

(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT

(47) Veröffentlichungsdatum : 16/10/2023

(21) Antragsnummer : BE2022/5195

(22) Anmeldetag : 21/03/2022

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : F27B 7/34, F27B 7/42, F27D 19/00, F27D 21/02

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

thyssenkrupp Industrial Solutions AG
AG
45143, ESSEN
Deutschland

thyssenkrupp AG
AG
45143, ESSEN
Deutschland

(72) Erfinder :

LAMPE Karl
59320 ENNIGERLOH
Deutschland

WILLMS Eike
44309 DORTMUND
Deutschland

VECKENSTEDT Ines
33397 RIETBERG
Deutschland

LEMKE Jost
59320 ENNIGERLOH
Deutschland

DECK Thomas
59320 ENNIGERLOH
Deutschland

(54) Verfahren zum Betreiben eines Brenners eines Drehrohrofens

(57)Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Brenners (14) eines Drehrohrofens (10), wobei die dem Drehrohr (10) zugeführten Gasströme in Summe mehr als 50 Vol% Sauerstoff umfassen, wobei der Brenner (14) eine Brennermündung (20) aufweist, aus welcher ein Brennstoff-Gasgemisch ausgelassen wird und wobei zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme (16), insbesondere die Zündstrecke (18), die Flammenform, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße gesteuert/ geregelt wird. Die Erfindung betrifft auch einen Drehrohrofen (10) zum Brennen von Rohmehl zu Zementklinker aufweisend eine innerhalb des Drehrohrofens (10) ausgebildete Brennzone, einen Brenner (14) mit einer Brennermündung (20) zum Auslassen eines Brennstoff-Gasgemisches in die Brennzone, eine Messeinrichtung (22), die derart ausgebildet und angeordnet ist, dass sie zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme (16), insbesondere die Zündstrecke (18), die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt, wobei der Drehrohrofen (10) eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung aufweist, die derart ausgebildet, dass sie die Strömungsgeschwindigkeit die Menge und/ oder den Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße steuert/ regelt.

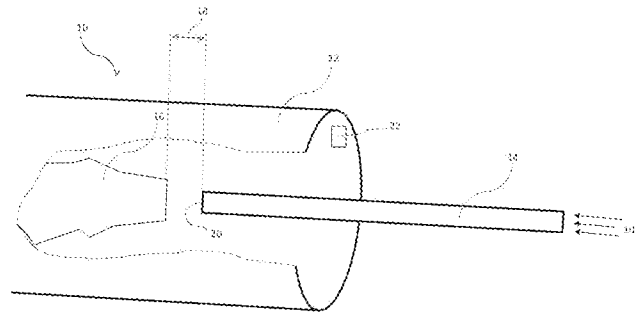


Fig. 1

Verfahren zum Betreiben eines Brenners eines Drehrohrofens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Drehrohrofens, insbesondere eines Brenners innerhalb des Drehrohrofens, wobei der Drehrohrofen mit einem sauerstoffreichen Gas betrieben wird.

Drehrohrofen werden üblicherweise in der Zement und Mineralindustrie eingesetzt und dienen beispielsweise zum Brennen von vorgewärmten Zementrohmehl zu Zementklinker.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, sauerstoffhaltiges Gas zur Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Brennstoffen in den Drehrohrofen oder den Calcinator einer Zementherstellungsanlage einzuführen. Zur Reduzierung der Abgasmenge und um auf aufwändige Reinigungsverfahren verzichten zu können, ist es beispielsweise aus der DE 10 2018 206 673 A1 bekannt, ein möglichst sauerstoffreiches Verbrennungsgas zu verwenden, sodass der CO₂-Gehalt in dem Abgas hoch ist und eine Speicherung des CO₂ oder eine Abtrennung im Abgasstrom erleichtert wird. Die DE 10 2018 206 673 A1 offenbart das Einleiten eines sauerstoffreichen Gases in den Kühlereinflussbereich zur Vorwärmung des Gases und Kühlung des Klinkers.

Bei der Verwendung von mit Sauerstoff angereicherten Verbrennungsgasen, die einen hohen Sauerstoffanteil von mindestens 30% bis 100% aufweisen, können in dem Ofen sehr hohe Temperaturen entstehen. Treten diese hohen Temperaturen über einen längeren Zeitraum oder dauerhaft im wandnahen Bereich des Ofens auf, kann daraus eine Beschädigung der Innenwand des Ofens resultieren. Es besteht ebenfalls die Gefahr, dass sich an dem Brenner sehr hohe Temperaturen ausbilden und insbesondere der Brennermund beschädigt wird.

