

(19)



(11)

EP 2 594 860 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.05.2013 Patentblatt 2013/21

(51) Int Cl.:
F24H 1/16 (2006.01) F24H 9/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12184155.5**

(22) Anmeldetag: **13.09.2012**

(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: **Ness Wärmetechnik GmbH**
73630 Remshalden (DE)

(72) Erfinder: **Ness, Dr. Andreas J.**
73614 Schorndorf (DE)

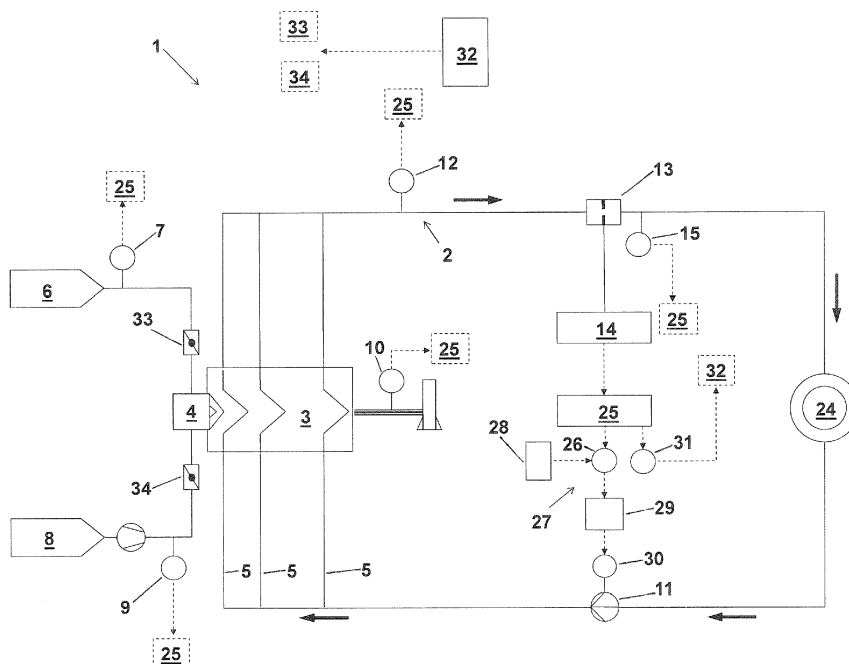
(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus**
Patentanwälte
Ruppmannstraße 27
70565 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **18.11.2011 DE 102011086644**

(54) Wärmeträgerölanlage und Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage

(57) Eine Wärmeträgerölanlage (1) ist mit einem Erhitzer (3) für Wärmeträgeröl versehen, der seinerseits eine Heizvorrichtung (4) sowie ein Erhitzerrohr (5) aufweist. Eine Ölversorgungsvorrichtung (11) der Wärmeträgerölanlage (1) erzeugt in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) einen Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl. In dem beheizten Erhitzerrohr (5) wird das Wärmeträgeröl auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt. Der Filmtemperatur-Istwert wird mittels einer Vorrichtung geregelt, die eine Temperaturbestimmungsvor-

richtung (25) zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes sowie eine Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) umfasst. Durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) wird der Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart eingestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht übersteigt.

**Figur 1****EP 2 594 860 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wärmeträgerölanlage

- mit einem Erhitzer für Wärmeträgeröl, der eine Heizvorrichtung sowie ein Erhitzerrohr aufweist, welches durch die Heizvorrichtung beheizt und von zu erhitzendem Wärmeträgeröl durchströmt ist, wobei das Wärmeträgeröl in dem beheizten Erhitzerrohr auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt ist sowie
- mit einer Ölversorgungsvorrichtung, welche in dem Erhitzerrohr des Erhitzers einen Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage,

- wobei in einem Erhitzerrohr eines Erhitzers für Wärmeträgeröl von einer Ölversorgungsvorrichtung ein Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt wird und
- wobei das Erhitzerrohr des Erhitzers durch eine Heizvorrichtung des Erhitzers beheizt und das zu erhitzende Wärmeträgeröl, welches das beheizte Erhitzerrohr durchströmt, in dem beheizten Erhitzerrohr auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt wird.

[0003] Bei Wärmeträgeröl handelt es sich um einen organischen Stoff, dessen Temperatur einen von der chemischen Zusammensetzung des Wärmeträgeröls abhängigen Maximalwert nicht überschreiten darf. Oberhalb der maximal zulässigen Temperatur würde das Wärmeträgeröl thermisch zersetzt beziehungsweise zerstört. Es ist daher dafür Sorge zu tragen, dass Wärmeträgeröl an dem Erhitzer einer Wärmeträgerölanlage nicht auf unzulässig hohe Werte erhitzt wird.

