

(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2017 007 799 A1** 2019.02.21

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 007 799.1**

(22) Anmeldetag: **17.08.2017**

(43) Offenlegungstag: **21.02.2019**

(51) Int Cl.: **F23N 5/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Linde Aktiengesellschaft, 80331 München, DE**

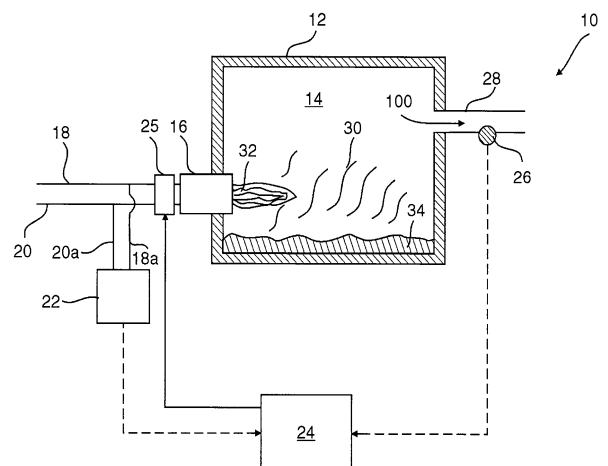
(72) Erfinder:

**Niehoff, Thomas, Dr., 81735 München, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Ofenanlage und Verfahren zum Betreiben eines Ofens**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Ofens (12) mit einem Ofenraum (14), der mittels zumindest eines Brenners (16) beheizt wird, wobei das Verfahren ein Überwachen einer Verbrennung in dem Ofenraum (14) und ein Überwachen eines Heizwertes eines für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs umfasst. Ferner betrifft die Erfindung eine Ofenanlage (10), eine Steuereinheit (24) und ein Computerprogrammprodukt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Steuereinheit zum Betreiben eines Ofens, sowie eine Ofenanlage, ein Computerprogrammprodukt und ein maschinenlesbares Speichermedium. Insbesondere liegt die Erfindung auf dem Gebiet des Betriebes eines Ofens zum Schmelzen von metallhaltigem Material.

**[0002]** Zum Schmelzen von metallhaltigem Material wird typischerweise das metallhaltige Material, welches auch als Chargiermaterial bzw. Chargiergut bezeichnet wird, in den Ofenraum eines Ofens eingebracht. Der Ofenraum wird dabei mittels eines Brenners auf derart hohe Temperaturen erhitzt, dass die metallhaltigen Bestandteile des Chargiermaterials zumindest teilweise schmelzen und sich von anderen Bestandteilen des Chargiermaterials trennen, während vorzugsweise Verunreinigungen im Chargiermaterial, welche insbesondere als organische Bestandteile vorliegen können, in Ofenraum verbrannt werden.

**[0003]** Der zum Beheizen des Ofenraums verwendete Brenner wird typischerweise mit einem Brennstoff, wie etwa einem Brenngas bzw. Heizgas, beheizt, welches dem Brenner neben Sauerstoff zugeführt wird, sodass der Brenner vorzugsweise eine Flamme erzeugt, mittels welcher der Ofenraum beheizt wird.

**[0004]** Die Menge an Wärme, welche der Brenner im Ofenraum zum wirtschaftlichen Einschmelzen/Aufwärmen von Metallen/Glas im Ofenraum bereitstellen muss, hängt dabei häufig vom Chargiergut und dessen Beschaffenheit ab. So kann beispielsweise bei einem Chargiergut, welches einen großen Anteil an organischen Bestandteilen aufweist, eine geringere Wärmemenge ausreichend sein, welche durch den Brenner Ofenraum eingetragen wird, als bei einem Chargiergut mit einem geringeren Anteil an organischen Bestandteilen, da die Verbrennung zumindest eines Teils dieser organischen Bestandteile des Chargierguts im Ofenraum ebenfalls Wärmeenergie frei werden lässt, welche zur Temperaturerhöhung und/oder zur Verbrennung beitragen kann. Es ist daher im Stand der Technik bekannt, den Wärmeeintrag mittels des Brenners an die im Ofenraum stattfindende Verbrennung anzupassen und insbesondere die dem Brenner zugeführte Menge an Brennstoff und/oder Sauerstoff in Abhängigkeit des organischen Anteils im Chargiergut anzupassen bzw. zu regeln.

**[0005]** Herkömmlicherweise werden dazu oft die Abgase überwacht, welche bei der Verbrennung im Ofenraum entstehen. Dabei werden beispielsweise Konzentrationen von bestimmten Gasen und/oder Partikeln in den Abgasen gemessen, wie etwa von

Kohlenmonoxid, Sauerstoff, Kohlendioxid und/oder Stickoxiden.

**[0006]** Beispielsweise sind Verfahren zum Betrieb eines Ofens aus den Druckschriften EP 2 278 245 A1 und US 8,163,062 B2 bekannt.

**[0007]** Den aus dem Stand Technik bekannten Verfahren haftet dabei der Nachteil an, dass anhand der Abgase, welche im Ofenraum entstehen, nicht immer zuverlässig beurteilt werden kann, auf welche Ursache eine Änderung des Verbrennungsvorgangs im Ofenraum zurückzuführen ist und welche Parameter zur Vermeidung derartige Änderungen nachjustieren sind.

**[0008]** Der Erfindung liegt daher die technische Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Ofens sowie eine Ofenanlage bereitzustellen, welche eine zuverlässigere Regelung und/oder Steuerung des Verbrennungsvorgangs im Ofenraum ermöglichen und eine größere Flexibilität hinsichtlich des verwendbaren Brennstoffs besitzen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, eine Steuereinheit, eine Ofenanlage, ein Computerprogrammprodukt und ein maschinenlesbares Speichermedium mit den Merkmalen der jeweiligen unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0010]** In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Ofens mit einem Ofenraum, der mittels zumindest eines Brenners beheizt wird, wobei das Verfahren ein Überwachen einer Verbrennung in dem Ofenraum und ein Überwachen eines Heizwertes eines für den Brenner bestimmten Brennstoffs umfasst.