Davon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Drehrohrofens, insbesondere eines Brenners, bereitzustellen, wobei eine sichere Betriebsweise des Drehrohrofens gewährleistet ist und gleichzeitig ein Abgas mit einem hohen CO₂-Gehalt erhalten wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Verfahrensanspruchs 1 und durch einen Drehrohrofen gemäß dem unabhängigen Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den
5 abhängigen Ansprüchen.

Ein Verfahren zum Betreiben eines Drehrohrofens, insbesondere eines Brenners eines Drehrohrofens, umfasst nach einem ersten Aspekt, dass die dem Drehrohrofen zugeführten Gasströme in Summe zu mehr als 50 Vol% aus Sauerstoff bestehen, wobei
10 vorzugsweise eine sauerstoffreichen Atmosphäre innerhalb des Drehrohrofens mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 30 Vol%, vorzugsweise mehr 50 Vol%, insbesondere mehr als 75 Vol% ausgebildet wird. Bei der sauerstoffreichen Atmosphäre handelt es sich insbesondere um den gemittelten Sauerstoffgehalt innerhalb des gesamten Drehrohrofens, wobei lokal Bereiche mit einem Sauerstoffgehalt von weniger als 50Vol%
15 auftreten können. Der Brenner weist eine Brennermündung auf, aus welcher ein Brennstoff-Gasgemisch in das Innere des Drehrohrofens, insbesondere den Brennraum, ausgelassen wird und wobei zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme, insbesondere die Zündstrecke, die Flammenform, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt wird. Die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der
20 Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften wird in Abhängigkeit und vorzugsweise zur Beeinflussung der ermittelten Zustandsgröße gesteuert/ geregelt.

Bei den Brennstoffeigenschaften handelt es sich vorzugsweise um die Brennstofffeuchte, Brennstoffzusammensetzung, den Heizwert und/ oder die Korngröße des Brennstoffs.
25

Der Ofen ist insbesondere ein Drehrohrofen und vorzugsweise Teil einer Zementherstellungsanlage, wobei die Zementherstellungsanlage beispielsweise umfasst:

- 30 - einen Vorwärmer zum Vorwärmen von Rohmehl,
- einen Calcinator zum Kalzinieren des vorgewärmten Rohmehls,
- einen Drehrohrofen mit einem Brenner zum Brennen des kalzinierten Heißmehls zu Zementklinker und
- einen Kühler zum Kühlen des Zementklinkers.

Der Drehrohrofen umfasst einen Brenner, wie beispielsweise eine Brennerlanze und oder einen Einkanal oder Mehrkanalbrenner zum Brennen des kalzinierten Heißmehls zu Zementklinker, wobei der Drehrohrofen einen Verbrennungsgaseinlass zum Einlassen
5 eines Verbrennungsgases in den Drehrohrofen mit einem Sauerstoffanteil von 50% bis 100Vol%, insbesondere mindestens 50Vol%, vorzugsweise mindestens 75Vol%, aufweist. Der Verbrennungsgaseinlass ist vorzugsweise im Ofenkopf, an welchen sich der Kühler anschließt, angebracht. Insbesondere wird das Verbrennungsgas zumindest teilweise aus der Kühlerabluft gebildet. Optional weist der Brenner einen
10 Verbrennungsgaseinlass auf, insbesondere zur Steuerung und Regelung der Flammenparameter, über welchen ein Verbrennungsgas in den Ofen eingeleitet wird. Dieses Verbrennungsgas kann sich in seiner Zusammensetzung von dem Verbrennungsgas, das über den Kühler zugeführt, wird unterscheiden. In einer speziellen Ausführungsform weist dieses Verbrennungsgas einen Sauerstoffanteil zwischen 0 bis
15 100%, insbesondere maximal 21%, vorzugsweise maximal 10% auf.

Ein Vorwärmer der Zementherstellungsanlage umfasst vorzugsweise eine Mehrzahl von Zyklonstufen mit jeweils zumindest einem Zyklon zum Abscheiden von Feststoffen aus dem Gasstrom. In dem Vorwärmer wird das an der obersten, ersten Zyklonstufe
20 aufgegebene Rohmehl im Gegenstrom zu den Ofenabgasen vorgewärmt und durchläuft dabei nacheinander die Zyklonstufen.