[0004] An einem Erhitzer mit einem oder mehreren beheizten und von zu erhitzendem Wärmeträgeröl durchströmten Erhitzerrohren ist die Temperatur des Wärmeträgeröls unmittelbar an der Wärmeträgerseite der Rohrwand am höchsten. Die Temperatur der Rohrwand an der Wärmeträgerseite ist in der deutschen Norm DIN 4754 vom September 1994 als "Filmtemperatur" definiert. Die Filmtemperatur des Wärmeträgeröls liegt deutlich über der "Wärmeträgertemperatur", das heißt der Temperatur des Wärmeträgeröls in der Mitte des Strömungsquerschnittes des durchströmten Erhitzerrohres. Die Temperatur des mit der Rohrwand unmittelbar in Kontakt befindlichen Wärmeträgeröls stimmt in guter Näherung mit der Filmtemperatur überein. Infolgedessen kann nachstehend der angesichts der DIN-gemäßen Definition der Filmtemperatur nicht ganz korrekte Begriff der "Filmtemperatur des Wärmeträgeröls" gebraucht werden. Aus den genannten Gründen darf der Istwert der Filmtemperatur des Wärmeträgeröls einen wärmeträgerspezifischen Höchstwert nicht übersteigen.

[0005] Derzeit gebräuchlich sind gattungsgemäße

Wärmeträgerölanlagen sowie gattungsgemäße Verfahren, deren Konfiguration sich an der DIN 4754 orientiert. Im Falle des Standes der Technik wird für den Betrieb des Erhitzers einer Wärmeträgerölanlage ein konstanter Mindestvolumenstrom von Wärmeträgeröl vorgegeben. Dieser Mindestvolumenstrom wird vom Hersteller der betreffenden Wärmeträgerölanlage festgelegt und ist derart bemessen, dass eine unzulässige Überhitzung des Wärmeträgeröls und somit eine über dem zulässigen Höchstwert liegende Filmtemperatur des Wärmeträgeröls mit Sicherheit vermieden wird. Dabei ist diejenige Stelle im Erhitzer maßgebend, an welcher bei maximaler Heizleistung der Heizvorrichtung die maximal mögliche Wärmemenge eingekoppelt wird. In der Praxis stimmen aber die Bedingungen, unter denen eine Wärmeträgerölanlage betrieben wird, in einer Vielzahl von Fällen nicht mit den Betriebsbedingungen überein, die bei der zurzeit üblichen Bemessung des Mindestvolumenstroms für den Erhitzer einer Wärmeträgerölanlage unterstellt werden. So werden die Erhitzer von Wärmeträgerölanlagen in der Praxis nicht dauerhaft bei Volllast mit maximaler Heizleistung der Heizvorrichtung betrieben. Der auf Volllast und maximale Heizleistung der Heizvorrichtung ausgelegte Mindestvolumenstrom von Wärmeträgeröl ist daher häufig überdimensioniert. Insbesondere Pumpenleistung, die zur Erzeugung des Mindestvolumenstroms bereitgestellt werden muss, wird verschwendet.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine unzulässige Überhitzung von Wärmeträgeröl abgestimmt auf den jeweiligen Anwendungsfall zu vermeiden.

[0007] Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch die Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 1 sowie durch das Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 5.

[0008] Im Falle der Erfindung wird demnach der Filmtemperatur-Istwert des Wärmeträgeröls bestimmt und in Abhängigkeit von dem bestimmten Wert derart geregelt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht übersteigt. Den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert bildet derjenige Wert, bei dessen Überschreiten das Wärmeträgeröl in Mitleidenschaft gezogen würde. Die Regelung des Filmtemperatur-Istwertes erfolgt erfindungsgemäß durch Steuerung des Erhitzers, im Einzelnen durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung, mittels derer der in dem Erhitzerrohr des Erhitzers strömende Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt wird. Dieser Volumenstrom wird erfindungsgemäß derart eingestellt, dass eine Überhitzung des Wärmeträgeröls ausgeschlossen ist.