**[0011]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Steuereinheit zum Betreiben eines Ofens mit einem Ofenraum, der mittels zumindest eines Brenners beheizt wird, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

**[0012]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Ofenanlage aufweisend einen Ofen mit einem Ofenraum, einen Brenner zum Beheizen des Ofenraums, sowie eine erfindungsgemäße Steuereinheit.

**[0013]** Das Überwachen der Verbrennung im Ofenraum kann dabei zeitlich kontinuierlich erfolgen und/oder zu diskreten Zeitpunkten, beispielsweise in regelmäßigen Zeitabständen. Vorzugsweise erfolgt das Überwachen der Verbrennung anhand von Messungen von Abgasen, welchen bei der Verbrennung in der Ofenkammer entstehen.

**[0014]** Auch das Überwachen des Heizwertes des für den Brenner bestimmten Brennstoffs kann zeitlich kontinuierlich erfolgen und/oder zu diskreten Zeitpunkten, beispielsweise in regelmäßigen Zeitabständen.

**[0015]** Die Erfindung bietet den Vorteil, dass das Überwachen des Heizwertes des für den Brenner bestimmten Brennstoffs eine unmittelbare Überwachung des Brenners bzw. der Leistung des Brenners bzw. des Wärmeeintrags in den Ofenraum mittels des Brenners ermöglicht, ohne dass die dabei ermittelten Messwerte durch etwaige Messverfälschungen beeinflusst werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, bei welchen oftmals auch die Regelung des Brenners ausschließlich anhand einer Überwachung der Verbrennung im Ofenraum bzw. anhand einer Überwachung der Abgase, welche bei der Verbrennung im Ofenraum entstehen, erfolgt, haben Einflüsse, welche sich zwar auf die Verbrennung im Ofenraum auswirken, keine Verfälschung der Messung der Leistung des Brenners bzw. des Wärmeeintrags in den Ofenraum durch den Brenner zur Folge. So kann beispielsweise die Brennerleistung bzw. der Wärmeeintrag durch den Brenner auch dann in korrekter Weise ermittelt und dessen Betrieb störungsfrei fortgesetzt werden, wenn sich bei der Verbrennung im Ofenraum Änderungen ergeben, wie zum Beispiel durch eine Variation des organischen Anteils im Chargiergut und/oder durch den Eintritt von Falschluff in den Ofenraum. Derartige Störeinflüsse können die Verbrennung im Ofenraum signifikant beeinflussen und sind herkömmlicherweise nicht von einer Variation des Betriebs des Brenners anhand der Überwachung der Verbrennung im Ofenraum zu unterscheiden. Dadurch, dass erfindungsgemäß der Heizwert des für den Brenner bestimmten Brennstoffs unabhängig von der Verbrennung im Ofenraum überwacht wird, können hingegen störende Einflüsse im Ofenraum von einer Änderung des Betriebs des Brenners bzw. des Heizwertes des Brennstoffs unterschieden werden und führen somit vorzugsweise nicht zu einer unnötigen und/oder falschen Anpassung der Brennstoffzufuhr und/oder Sauerstoffzufuhr zum Brenner.

**[0016]** Ferner bietet die Erfindung den Vorteil, dass Änderungen des Heizwertes des für den Brenner bestimmten Brennstoffs vorzugsweise vor dem Zuführen des Brennstoffs zum Brenner erkannt werden können und somit die Brennstoffzufuhr und/oder die Zufuhr von Sauerstoff zum Brenner, welche zur Verbrennung des Brennstoffs benötigt wird, angepasst werden können. Dies ermöglicht es, den Betrieb des Brenners hinsichtlich der Effizienz zu optimieren und die Verbrennung derart zu regeln, dass der Brenner wie gewünscht bzw. wie benötigt betrieben werden kann. Ferner ermöglicht dies, Brennstoffe zur Verbrennung im Brenner zu verwenden, welche beispielsweise einen nicht gleichbleibenden bzw. einen

schwankenden Heizwert aufweisen und somit für den effizienten Betrieb des Brenners eine regelmäßige und/oder kontinuierliche nach Regelung der Brennstoffzufuhr und/oder der Sauerstoffzufuhr zum Brenner erfordern können. Insbesondere kann die Erfindung somit den Vorteil bieten, dass auch minderwertige Brennstoffe, welche sich beispielsweise durch einen schwankenden und/oder variierenden Heizwert auszeichnen, verbrannt werden können, ohne Abstriche bei der Effizienz des Betriebs des Brenners und/oder der Ofenanlage oder gar Beschädigungen des Brenners und/oder der Ofenanlage hinzunehmen bzw. befürchten zu müssen.

**[0017]** Beispielsweise können Biogase und/oder Schwachgas oder Pyrolysegas oder Koksofengas solche minderwertigen Brennstoffe darstellen, da Biogase häufig keinen gleichbleibenden Heizwert aufweisen, sondern unterschiedliche Biogasvorräte unterschiedliche Heizwerte aufweisen können, so dass bei einer kontinuierlichen Zufuhr von Biogas als Brennstoff in den Brenner Schwankungen bzw. Variationen des Heizwertes auftreten können. Somit bietet die Erfindung den Vorteil, dass diese das Betreiben eines Ofens bzw. einer Ofenanlage mit vergleichsweise minderwertigen Biogas ermöglicht, wodurch Kosteneinsparungen erreicht werden können, gegenüber der Versorgung des Ofens bzw. der Ofenanlage mit höherwertigeren Brennstoffen, welche zwar geringere Schwankungen in ihrem Heizwert aufweisen, jedoch auch oftmals deutlich teurer in ihrer Anschaffung sind.