Zwischen der letzten und der vorletzten Zyklonstufe ist vorzugsweise der Calcinator angeordnet, der eine Steigleitung aufweist, in die das Rohmehl mittels einer
25 Calcinatorfeuerung, erhitzt wird. Insbesondere wird das Rohmehl in dem Calcinator entsäuert und kalziniert.

Das in dem Vorwärmer vorgewärmte und in dem Calcinator kalzinierte Rohmehl wird anschließend dem Drehrohrofen zugeführt. Der Drehrohrofen weist insbesondere ein um
30 seine Längsachse rotierbares Drehrohr auf, das vorzugsweise in Förderrichtung des zu brennenden Materials leicht geneigt ist, sodass das Material bedingt durch die Rotation des Drehrohrs und die Schwerkraft in Förderrichtung bewegt wird. Der Ofen weist vorzugsweise an seinem einen Ende einen Materialeinlass zum Einlassen von vorgewärmtem, kalziniertem Rohmehl und an seinem dem Materialeinlass

gegenüberliegenden Ende einen Materialauslass zum Auslassen des gebrannten Klinkers in den Kühler auf. An dem materialauslassseitigen Ende des Ofens ist vorzugsweise ein Ofenkopf angeordnet, der den Brenner zum Brennen des Materials, insbesondere eine Brennstofflanze und oder einen Einkanal oder Mehrkanalbrenner, aufweist. Der Drehrohrofen weist vorzugsweise eine Sinterzone auf, in der das Material zumindest teilweise aufgeschmolzen wird und insbesondere eine Temperatur von 1500°C bis 1900°C, vorzugsweise 1450°C bis 1750°C aufweist. Die Sinterzone umfasst beispielsweise den Ofenkopf und insbesondere einen Sektor des Drehrohrofens am hinteren Ende, vorzugsweise das in Förderrichtung des Materials hintere Drittel des Ofens.

Das sauerstoffhaltige Verbrennungsgas wird beispielsweise vollständig oder teilweise direkt in den Ofenkopf eingeleitet, wobei der Ofenkopf beispielsweise einen Verbrennungsgaseinlass aufweist. Vorzugsweise wird das Verbrennungsgas vollständig oder teilweise über den Materialauslass des Ofens in diesen eingeführt. Das dem Ofen zugeführte Verbrennungsgas hat beispielsweise einen Sauerstoffanteil von mehr als 30 Vol% bis 75 Vol%, insbesondere mehr als 50 Vol% vorzugsweise mehr als 95 Vol%. Das Verbrennungsgas besteht beispielsweise vollständig aus reinem Sauerstoff, wobei in diesem Fall der Sauerstoffanteil an dem Verbrennungsgas 100% beträgt. Bei dem Brenner kann es sich beispielsweise um eine Brennerlanze und oder einen Einkanal oder Mehrkanalbrenner handeln. An den Materialauslass des Ofens schließt sich vorzugsweise ein Kühler zum Kühlen des Zementklinkers an.

Der Kühler weist vorzugsweise eine Fördereinrichtung zum Fördern des Schüttguts in Förderrichtung durch den Kühlgasraum auf. Der Kühlgasraum ist vorzugsweise in Strömungsrichtung des zu kühlenden Schüttguts direkt hinter dem Kühlereinlass, insbesondere dem Materialauslass des Ofens, angeordnet, sodass der der Klinker aus dem Drehrohrofen in den Kühlgasraum fällt und insbesondere der erwärmte Kühlgasstrom aus dem Kühler in den Drehrohrofen eintritt und zumindest teilweise das Verbrennungsgas ausbildet.

Bei dem Brenner des Drehrohrofens handelt es sich vorzugsweise um eine insbesondere einzelne Brennerlanze und oder einen Einkanal oder Mehrkanalbrenner mit einer Mehrzahl von koaxial zueinander angeordneten Rohren oder Kanälen. Vorzugsweise ist

der Brenner an der Wand, insbesondere der Innenwand, des Ofenkopfes insbesondere an einem statischen Bereich des Drehrohrofens angebracht und erstreckt sich insbesondere in axialer Richtung, vorzugsweise mittig in das Drehrohr des Drehrohrofens.