[0009] In aller Regel ist eine unmittelbare Messung des Filmtemperatur-Istwertes nicht möglich. Die Temperaturbestimmung erfolgt dann anhand von Parametern, aus denen der Filmtemperatur-Istwert ermittelt werden kann. Diese Parameter werden teils gemessen, teils sind sie konstruktionsbedingt oder material- bzw. stoffspezifisch. Die erforderlichen Messungen werden vorzugswei-

se mit bauartzertifizierten Geräten und/oder mehrfach redundant (z.B. gleichzeitig mit mehreren Sensoren) durchgeführt. Methoden zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes an Wärmeträgerölanlagen sind bekannt. Die bekannten Methoden können an der erfindungsgemäßen Wärmeträgerölanlage und im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens angewandt werden. Bei dem Filmtemperatur-Höchstwert, der von dem Filmtemperatur-Istwert nicht überschritten werden darf, handelt es sich um eine von dem verwendeten Wärmeträgeröl abhängige Konstante. Sie wird dem Betreiber der Wärmeträgerölanlage üblicherweise von dem Hersteller beziehungsweise Lieferanten des Wärmeträgeröls mitgeteilt.

[0010] Sowohl die Temperaturbestimmung als auch die Steuerung des Erhitzers beziehungsweise der Ölversorgungsvorrichtung erfindungsgemäßer Wärmeträgerölanlagen erfolgt numerisch und unter Einsatz entsprechender Computer-Hardware und Computer-Software. Die für die Bestimmung der Filmtemperatur maßgebenden messbaren Parameter werden insbesondere online gemessen.

[0011] Besondere Ausführungsarten der erfindungsgemäßen Wärmeträgerölanlage gemäß Anspruch 1 und des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 5 ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 4 beziehungsweise 6 bis 9.

[0012] Gemäß den Ansprüchen 2 und 6 ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Filmtemperatur-Istwert einen Filmtemperatur-Grenzwert nicht überschreiten darf, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt. Die Festlegung eines derartigen Filmtemperatur-Grenzwertes sorgt dafür, dass bei der Regelung des Filmtemperatur-Istwertes ein Sicherheitsabstand von dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert eingehalten wird. Das Einhalten eines Sicherheitsabstands von dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert berücksichtigt insbesondere, dass eine Änderung des von der Ölversorgungsvorrichtung erzeugten Volumenstroms erst mit zeitlicher Verzögerung zu einer Veränderung des Filmtemperatur-Istwertes führt.

[0013] Erfindungsgemäß muss es sich bei dem Filmtemperatur-Grenzwert nicht zwingend um eine Konstante handeln. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Filmtemperatur-Grenzwert vielmehr variabel vorgegeben (Anspruch 7).

[0014] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Filmtemperatur-Istwert fortlaufend und somit zu jedem Zeitpunkt des Betriebs des Erhitzers bestimmt und unmittelbar oder über den darunter liegenden Filmtemperatur-Grenzwert mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert verglichen. Erforderlichenfalls wird der Filmtemperatur-Istwert durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung auf einen unproblematischen Wert abgesenkt (Ansprüche 3, 8).

[0015] Gemäß den Ansprüchen 4 und 9 ist in weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen,

dass der Erhitzer, insbesondere die Heizvorrichtung, der Wärmeträgerölanlage außer Funktion gesetzt wird, wenn der bestimmte Filmtemperatur-Istwert den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt.

[0016] Zur Auswertung der ermittelten Messwerte, zur online-Berechnung physikalischer Größen und zur Durchführung der erforderlichen Steuerung und Regelung können erfindungsgemäß eine Sicherheits-speicherprogrammierbare Steuerung (Failsafe SPS) und/oder ein Sicherheits-Embedded Computer und/oder eine vergleichbar zuverlässige Steuerung eingesetzt werden.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand beispielhafter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den grundsätzlichen Aufbau einer Wärmeträgerölanlage mit Filmtemperaturregelung und

Figur 2 den Algorithmus, nach dem an der Wärmeträgerölanlage gemäß Figur 1 der Filmtemperatur-Istwert bestimmt wird.

[0018] Ausweislich Figur 1 weist eine Wärmeträgerölanlage 1 einen Ölkreislauf 2 auf, in welchem herkömmliches Wärmeträgeröl zirkuliert. In den Ölkreislauf 2 eingeschaltet ist ein Erhitzer 3 mit einer Heizvorrichtung in Form eines Brenners 4. In dem dargestellten Beispielsfall beheizt der Brenner 4 insgesamt drei Erhitzerrohre 5 des Erhitzers 3. Eine Brennstoffversorgung 6 für den Brenner 4 ist in Figur 1 ebenso angedeutet wie ein an die Brennstoff-Zuleitung des Brenners 4 angeschlossener Brennstoff-Massenstrom-Fühler 7.