**[0018]** Dass der Brennstoff einen schwankenden und/oder variierenden Heizwert aufweist bedeutet dabei, dass verschiedene Volumen bzw. Vorräte von Brennstoff einen unterschiedlichen Heizwert aufweisen können, welche beispielsweise zeitlich nacheinander dem Brenner zugeführt werden können.

**[0019]** Ferner bietet die Erfindung den Vorteil, dass der Energieeintrag in die Ofenkammer bzw. im Ofenraum durch den Brenner bzw. die Feuerungsleistung des Brenners ermittelt werden kann und insbesondere konstant gehalten werden kann, da der Brenner entsprechend des ermittelten Heizwertes nachgeregelt werden kann. Zudem bietet die Erfindung den Vorteil, dass auch eine Anpassung der Flammencharakteristik bzw. Brenncharakteristik erfolgen kann und mittels einer entsprechenden Regelung des Brenners eingestellt werden kann.

**[0020]** Dadurch, dass auch die Verbrennung im Ofenraum überwacht wird, kann auch eine Anpassung der Brennerleistung und/oder Feuerungsleistung entsprechend der aus dem Chargiergut bereitgestellten Wärme aufgrund der verbrennenden organischen Anteile und der vorgewärmten Verbrennungsluft, welche über den Brenner in den Ofenraum eingespeist wird, erfolgen.

**[0021]** Vorzugsweise kann dem Brenner ein Zusatzbrennstoff beigemischt werden über eine Zusatzbrennstoffzufuhr, um den Heizwert des Brennstoffs, welcher dem Brenner zugeführt wird, anzupassen bzw. zu ändern. Insbesondere kann der Zusatzbrennstoff einen besonders hochwertigen Brennstoff umfassen bzw. daraus bestehen, wie etwa Erdgas und/oder Wasserstoff und/oder Propan und/oder andere Kohlenwasserstoffe. Dies bietet den Vorteil, dass auch minderwertige Brennstoffe, d.h. Brennstoffe mit geringem Heizwert, im Brenner verbrannt werden können, wobei bei Bedarf eines höheren Heizwerts und/oder zum Ausgleich von Heizwertschwankungen ein hochwertiger Brennstoff beigemischt werden kann, um den Heizwert zu erhöhen und/oder anzupassen.

**[0022]** Dies bietet den Vorteil, dass auch bei der Verwendung bzw. Verbrennung von Brenngasen mit schwankendem Heizwert eine Optimierung der Verbrennung sowohl im Brenner als auch im Ofenraum möglich ist. Zudem bietet dies die Möglichkeit, beim Verbrennen und/oder Schmelzen eines Chargierguts mit unbekanntem organischem Anteil die Zufuhr von Brennstoff anzupassen, um den tatsächlichen organischen Anteil im Chargiergut zu berücksichtigen. Beispielsweise kann das Chargiergut Farben und/oder Öle und/oder Fette und/oder andere organische Anhaftungen aufweisen, welche einen hohen Brennwert aufweisen und somit die Einspeisung eines Brennstoffs mit niedrigerem Heizwert in den Brenner und/oder die Einspeisung von einer geringeren Menge an Brennstoff in den Brenner vorteilhaft erscheinen lassen. Ferner bietet dies den Vorteil, dass auch eine Optimierung der Verbrennung auf die gewünschten Verbrennungsbedingungen erfolgen kann, so dass die Verbrennung im Ofenraum beispielsweise zum Chargieren und/oder Aufwärmen und/oder Schmelzen und/oder Legieren und/oder Warmhalten und/oder Gießen und/oder Sintern der Feuerfestausmauerung eingestellt bzw. angepasst werden kann. Auch kann die Verbrennung dadurch für ein Wiedererwärmen und/oder zur thermischen Behandlung, wie etwa zur Homogenisierung und/oder zum Weichglühen metallische und nicht metallische Materialien, wie etwa Glas und/oder Mineralien im Chargiergut optimiert werden. Auch kann eine Optimierung der Verbrennung zur Maximierung der metallischen Ausbeute aus dem Chargiergut optimiert werden. Zudem ermöglicht die Erfindung eine Verminderung von Emissionen, wie etwa Kohlendioxid und/oder Stickoxiden und/oder Kohlenmonoxid und/oder Staub. Auch kann der Eintrag von Sauerstoff in den Ofenraum durch die Überwachung des Heizwerts kontrolliert bzw. minimiert werden, um beispielsweise ein unerwünschtes Oxidieren des metallischen Chargierguts und/oder ein Lösen des Sauerstoffs im flüssigen, metallischen Chargiergut zu reduzieren oder zu vermeiden. Ferner bietet die Erfindung den Vorteil,

dass durch die Überwachung des Heizwerts der Verbrauch von Brennstoff reduziert werden kann.

**[0023]** Vorzugsweise erfolgt beim Betreiben des Ofens zumindest teilweise ein Schmelzen eines metallischen Chargierguts im Ofenraum. Mit anderen Worten wird der Ofen bzw. die Ofenanlage derart betrieben, dass darin ein metallisches Chargiergut bzw. Chargiergut mit metallischen Anteilen geschmolzen werden kann und/oder Verunreinigungen, insbesondere organische Verunreinigungen, verbrannt werden können.

**[0024]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren ein Regeln des Brenners in Abhängigkeit von der Verbrennung im Ofenraum und in Abhängigkeit von dem Heizwert des für den Brenner bestimmten Brennstoffs. Mit anderen Worten werden die beim Überwachen der Verbrennung im Ofenraum und beim Überwachen des Heizwertes des für den Brenner bestimmten Brennstoffs gewonnenen Erkenntnisse für eine Steuerung und/oder Regelung des Brenners genutzt. Dadurch kann die Verbrennung im Ofenraum optimiert werden und somit die Effizienz des Ofens bzw. der Ofenanlage verbessert werden.