5

Der Brenner umfasst beispielsweise eine Mehrzahl von Rohren, insbesondere vier Rohre, die koaxial zueinander angeordnet sind und unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Mittig ist ein Zentralrohr angeordnet, das einen Zentralkanal ausbildet. Das Zentralrohr mit dem geringsten Durchmesser dient dem Transport von insbesondere stückigem Brennstoff, wie beispielsweise Ersatzbrennstoffe aus Abfall oder Produktionsreststoffen, wie beispielsweise Altreifen. Zusammen mit dem Brennstoff wird durch das Zentralrohr ein Trägergas geleitet, das dem pneumatischen Transport des Brennstoffes dient. Bei dem Trägergas handelt es sich insbesondere um ein sauerstoffarmes Gas mit einer Sauerstoffkonzentration von 0 bis 30 Vol%, insbesondere 2 bis 20 Vol%, vorzugsweise 10 bis 15 Vol%, höchstvorzugshalber weniger als 10 Vol%. Vorzugsweise weist das Transportgas eine CO₂-Konzentration von 70 bis 95 Vol%, insbesondere 80 bis 90 Vol%, vorzugsweise mehr als 75 Vol% auf. Der restliche Anteil des Transportgases umfasst vorzugsweise Sauerstoff und/ oder Wasserdampf und/oder eine andere inerte Gaskomponente. Das Zentralrohr ist vorzugsweise mit einer Quelle für Brennstoff, insbesondere stückigem Ersatzbrennstoff, und einer Quelle für das Transportgas verbunden.

Um das Zentralrohr ist vorzugsweise ein Drallgasrohr koaxial angeordnet, das einen Drallgaskanal ausbildet. Der Drallgaskanal dient vorzugsweise zur Leitung eines Drallgases mit einem Sauerstoffgehalt von 0 bis 100 Vol%, insbesondere 0 bis 75 Vol%, vorzugsweise weniger als 10 Vol% auf. Der Drallgaskanal ist vorzugsweise mit einer Quelle für das Drallgas verbunden. Das Drallgasrohr erstreckt sich beispielhaft in axialer Richtung, in Richtung der Brennermündung, über das Zentralrohr heraus.

Koaxial zu dem Drallgasrohr ist vorzugsweise das Brennstoffrohr angeordnet, das einen Brennstoffkanal ausbildet und vorzugsweise zur Leitung eines feinstückigen Brennstoffes, wie beispielsweise Kohle, sowie der Leitung eines Trägergases zum pneumatischen Transport des Brennstoffs durch den Brennstoffkanal ausgebildet ist. Das Trägergas weist vorzugsweise einen Sauerstoffgehalt von 0 bis 30 Vol%, insbesondere

2 bis 20 Vol%, %, vorzugsweise weniger als 10 Vol%. auf. Vorzugsweise weist das Transportgas eine CO₂-Konzentration von 70 bis 95 Vol%, insbesondere 80 bis 90Vol%, vorzugsweise mehr als 75 Vol% auf. Der restliche Anteil des Transportgases umfasst vorzugsweise Sauerstoff und/ oder Wasserdampf. Das Brennstoffrohr erstreckt sich
5 vorzugsweise in axialer Richtung, in Richtung der Brennermündung, über das Zentralrohr und das Drallgasrohr heraus. Der Brennstoffkanal ist vorzugsweise mit einer Quelle für das Trägergas und den insbesondere feinkörnigen Brennstoff verbunden. Anstelle des feinstückigen Brennstoffes kann auch ein flüssiger oder gasförmiger Brennstoff zum Einsatz kommen, der ohne einen Anteil des Transportgas mit Druck in den Brennraum
10 eingetragen wird.

Um das Brennstoffrohr ist vorzugsweise das Axialgasrohr koaxial angeordnet, das einen Axialgaskanal ausbildet und vorzugsweise zur Leitung eines Axialgases dient. Das Axialgas weist vorzugsweise einen Sauerstoffgehalt von 0 bis 100 Vol%, insbesondere 0
15 bis 75 Vol%, vorzugsweise weniger als 10 Vol% auf, wobei der Axialgaskanal vorzugsweise mit einer Quelle für das Axialgas verbunden ist. Das Axialgasrohr erstreckt sich insbesondere in axialer Richtung, in Richtung der Brennermündung, über das Zentralrohr, das Brennstoffrohr und das Drallgasrohr heraus.