[0019] Zusätzlich zu der Brennstoffversorgung 6 ist für den Brenner 4 eine Verbrennungsluftversorgung 8 vorgesehen. An die Verbrennungsluft-Zuleitung des Brenners 4 ist ein Verbrennungsluft-Temperaturfühler 9 angeschlossen. Die Abgasseite des Brenners 4 beziehungsweise des Erhitzers 3 ist mit einem Sauerstoffsensor 10 für den Sauerstoffgehalt des Rauchgases versehen, welches beim Betrieb des Brenners 4 anfällt.

[0020] Zur Förderung des in dem Ölkreislauf 2 zirkulierenden Wärmeträgeröls dient eine Pumpe 11 herkömmlicher Bauart. Die Pumpe 11 bildet eine Ölversorgungsvorrichtung, die in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 einen Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt. Dabei verteilt sich das von der Pumpe 11 geförderte Ölvolumen gleichmäßig auf die drei Erhitzerrohre 5.

[0021] Das in den Erhitzerrohren 5 durch den Brenner 4 erhitze Wärmeträgeröl passiert nach dem Verlassen des Erhitzers 3 einen Vorlauftemperaturfühler 12, ehe es zu einer Strömungsmesssstelle 13 gelangt. An der Strömungsmesssstelle 13 sind eine Vorrichtung 14 zur Bestimmung des Wärmeträgerölvolumenstroms sowie ein Messfühler 15 für die Temperatur des Wärmeträgeröls vorgesehen.

[0022] Der Strömungsmesssstelle 13 ist in dem Ölkreislauf 2 ein Wärmeverbraucher 24 nachgeschaltet. In dem

Wärmeverbraucher 24 gibt das erhitzte Wärmeträgeröl Wärme ab. Anschließend wird das Wärmeträgeröl zur erneuten Erwärmung zurück zum Erhitzer 3 geführt. Die Wärmeträgerölanlage 1 bzw. deren Erhitzer 3 wird derart betrieben, dass der Wärmeverbraucher 24 mit der benötigten Wärmemenge bei benötigter Temperatur versorgt wird.

[0023] Der von der Pumpe 11 in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 erzeugte Volumenstrom von zu erhitzen- dem Wärmeträgeröl ist variabel. Durch gesteuertes Variieren dieses Volumenstroms wird der Filmtemperatur-Istwert des Wärmeträgeröls in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 derart geregelt, dass er an keinem Arbeitspunkt des Erhitzers 3 einen für das verwendete Wärmeträgeröl spezifischen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt. Bei Überschreiten des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes würde das Wärmeträgeröl in Mitleidenschaft gezogen, insbesondere thermisch zersetzt beziehungsweise zerstört.

[0024] Zur Regelung des Filmtemperatur-Istwertes wird dieser fortlaufend online bestimmt und online mit einem vorgegebenen Filmtemperatur-Grenzwert verglichen, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt. Wird bei dem Temperaturvergleich festgestellt, dass der bestimmte Filmtemperatur-Istwert oberhalb des vorgegebenen Filmtemperatur-Grenzwertes liegt, so wird durch Steuerung der Pumpe 11 der von dieser erzeugte Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 derart eingestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert auf den Filmtemperatur-Grenzwert beziehungsweise auf einen geringfügig unterhalb des Filmtemperatur-Grenzwertes liegenden Wert absinkt.

[0025] Die Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes ist vorliegend nicht durch unmittelbare Messung möglich. Stattdessen wird der Filmtemperatur-Istwert anhand einer Mehrzahl von Parametern ermittelt, bei denen es sich teils um Messwerte, teils um konstruktionsbedingte oder material- bzw. stoffspezifische Größen handelt.

[0026] Der Algorithmus, nach welchem an der Wärmeträgerölanlage 1 der Filmtemperatur-Istwert q bestimmt wird, ist in Figur 2 skizziert. Mit "(m)" sind dabei Messwerte, mit "(b)" sind konstruktionsbedingte oder material- bzw. stoffspezifische Größen gekennzeichnet.