**[0025]** Das Regeln des Brenners umfasst dabei vorzugsweise ein Regeln einer Sauerstoffzufuhr zum Brenner und/oder ein Regeln einer Brennstoffzufuhr zum Brenner umfasst. Dadurch kann erreicht werden, dass die Verbrennung des Brennstoffs im Brenner optimiert wird und somit eine verbesserte Wärmeausbeute und/oder eine gewünschte Art von Flammen und/oder ein geringerer Schadstoffausstoß durch den Brenner bereitgestellt werden.

**[0026]** Vorzugsweise umfasst das Überwachen des Heizwertes des für den Brenner bestimmten Brennstoffs ein Vorverbrennen eines Teils des für den Brenner bestimmten Brennstoffs. Dazu kann beispielsweise der Teil für das Vorverbrennen bestimmte Teil des für den Brenner bestimmten Brennstoffs vom restlichen Teil des für den Brenner bestimmten Brennstoffs abgezweigt werden, bevor der restliche Teil des für den Brenner bestimmten Teils des Brennstoffs dem Brenner zugeführt wird. Durch das Vorverbrennen eines Teils des Brennstoffs, bevor der restliche Teil des Brennstoffs dem Brenner zugeführt wird, kann der Heizwert des Brennstoffs auf unmittelbarem Wege ermittelt bzw. überwacht werden und somit der dem Brenner zugeführte Brennstoff charakterisiert werden, um etwa den Brenner bestmöglich zu regeln und das bestmögliche Verhältnis aus Brennstoff und Sauerstoff und/oder Zusatzbrennstoff und/oder Zusatzsauerstoff, welche dem Brenner zugeführt werden, einzustellen. Dabei erfolgt vorzugsweise ein Ermitteln eines Sauerstoffbedarfs für die Vorverbrennung, anhand welchem sich vorzugsweise der Sauerstoffbedarf für eine bestmögliche bzw. gewünschte Verbrennung des restlichen Teils des Brennstoffs

Brenner ableiten lässt. Beispielsweise kann zur Ermittlung des bestmöglichen Sauerstoffbedarfs bzw. der bestmöglichen Sauerstoffzufuhr und/oder Brennstoffzufuhr in den Brenner das bei der Vorverbrennung entstehende Abgas überwacht charakterisiert bzw. analysiert werden, was insbesondere anhand von Konzentrationen und/oder Anteilen der im Abgas vorhandenen Anteile erfolgen kann, wie insbesondere anhand des Kohlenmonoxids und/oder Kohlendioxids und/oder Wasserstoffs und/oder Sauerstoffs.

**[0027]** Darüber hinaus erfolgt vorzugsweise ein Regeln einer Sauerstoffzufuhr in den Ofenraum in Abhängigkeit von der Verbrennung im Ofenraum. Beispielsweise kann die Ofenanlage eine oder mehrere Sauerstoffanlagen aufweisen, mittels welchen Sauerstoff und/oder andere brandfördernde Substanzen, wie etwa Luft, direkt in die Ofenkammer eingespeist werden können, ohne dass diese zunächst dem Brenner zugeführt werden müssen. Das Einspeisen von Sauerstoff und/oder anderen brandfördernden Substanzen direkt in den Ofenraum erfolgt dabei vorzugsweise in Abhängigkeit der Verbrennung im Ofenraum, welche beispielsweise durch die Überwachung der Verbrennung im Ofenraum bzw. der dabei entstehenden Abgase charakterisiert bzw. analysiert wurde. Dies bietet den Vorteil, dass die Einstellung und/oder die Regelung und/oder der Betrieb des Brenners in einem noch größeren Maße unabhängig von anderen die Verbrennung im Ofenraum beeinflussenden Parametern erfolgen kann. Vorzugseise umfasst die Überwachung der Verbrennung im Ofenraum eine Messung zumindest eines Abgasparameters von Abgasen, welche bei der Verbrennung im Ofenraum entstehen, wobei vorzugsweise zumindest ein Abgasparameter eine Konzentration von Kohlenmonoxid und/oder Sauerstoff und/oder Kohlendioxid und/oder Stickoxid umfasst.

**[0028]** Eine erfindungsgemäße Steuereinheit und/oder Recheneinheit ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

**[0029]** Auch die Implementierung des Verfahrens in Form eines Computerprogrammprodukts ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind vorzugsweise maschinenlesbare Speichermedien, wie insbesondere magnetische, optische und elektrische Speicher, wie z.B. Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

**[0030]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

**[0031]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0032]** Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

#### Figurenliste

**Fig. 1** zeigt eine Ofenanlage gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform.

**Fig. 2** zeigt eine Ofenanlage gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform.

#### Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

**[0033]** **Fig. 1** zeigt in einer schematischen Darstellung eine Ofenanlage **10** gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform. Die Ofenanlage **10** weist dabei einen Ofen **12** auf, welche einen Ofenraum **14** bildet bzw. aufweist. Ferner weist die Ofenanlage **10** einen Brenner **16** auf, welcher an dem Ofen **12** angeordnet ist bzw. darin integriert ist und dazu ausgelegt ist, den Ofenraum **14** zu beheizen. Der Brenner wird dabei über eine Brennstoffversorgungsleitung bzw. Brennstoffleitung **18** und eine Sauerstoffversorgungsleitung bzw. Sauerstoffleitung **20** mit Brennstoff bzw. Sauerstoff versorgt, welche zur Verbrennung in den Brenner **16** bestimmt sind, um einen Wärmeeintrag über den Brenner **16** in den Ofenraum **14** zu bewirken. Über die Sauerstoffleitung **20** muss dabei nicht notwendigerweise reiner Sauerstoff dem Brenner **16** zugeführt werden, sondern es kann auch beispielsweise ein Gemisch, welches Sauerstoff aufweist, ausreichend sein, um in dem Brenner **16** mit dem Brennstoff aus der Brennstoffleitung **18** verbrannt zu werden. Beispielsweise kann der Brenner **16** über die Brennstoffleitung **20** mit Luft versorgt werden.