20 Das Brennstoff-Gasgemisch umfasst vorzugsweise das Trägergas, das Axialgas und/ oder das Drallgas, sowie einen feinkörnigen Brennstoff und/ oder einen grobkörnigen Brennstoff, insbesondere einen Ersatzbrennstoff. Das Trägergas, Drallgas und/ oder das Axialgas umfassen zumindest teilweise oder vollständig aus dem Drehrohrofen ausgelassenes Abgas des Drehrohrofens oder Abgas der Zementherstellungsanlage.
25 Das Axialgas und das Drallgas weisen vorzugsweise eine relativ zu dem Trägergas höhere Strömungsgeschwindigkeit auf, sodass das Axialgas und das Drallgas vorzugsweise das Gemisch aus Brennstoff und Trägergas mit einem Drallimpuls beaufschlagen. Insbesondere ist das Drallgasrohr, insbesondere die Brennermündung, derart ausgebildet, dass das Drallgas eine im Wesentlichen tangentiale
30 Strömungsrichtung bezogen auf die Brennerachse aufweist. Vorzugsweise ist das Axialgasrohr, insbesondere die Brennermündung, derart ausgebildet, dass das Axialgas eine im Wesentlichen axiale Strömungsrichtung bezogen auf die Brennerachse aufweist.

Bei den Begriffen Steuern und Regeln handelt es sich um Vorgänge der Automatisierungstechnik. Unter dem Begriff Regeln ist ein Vorgang zu verstehen, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße, erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Unter dem Begriff Steuern ist ein Vorgang zu verstehen, bei dem zumindest eine Eingangsgröße, andere Größen als Ausgangs- bzw. Steuergrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen. Der Begriff „Einstellen“ umfasst sowohl das Steuern als auch das Regeln.

Bei der Zündstrecke handelt es sich um den Abstand, vorzugsweise in axialer Richtung des Drehrohrofens, zwischen der Brennermündung und der Flamme. Insbesondere ist die Zündstrecke der kleinste Abstand zwischen der Brennermündung und der Brennerflamme. Die Flammenlänge ist vorzugsweise die Erstreckung der Brennerflamme in axialer Richtung des Drehrohrofens, wobei die Flammenbreite die Erstreckung der Brennerflamme in radialer Richtung des Drehrohrofens ist.

Gemäß einer ersten Ausführungsform wird die Zustandsgröße der Brennerflamme mit einem Grenzwert oder Grenzbereich verglichen und bei einer Abweichung der ermittelten Zustandsgröße von dem Grenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften eingestellt. Vorzugsweise weist jede Zustandsgröße der Brennerflamme einen jeweiligen Grenzwert oder einen Grenzbereich auf. Der Grenzbereich umfasst vorzugsweise einen Maximalwert und einen Minimalwert, wobei das Unterschreiten des Grenzbereich, das Unterschreiten des Minimalwertes und das Überschreiten des Grenzwertes das Überschreiten des Maximalwertes umfasst. Eine solche Regelung ermöglicht es durch eine Überwachung der Zustandsgrößen der Brennerflamme eine Beschädigung des Brenners zu verhindern.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Zündstrecke ermittelt und mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich verglichen, wobei bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke von dem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Brennstofffeuchte, die Korngröße des Brennstoffs, der CO₂-Gehalt des Brennstoff-Gasgemisches und/ oder der Sauerstoffgehalt des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert wird.

Unterschreitet die ermittelte Zündstrecke den Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich wird vorzugsweise die Brennstofffeuchte und/ oder die Korngröße des Brennstoffs erhöht. Überschreitet die ermittelte Zündstrecke den Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich
5 wird vorzugsweise die Brennstofffeuchte und/ oder die Korngröße des Brennstoffs verringert. Insbesondere wird bei einem Unterschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs feinkörniges Material, wie Kalkmehl oder Gipsmehl, durch den Brenner, insbesondere durch den Brennstoffkanal und/ oder den Axialgaskanal in die Brennzzone des Drehrohrofens aufgegeben. Dadurch wird ein Zünden des Brennstoffs in
10 der Nähe der Brennermündung verhindert. Es ist ebenfalls denkbar, bei einem Unterschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs die Strömungsgeschwindigkeit des Trägergases zu erhöhen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Brenner einen Axialgaskanal, durch
15 welchen ein Axialgas strömt und in im Wesentlichen axialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt, und einen Drallgaskanal auf, durch welchen ein Drallgas strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt. Vorzugsweise wird die Zündstrecke ermittelt und mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich verglichen, wobei bei einer Abweichung der
20 ermittelten Zündstrecke von dem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Strömungsgeschwindigkeit, der Sauerstoffgehalt und/ oder der CO₂-Gehalt des Axialgases und/ oder des Drallgases erhöht oder verringert wird. Vorzugsweise strömt durch den Axialgaskanal ausschließlich Axialgas und durch den Drallgaskanal strömt ausschließlich Drallgas gemäß der vorangehenden Beschreibung. Eine Einstellung der
25 Strömungsgeschwindigkeiten des Axialgases und des Drallgases sorgen für einen entsprechenden Impuls auf das Gemisch aus Brennstoff und Trägergas beim Austritt aus der Brennermündung, sodass sie Flammenform entsprechend einstellbar ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Flammenlänge ermittelt und mit einem
30 Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich verglichen, wobei bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert wird. Die Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoff-Gasgemisches wird vorzugsweise über eine Einstellung der Strömungsgeschwindigkeiten des Axialgases,