[0027] Anhand des Flammendurchmessers d_F und anhand des von dem konstruktionsbedingten Erhitzerwendeldurchmesser, d.h. dem Wendeldurchmesser der in dem vorliegenden Beispielsfall schraubenartig verlaufenden Erhitzerrohre 5, abhängigen Emissionsgrades Flamme-Wand E_{FW} wird die unkorrigierte Wärmestromdichte $\dot{q}_0$ vermittelt. Der für den Flammendurchmesser d_F unter anderem maßgebende Brennstoffmassenstrom wird mittels des Brennstoff-Massenstrom-Fühlers 7 der Wärmeträgerölanlage 1 gemessen. Im übrigen ist der Flammendurchmesser d_F von der gewählten Brennstoffart und der Bauart des Brenners 4 abhängig. Beide Parameter sind bekannt.

[0028] Auf der Grundlage der unkorrigierten Wärmestromdichte $\dot{q}_0$ wird unter Berücksichtigung der Luftüberschusszahl n und eines Korrekturfaktors f die Wärmestromdichte $\dot{q}$ berechnet. Die Luftüberschusszahl n kann als brennstoffspezifische Konstante angesetzt werden (z.B. 1,15 für Gas, 1,2 für HEL oder 1,3 für schweres Heizöl). Wenn, wie im vorliegenden Fall an dem Sauerstoffsensord 10 der Wärmeträgerölanlage 1, der Sauerstoffgehalt des beim Betrieb des Brenners 4 anfallenden Rauchgases gemessen wird, kann alternativ eine anhand des Sauerstoffgehaltes des Rauchgases berechnete Luftüberschusszahl n berücksichtigt werden. Die Verbrennungslufttemperatur zur Ermittlung des Korrekturfaktors f wird mittels des Verbrennungsluft-Temperatur-Fühlers 9 der Wärmeträgerölanlage 1 gemessen.

[0029] Die Wärmestromdichte $\dot{q}$ ist eine von drei Größen, anhand derer die Filmtemperaturerhöhung Δq bestimmt wird. Außerdem benötigt werden die konstruktionsbedingten Rohrabmessungen der Erhitzerrohre 5 des Brenners 4 sowie der Wärmeübergangskoeffizient innen α_i . Letzterer wird aus der Strömungsgeschwindigkeit im Erhitzerrohr v unter Berücksichtigung der Reynolds-Zahl Re , der Prandtl-Zahl Pr , der Wärmeleitfähigkeit λ des verwendeten Wärmeträgeröls und des Innendurchmessers d_i der Erhitzerrohre 5 bestimmt.

[0030] Die Strömungsgeschwindigkeit im Erhitzerrohr v ist unter anderem abhängig von dem Wärmeträgeröl-Volumenstrom, der an der Vorrichtung 14 der Wärmeträgerölanlage 1 als Gesamt-Volumenstrom gemessen wird. Außerdem maßgebend sind die Anzahl der Erhitzerrohre 5 ("Röhrgangszahl") sowohl deren Rohrabmessungen.

[0031] Die Wärmeleitfähigkeit λ des verwendeten Wärmeträgeröls ist abhängig von der verwendeten Wärmeträgerölart und von der Wärmeträgeröltemperatur, die mit Hilfe des Messfühlers 15 der Wärmeträgerölanlage 1 bestimmt wird.

[0032] Der letztlich zu ermittelnde Filmtemperatur-Istwert q des Wärmeträgeröls ergibt sich als Summe aus der in der vorstehend beschriebenen Weise ermittelten Filmtemperaturerhöhung Δq und der Vorlauftemperatur des Wärmeträgeröls, die ihrerseits durch den Vorlauftemperaturfühler 12 der Wärmeträgerölanlage 1 gemessen wird.

[0033] Berechnet wird der Filmtemperatur-Istwert q in einem numerischen Filmtemperaturrechner 25, der demnach eine Temperaturbestimmungsvorrichtung zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes q bildet.

[0034] In Abhängigkeit von dem mittels des Filmtemperaturrechners 25 bestimmten Filmtemperatur-Istwertes q wird der Erhitzer 3 gesteuert.

[0035] Zu diesem Zweck wird der Filmtemperatur-Istwert q einer Vergleichseinheit 26 einer numerischen Vorrichtung 27 zur Steuerung der Pumpe 11 zugeführt. In einem Datenspeicher 28 der Vorrichtung 27 zur Steuerung der Pumpe 11 ist der Filmtemperatur-Grenzwert hinterlegt, der von dem Filmtemperatur-Istwert q nicht überschritten werden darf.

