsteuerung (7) aufweist, **gekennzeichnet durch** ein Bestimmen wenigstens des folgenden

Parameters mit Hilfe einer Analyseeinrichtung (6):

a) Bestimmen eines Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit (100) **durch** die Ausschleuseleitung (5).

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend den Schritt der Analyseeinrichtung (6) zum Bestimmen des Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit (100) durch die Ausschleuseleitung (5):

b) Bestimmen einer Durchflussmenge an ausgeschleuster Flüssigkeit (100) durch die Ausschleuseleitung (5).

3. Verfahren nach Anspruch 2, umfassend den Schritt:

c) Bestimmen der Durchflussmenge mit Daten eines Mengensensors in der Ausschleuseleitung (5) oder durch eine Berechnung basierend auf einer Ventilstellung eines Ausschleuseventils (11) in der Ausschleuseleitung (5), einer Ventilkennlinie und einem Kesselinnendruck.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, umfassend den Schritt der Analyseeinrichtung (6) zum Bestimmen des Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit (100) durch die Ausschleuseleitung (5):

d) Bestimmen einer Temperatur der ausgeschleusten Flüssigkeit (100); und

e) Berechnen eines Enthalpiestroms basierend auf der Durchflussmenge und der Temperatur der ausgeschleusten Flüssigkeit (100).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, umfassend den Schritt der Analyseeinrichtung (6) zum Bestimmen des Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit (100) durch die Ausschleuseleitung (5):

f) Bestimmen eines Kesselinnendrucks im Innenraum (2); und

g) Berechnen eines Enthalpiestroms basierend auf der Durchflussmenge der ausgeschleusten Flüssigkeit (100) und dem Kesselinnendruck.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, umfassend den Schritt:

h) Aufzeichnen der Durchflussmenge über dem gesamten Betriebszeitraum und über einen rückstellbaren Zeitraum.

7. Verfahren nach Anspruch 6, umfassend den Schritt:

i) Vergleich der Durchflussmenge über dem ge-

samten Betriebszeitraum und der Durchflussmenge über dem rückstellbaren Zeitraum;
 j) Ausgabe eines Signals, wenn sich das Verhältnis zwischen den beiden Durchflussmengen über der Zeit um einen definierten Betrag ändert.

5

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, umfassend den Schritt:

k) Berechnen eines Verhältnisses zwischen der Durchflussmenge und einem aus den Parametern zugeführte Flüssigkeitsmenge, Dampfmenge oder thermische Leistung;

10

l) Ausgabe eines Signals, wenn sich das Verhältnis über der Zeit um einen definierten Betrag ändert.

15

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem Dampfkessel (1), aus welchem eine Ausschleuseleitung (5) ausmündet, und mit einer Analyseinrichtung (6) zur Bestimmung eines Energieverlustes bei einem Ausschleusen von Flüssigkeit (100) durch die Ausschleuseleitung (5).

20

25

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** eine Mengenbestimmungseinrichtung (18) zur Bestimmung einer Durchflussmenge in der Ausschleuseleitung (5).

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