**[0034]** Sowohl die Brennstoffleitung **18** als auch die Sauerstoffleitung **20** weist dabei eine Abzweigung **18a** bzw. **20a** auf, über welche Brennstoff bzw. Sauerstoff aus der Brennstoffleitung **18** bzw. der Sauerstoffleitung **20** abgezweigt werden und einem Vorverbrenner **22** zugeführt werden. Vorzugsweise sind die Anteile des Brennstoffs und des Sauerstoffs, welche über die Abzweigungen **18a** und **20a** von dem Brenner **16** zuzuführenden Brennstoff bzw. Sauerstoff abgezweigt werden, sehr gering, sodass dennoch der größte Anteil des dem Brenner zuzuführenden

den Brennstoffs und Sauerstoffs zur Verbrennung in Brenner zur Verfügung steht. Im Vorverbrenner **22** erfolgt sodann eine Vorverbrennung der abgezweigten Anteile des Brennstoffs und Sauerstoffs, wobei der Heizwert ist Brennstoffs ermittelt bzw. überwacht wird. Insbesondere kann die Abzweigung von Brennstoff und Sauerstoff kontinuierlich erfolgen, insbesondere wenn der Brenner **16** in Betrieb ist, um vorzugsweise eine permanente bzw. kontinuierliche Überwachung des dem Brenner **16** zuzuführenden bzw. zugeführten Brennstoffs und/oder Sauerstoff zu ermöglichen. Die bei der vor Verbrennung im Vorverbrenner **22** ermittelten Erkenntnisse über den Brennstoff können sodann von dem Vorverbrenner **22** an eine Steuereinheit **24** weitergeleitet werden, welche beispielsweise die von dem Vorverbrenner **22** empfangenen Daten und/oder Messwerte und/oder Erkenntnisse speichern und/oder auswerten und/oder weiterverwenden kann.

**[0035]** Die Steuereinheit **24** ist gemäß der gezeigten Ausführungsform ferner mit einem Abgassensor **26** verbunden, welcher in und/oder an einem Abgasauslass **28** des Ofens **12** angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, zumindest teilweise die in Richtung **100** aus dem Ofenraum **14** ausströmenden Abgase **30** zu messen bzw. zu überwachen und auf diese Weise die Verbrennung im Ofenraum **14** zu überwachen bzw. zu charakterisieren. Bevorzugt übermittelt der Abgassensor **26** der Steuereinheit **24** Daten und/oder Erkenntnisse über die Verbrennung im Ofenraum **14**, welche sodann von der Steuereinheit **24** gespeichert und/oder ausgewertet und/oder weiterverwendet werden können.

**[0036]** Die Steuereinheit **24** ist dabei derart eingerichtet, dass die Steuereinheit **24** auf Basis bzw. in Abhängigkeit der vom Vorverbrenner **22** übermittelten Daten bzw. Erkenntnisse über den Heizwert des Brennstoffs sowie auf Basis bzw. in Abhängigkeit von den vom Abgassensor **26** ermittelten Daten bzw. Erkenntnisse über die Verbrennung im Ofenraum **14** den Brenner **16** regelt (Brennstoffmenge, -zusammensetzung und/oder Stöchiometrie), um eine optimale Verbrennung des Brennstoffs im Brenner **16** und dementsprechend eine optimale Erzeugung von Wärme und/oder einer Flamme **32** zu erzielen und auf diese Weise den Verbrennungsprozess bzw. Schmelzprozess des Chargierguts **34** im Ofenraum zu optimieren.

**[0037]** Beispielsweise kann der Brenner **16** Mittel aufweisen, mittels welcher die Verbrennung des Brennstoffs im Brenner **16** und/oder die Zufuhr von Brennstoff zum Brenner **16** und/oder die Zufuhr von Sauerstoff zum Brenner **16** mittels einer Regelung durch die Steuereinheit **24** angepasst werden können. Alternativ oder zusätzlich können derartige Mittel separat vom Brenner **16** bereitgestellt werden, beispielsweise über steuerbare Ventile (nicht gezeigt) in

der Brennstoffleitung **18** und/oder in der Sauerstoffleitung **20**.

**[0038]** Die Steuereinheit **24** kann dazu eingerichtet sein, anhand der eingesetzten Brennstoff- und/oder Sauerstoffmengen einen Energieinhalt des erwärmten und/oder geschmolzenen Metalls bzw. Chargierguts zu errechnen und aus diesem errechneten Energieinhalt die nächsten Schritte des Schmelzzyklus vorzuschlagen, wie z.B. eine Chargierfreigabe für nächste Charge und/oder Feuerungsleistung und/oder eine Sauerstoff-Menge, eine anzustrebende Temperaturkurve und/oder eine bereitzustellende Zusammensetzung der Ofenatmosphäre bzw. zu erreichende Abgaswerte.

**[0039]** Zudem weist die Ofenanlage **10** eine Regelstrecke **25** für einen Volumenstrom und/oder Druck des Sauerstoff bzw. der Luft und/oder den Brennstoff, welche dem Brenner **16** zugeführt werden. Diese Regelstrecke **25** kann beispielsweise von der Steuereinheit **24** gesteuert bzw. geregelt bzw. kontrolliert werden.

**[0040]** Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Ofenanlage **10** gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform. Erläuterungen zu Elementen, welche bereits mit Bezug auf Fig. 1 erläutert wurden, behalten auch Geltung für die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform, es sei denn, dass anderweitige Erläuterungen diese ersetzen.

**[0041]** Die gezeigte Ofenanlage **10** weist eine Vielzahl von Sensoren auf, welche dazu dienen, die Verbrennung im Ofenraum **14** und/oder den Heizwert zu überwachen.