[0036] In der Vergleichseinheit 26 wird der fortlaufend bestimmte Filmtemperatur-Istwert q fortlaufend online mit dem in dem Datenspeicher 28 hinterlegten Filmtemperatur-Grenzwert verglichen. Wird bei diesem Vergleich festgestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert q den Filmtemperatur-Grenzwert übersteigt, so generiert eine Steuereinheit 29 der Vorrichtung 27 zur Steuerung der Pumpe 11 ein Steuersignal für einen Pumpenmotor 30 der Pumpe 11. Aufgrund dieses Steuersignals wird der von der Pumpe 11 erzeugte Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl derart vergrößert, dass der Filmtemperatur-Istwert q auf den Filmtemperatur-Grenzwert oder geringfügig darunter absinkt. Die Leistung der Pumpe 11 wird dementsprechend bedarfsabhängig geregelt. Eine Verschwendung von Pumpenleistung wird vermieden.

[0037] In dem gezeigten Beispielsfall wird der mittels des Filmtemperaturrechners 25 bestimmte Filmtemperatur-Istwert q nicht nur mit dem in dem Datenspeicher 28 hinterlegten Filmtemperatur-Grenzwert sondern darüber hinaus auch mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert verglichen. Dieser Temperaturvergleich wird in einer Sicherheits-Vergleichseinheit 31 der numerischen Steuerung für den Erhitzer 3 durchgeführt. Wird festgestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert q über dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert liegt, so generiert eine Sicherheits-Steuereinheit 32 ein Steuersignal, aufgrund dessen Sicherheitsklappen 33, 34 in der Brennstoff-Zuleitung sowie in der Verbrennungsluft-Zuleitung des Brenners 4 die Brennstoffzufuhr und die Verbrennungsluftzufuhr zu dem Brenner 4 unterbrechen und dadurch den Erhitzer 3 außer Funktion setzen.

Patentansprüche

1. Wärmeträgerölanlage

- mit einem Erhitzer (3) für Wärmeträgeröl, der eine Heizvorrichtung (4) sowie ein Erhitzerrohr (5) aufweist, welches durch die Heizvorrichtung (4) beheizt und von zu erheizendem Wärmeträgeröl durchströmt ist, wobei das Wärmeträgeröl in dem beheizten Erhitzerrohr (5) auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt ist sowie
 - mit einer Ölversorgungsvorrichtung (11), welche in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) einen Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl erzeugt,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- eine Vorrichtung zur Regelung des Filmtemperatur-Istwertes vorgesehen ist, die eine Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes sowie eine Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) in Abhängigkeit von dem mittels der Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) bestimmten Filmtemperatur-Istwert aufweist, wobei die Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) eine Vor-

richtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) umfasst, die durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) den Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart einstellt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht übersteigt.

2. Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) den Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart einstellt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen Filmtemperatur-Grenzwert nicht überschreitet, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt.
3. Wärmeträgerölanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) den Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und dass die Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) eine Vergleichseinheit (26) umfasst, welche den fortlaufend bestimmten Filmtemperatur-Istwert fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder mit dem Filmtemperatur-Grenzwert vergleicht und dass die Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) bei Überschreiten des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes oder des Filmtemperatur-Grenzwertes durch den Filmtemperatur-Istwert den Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, derart einstellt, dass der Filmtemperatur-Istwert auf einen Wert sinkt, der den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder den Filmtemperatur-Grenzwert nicht übersteigt.
4. Wärmeträgerölanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) den Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und dass die Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) eine Vergleichseinheit (31) umfasst, welche den fortlaufend bestimmten Filmtemperatur-Istwert fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert vergleicht und dass die Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) den Erhitzer (3), insbesondere dessen Heizvorrichtung (4), außer Funktion setzt, wenn der Filmtemperatur-Istwert den zulässigen

Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt.

5. Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage (1),

• wobei in einem Erhitzerrohr (5) eines Erhitzers (3) für Wärmeträgeröl von einer Ölversorgungsvorrichtung (11) ein Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl erzeugt wird und

• wobei das Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) durch eine Heizvorrichtung (4) des Erhitzers (3) beheizt und das zu erheizende Wärmeträgeröl, welches das beheizte Erhitzerrohr (5) durchströmt, in dem beheizten Erhitzerrohr (5) auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Filmtemperatur-Istwert geregelt wird, indem der Filmtemperatur-Istwert bestimmt und der Erhitzer (3) in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert gesteuert wird, wobei der Erhitzer (3) in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert gesteuert wird, indem durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) der von der Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugte Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart eingestellt wird, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht überschreitet.

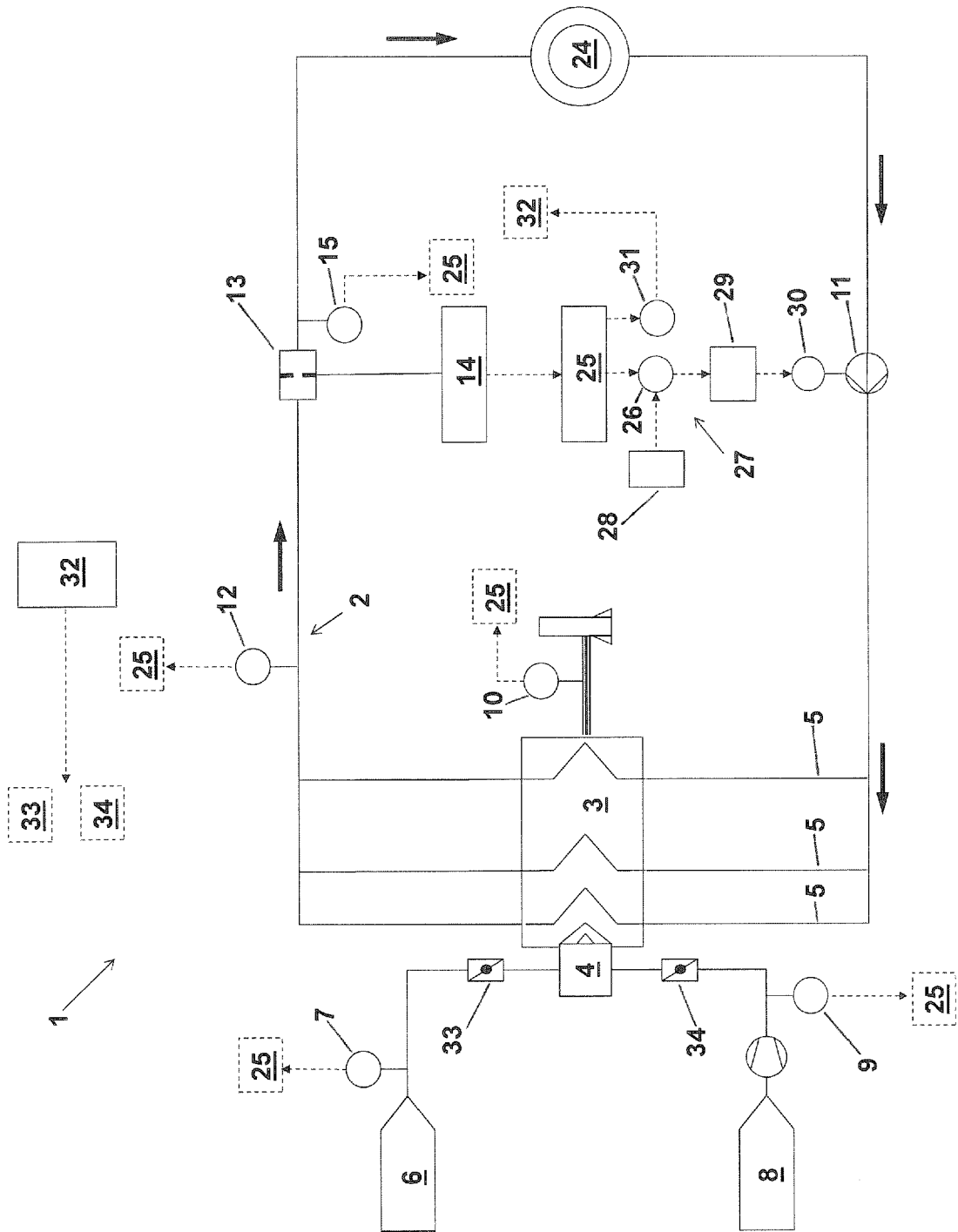
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) der von der Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugte Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart eingestellt wird, dass der Filmtemperatur-Istwert einen Filmtemperatur-Grenzwert nicht überschreitet, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturdifferenz, um welche der Filmtemperatur-Grenzwert unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt, variabel vorgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder mit dem Filmtemperatur-Grenzwert verglichen wird und dass bei Überschreiten des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes oder des Filmtemperatur-Grenzwertes durch den Filmtemperatur-Istwert der