**[0042]** Beispielsweise verfügt die Ofenanlage **10** über einen Drucksensor **36**, welcher dazu ausgelegt ist, einen Druckunterschied zwischen dem Inneren der Ofenkammer **14** und der äußeren Umgebung des Ofens **12** zu ermitteln. Darüber hinaus weist die Ofenanlage **10** einen oder mehrere Ofentemperatursensor/en **38** auf, welcher dazu dient, die Temperatur in und/oder an der Ofenkammer **14** zu messen. Zudem ist ein Abgastemperatursensor **40** am Abgasauslass **28** angeordnet, um die Temperatur der durch den Abgasauslass **28** strömenden Abgase **30** zu ermitteln. Auch verfügt die Ofenanlage **10** über einen weiteren Abgassensor **26**, welcher insbesondere dazu ausgelegt ist, Anteile bzw. Konzentrationen verschiedener Gase in den Abgasen **30** zu ermitteln, wie etwa die Konzentrationen von Kohlenmonoxid und/oder Sauerstoff und/oder Kohlendioxid und/oder Stickoxiden.

**[0043]** Alle genannten Sensoren sind dabei in einem Kommunikationsnetzwerk mit der Steuereinheit **24** verbunden, welche unter anderem die von den genannten Sensoren ermittelten Messwerte bzw. Daten

empfangt und verarbeitet und/oder weiterleitet und/oder speichert.

**[0044]** Ferner weist die Ofenanlage **10** gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform einen Vorverbrennungsanalysator **44** auf, welcher dazu ausgelegt ist, die im Vorverbrenner **22** entstehenden Abgase der Vorverbrennung zu analysieren und insbesondere die Anteile bzw. Konzentrationen von Kohlenmonoxid und/oder Kohlendioxid und/oder Wasserstoff in den Abgasen der Vorverbrennung zu ermitteln und ebenfalls über das Kommunikationsnetzwerk **42** der Steuereinheit **24** bereitzustellen.

**[0045]** Die Steuereinheit **24** ist dabei derart ausgelegt, um auf Basis der empfangenen Daten bzw. Messwerte der genannten Sensoren und des Vorverbrennungsanalysators **44** geeignete Parameter für die Regelung der Verbrennung im Ofenraum **14** und insbesondere für den Betrieb des Brenners **16** zu ermitteln und die entsprechenden Elemente in geeigneter Weise anzusteuern, um die gewünschte Verbrennung im Ofenraum **14** sowie die Verbrennung im Brenner **16** entsprechend zu regeln. Dazu kann beispielsweise der Brenner **16** über einen separaten Brennerregler **46** mit dem Kommunikationsnetzwerk **42** bzw. mit der Steuereinheit **24** verbunden sein, so dass der Brennerregler **46** auf Basis von Regelbefehlen, welche der Brennerregler **46** von der Steuereinheit **24** empfängt, den Brennvorgang im Brenner **16** zu steuern bzw. zu regeln bzw. anzupassen. Zudem kann der Brennerregler **46** dazu eingerichtet sein, über das Kommunikationsnetzwerk **42** Daten an die Steuereinheit **24** zurückzusenden, welche beispielsweise Auskunft über den Betrieb und/oder das Verhalten und/oder etwaige Störungen des Brenners **16** geben. Gemäß anderer bevorzugter Ausführungsformen kann der Brennerregler **46** bzw. dessen Funktionalität auch in die Steuereinheit **24** integriert sein bzw. von der Steuereinheit **24** übernommen werden.

**[0046]** Ferner weist die Ofenanlage **10** steuerbare Ventile **18b** und **20b** auf, mittels welcher von Brennstoff und Sauerstoff über die Brennstoffleitung **18** bzw. die Sauerstoffleitung **20** angepasst und/oder gesteuert und/oder geregelt werden können, um auf diese Weise dem Betrieb bzw. den Verbrennungsvorgang in Brenner **16** anpassen zu können. Über eine zusätzliche steuerbare bzw. regelbare Zusatzbrennstoffleitung **18c** kann ferner dem über die Brennstoffleitung **18** dem Brenner **16** zugeführten Brennstoff ein weiterer Zusatzbrennstoff beigemischt werden, um etwa den Heizwert des Brennstoffs zu ändern. Beispielsweise kann bei Vorliegen eines minderwertigen Brennstoffs, welcher dem Brenner **16** über die Brennstoffleitung **18** zugeführt wird den Brennstoff Erdgas und/oder Wasserstoff und/oder Propan und/oder andere Kohlenwasserstoffe beigemischt werden, um dessen Heizwert zu erhöhen und an den gewünschten bzw. erforderlichen Heizwert anzupassen. Ent-

sprechend verfügt die Sauerstoffleitung **20** über eine Zusatzleitung **20c**, über welche dem durch die Sauerstoffleitung **20** strömenden Gas bei Bedarf beispielsweise reiner Sauerstoff beigemischt werden kann, um etwa eine effiziente Verbrennung des Brennstoffs und des gegebenenfalls bei gemischten Zusatzbrennstoffs im Brenner **16** zu ermöglichen. Auch diese steuerbaren bzw. regelbaren Zusatzleitungen **18c** und **20c** sind dabei über das Kommunikationsnetzwerk **42** mit der Steuereinheit **24** verbunden und können vorzugsweise von dieser gesteuert bzw. geregelt werden.

**[0047]** Zusätzlich weist die Ofenanlage **10** eine steuerbare und/oder regelbare Sauerstofflanze **48** auf, über welche Sauerstoff und/oder ein sauerstoffhaltiges Gasgemisch direkt in den Ofenraum **14** eingedüst werden kann, um etwa der Verbrennung im Ofenraum **14** Sauerstoff zuzuführen, ohne dies durch den Brenner **16** hindurchströmen lassen zu müssen.