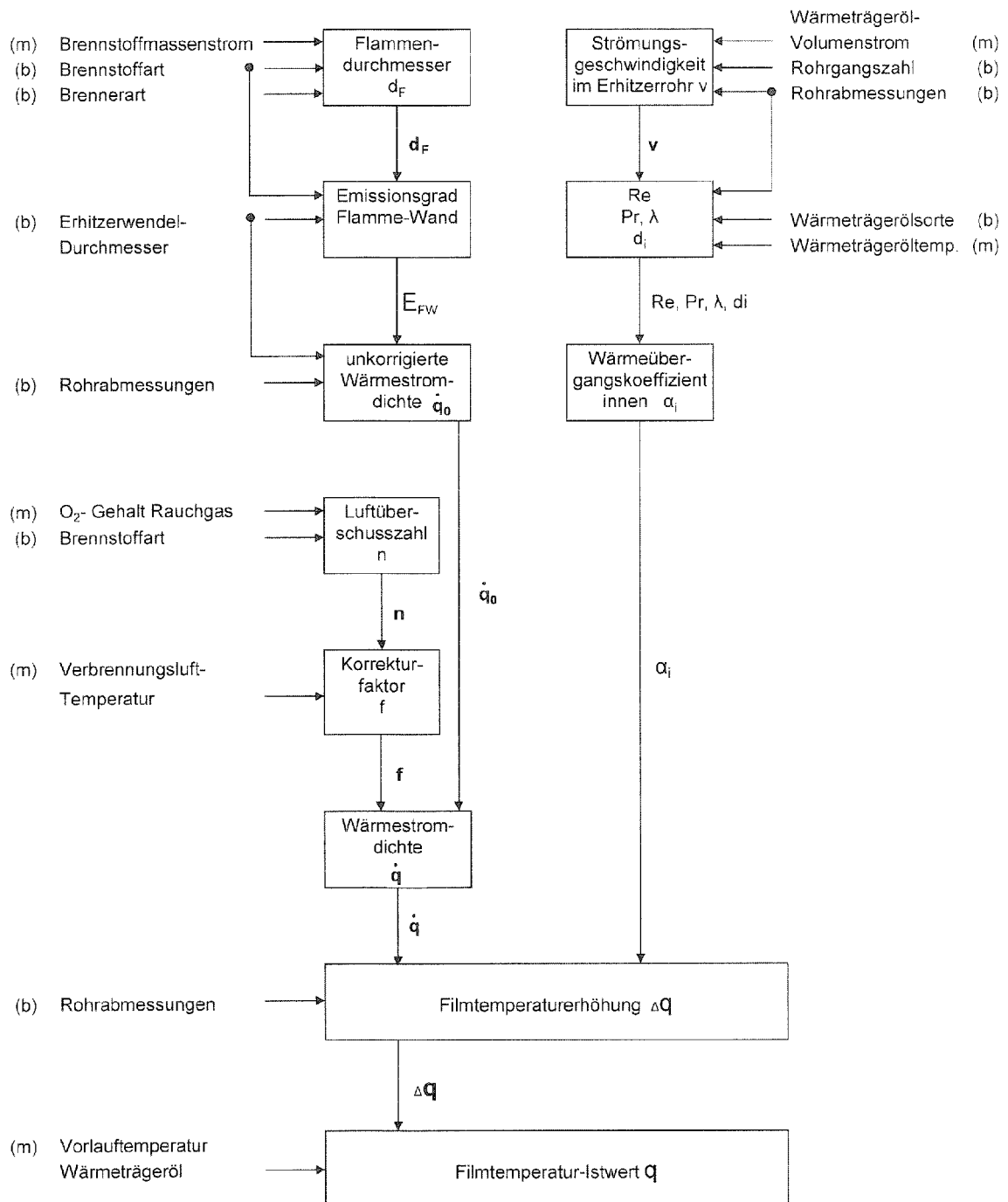
von der Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugte Volumenstrom von zu erheizendem Wärmeträgeröl derart eingestellt wird, dass der Filmtemperatur-Istwert auf einen Wert sinkt, der den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder den Filmtemperatur-Grenzwert nicht übersteigt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert verglichen wird und dass der Erhitzer (3), insbesondere dessen Heizvorrichtung (4), außer Funktion gesetzt wird, wenn der Filmtemperatur-Istwert den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt.



Figur 1

- (m) Messwert
(b) bekannt aus Konstruktionsdaten



Figur 2