#### Bezugszeichenliste

|            |                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>10</b>  | Ofenanlage                                                  |
| <b>12</b>  | Ofen                                                        |
| <b>14</b>  | Ofenraum                                                    |
| <b>16</b>  | Brenner                                                     |
| <b>18</b>  | Brennstoffleitung                                           |
| <b>20</b>  | Sauerstoffleitung                                           |
| <b>22</b>  | Vorverbrenner                                               |
| <b>24</b>  | Steuereinheit                                               |
| <b>25</b>  | mechanische Regelstrecke für Luft/Sauerstoff und Brennstoff |
| <b>26</b>  | Abgassensor                                                 |
| <b>28</b>  | Abgasauslass                                                |
| <b>30</b>  | Abgase                                                      |
| <b>32</b>  | Flamme                                                      |
| <b>34</b>  | Chargiergut                                                 |
| <b>36</b>  | Drucksensor                                                 |
| <b>38</b>  | Ofentemperatursensor                                        |
| <b>40</b>  | Abgastemperatursensor                                       |
| <b>42</b>  | Kommunikationsnetzwerk                                      |
| <b>44</b>  | Vorverbrennungsanalysator                                   |
| <b>46</b>  | Brennerregler                                               |
| <b>48</b>  | Sauerstofflanze                                             |
| <b>100</b> | Strömungsrichtung der Abgase                                |

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 2278245 A1 [0006]
- US 8163062 B2 [0006]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betreiben eines Ofens (12) mit einem Ofenraum (14), der mittels zumindest eines Brenners (16) beheizt wird, wobei das Verfahren ein Überwachen einer Verbrennung in dem Ofenraum (14) und ein Überwachen eines Heizwertes eines für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs umfasst.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, ferner umfassend ein Regeln des Brenners (16) in Abhängigkeit von der Verbrennung im Ofenraum (14) und in Abhängigkeit von dem Heizwert des für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei das Regeln des Brenners (16) ein Regeln einer Sauerstoffzufuhr zum Brenner (16) und/oder ein Regeln einer Brennstoffzufuhr zum Brenner (16) und/oder ein Regeln einer Zusatzbrennstoffzufuhr umfasst.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst, wobei das Überwachen des Heizwertes des für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs ein Vorverbrennen eines Teils des für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs umfasst und vorzugsweise ein Ermitteln eines Sauerstoffbedarfs für die Vorverbrennung umfasst.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei der Teil des für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs für das Vorverbrennen vom restlichen Teil des für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs abgezweigt wird, bevor der restliche Teil des für den Brenner (16) bestimmten Teils des Brennstoffs dem Brenner (16) zugeführt wird.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Regeln einer Sauerstoffzufuhr in den Ofenraum (14) in Abhängigkeit von der Verbrennung im Ofenraum (14).

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Überwachung der Verbrennung im Ofenraum (14) eine Messung zumindest eines Abgasparameters von Abgasen, welche bei der Verbrennung im Ofenraum (14) entstehen, umfasst, wobei vorzugsweise zumindest ein Abgasparameter eine Konzentration von Kohlenmonoxid und/oder Sauerstoff und/oder Kohlendioxid und/oder Stickoxid umfasst.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Betreiben des Ofens (12) zumindest teilweise ein Schmelzen eines metallischen Chargierguts im Ofenraum (14) erfolgt.

9. Steuereinheit (24) zum Betreiben eines Ofens (12) mit einem Ofenraum (14), der mittels zumindest eines Brenners (16) beheizt wird, wobei die Steuer-

einheit (24) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

10. Steuereinheit (24) gemäß Anspruch 9, wobei die Steuereinheit ein Steuergerät und/oder mehrere über eine Kommunikationsverbindung verbundene Steuergeräte umfasst.

11. Ofenanlage (10) umfassend:  
- einen Ofen (12) mit einem Ofenraum (14);  
- einen Brenner (16) zum Beheizen des Ofenraums (14);  
- eine Steuereinheit (24) gemäß Anspruch 9 oder 10.

12. Ofenanlage (10) gemäß Anspruch 11, ferner umfassend einen Vorverbrenner (22), welcher dazu eingerichtet ist, ein Vorverbrennen eines Teils des für den Brenner (16) bestimmten Brennstoffs durchzuführen und wobei die Ofenanlage (10) vorzugsweise dazu eingerichtet ist, einen Sauerstoffbedarf für die Vorverbrennung zu ermitteln.

13. Computerprogrammprodukt, das eine Recheneinheit dazu veranlasst, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn es auf der Recheneinheit ausgeführt wird.

14. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm nach Anspruch 13.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

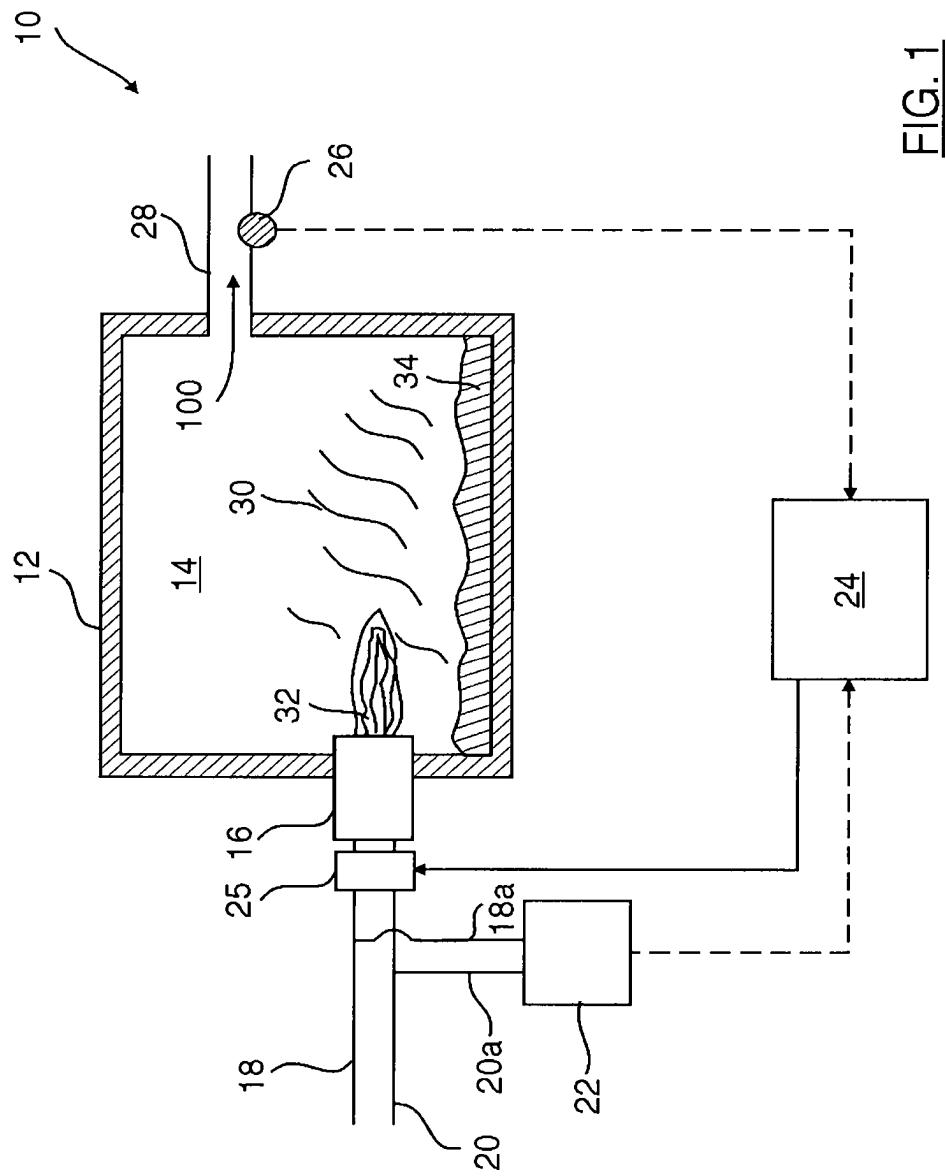


FIG. 1

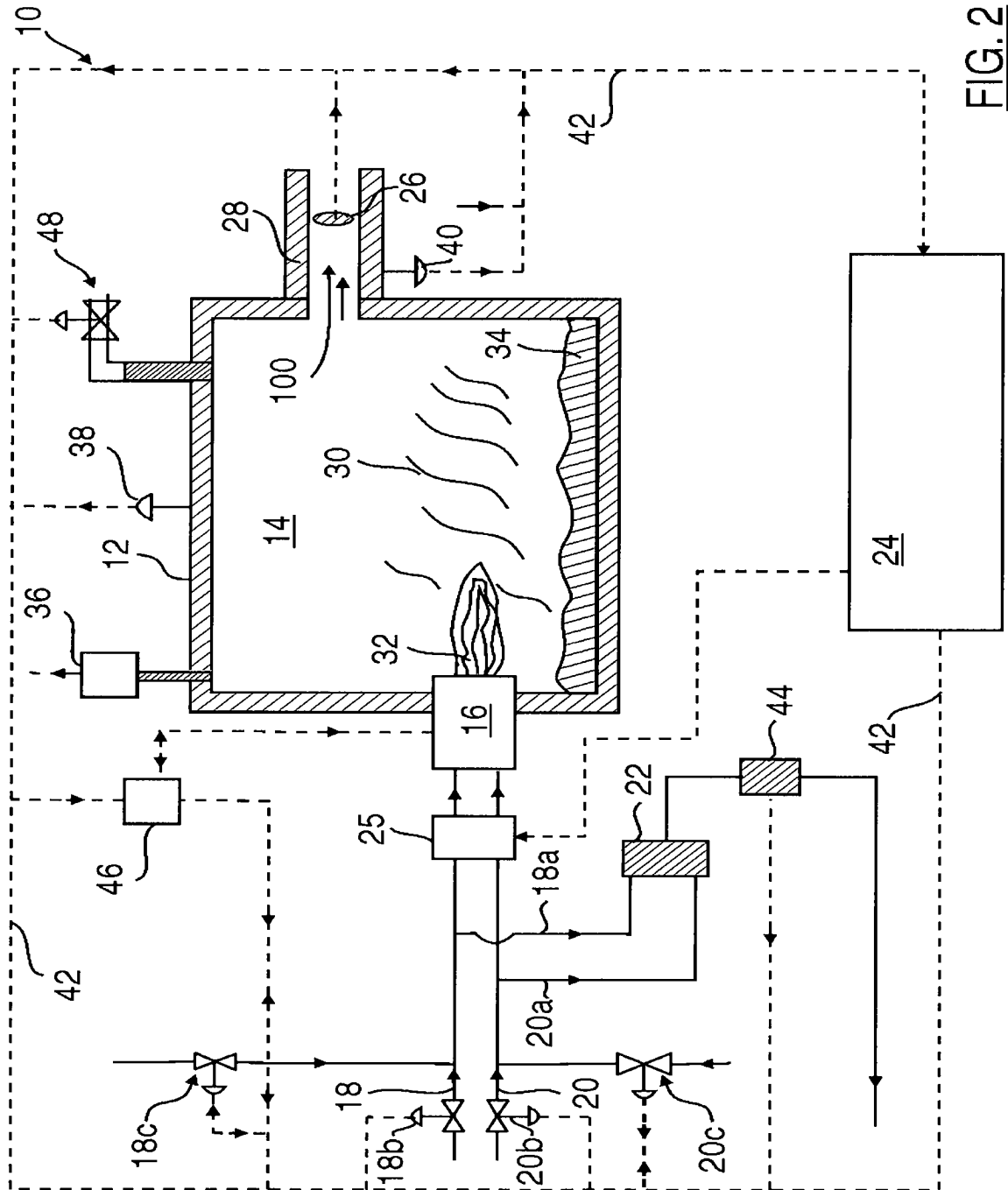


FIG. 2