Drallgases und/ oder Trägergases eingestellt, wobei eine solche Einstellung vorzugsweise für eine optimale Vermischung zwischen dem Brennstoff und den Gasen sorgt.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite ermittelt und mit einem Flammenlängen-/Flammenbreitengrenzwert oder Grenzbereich verglichen, wobei bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge oder Flammenbreite von dem Flammenlängen-/Flammenbreitengrenzwert oder Grenzbereich Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzona
10 aufgegeben werden. Vorzugsweise wird der Wasserdampf, das CO₂, und/ oder die Feststoffpartikel über den Brenner und/ oder über eine separate Leitung in den Drehrohrofen, insbesondere die Brennzona, aufgegeben. Eine Aufgabe von Wasserdampf, das CO₂, und/ oder die Feststoffpartikeln bewirken beispielsweise eine Verzögerung der Zündung und/ oder eine verbesserte oder geringere
15 Wärmeausdehnung der Brennerflamme.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Brenner einen Axialgaskanal, durch welchen ein Axialgas strömt und in im Wesentlichen axialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt, und einen Drallgaskanal auf, durch welchen ein Drallgas
20 strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt. Bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich wird die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal und des Drallgases in dem Drallgaskanal erhöht oder verringert.

25 Unterschreitet die ermittelte Flammenlänge den Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich wird vorzugsweise die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal erhöht und/ oder die Strömungsgeschwindigkeit des Drallgases in dem Drallgaskanal verringert. Überschreitet die ermittelte Flammenlänge den
30 Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich wird vorzugsweise die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal verringert und/ oder die Strömungsgeschwindigkeit des Drallgases in dem Drallgaskanal erhöht. Die Strömungsgeschwindigkeit des Trägergases wird vorzugsweise in Abhängigkeit der ermittelten Flammenlänge unverändert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Abgas des Drehrohrofens zumindest teilweise dem Brenner zugeführt. Vorzugsweise bildet das Abgas des Drehrohrofens zumindest teilweise oder vollständig das Trägergas aus. Insbesondere wird das Abgas des Drehrohrofens diesem teilweise oder vollständig über den Brenner oder über eine separat zu dem Brenner angeordnete Leitung zugeführt. Bei dem Abgas handelt es sich beispielsweise zumindest teilweise um Abgas der Zementherstellungsanlage.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Zustandsgröße der Brennerflamme mit einer Kamera, insbesondere einer Infrarotkamera, ermittelt.

Die Erfindung umfasst auch einen Drehrohrofen zum Brennen von Rohmehl zu Zementklinker aufweisend eine innerhalb des Drehrohrofens ausgebildete Brennzone, einen Brenner mit einer Brennermündung zum Auslassen eines Brennstoff-Gasgemisches in die Brennzone, eine Messeinrichtung, die derart ausgebildet und angeordnet ist, dass sie zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme, insbesondere die Zündstrecke, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt. Der Drehrohrofen weist eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung auf, die derart ausgebildet, dass sie die Strömungsgeschwindigkeit die Menge und/ oder den Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße steuert/ regelt.

Die mit Bezug auf das Verfahren zum Betreiben eines Brenners eines Drehrohrofens beschriebenen Ausführungen und Vorteile treffen in vorrichtungsgemäßer Entsprechung auch auf den Drehrohrofen zum Brennen von Rohmehl zu Zementklinker zu.

Die Messeinrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie die ermittelten Daten, insbesondere die Zustandsgrößen der Brennerflamme, an die Steuerungs-/Regelungseinrichtung übermittelt. Der Drehrohrofen weist vorzugsweise einen oder eine Mehrzahl von Gaseinlässen zum Einlassen von Verbrennungsgas, insbesondere Sauerstoff, auf. Vorzugsweise sind die Gaseinlässe des Drehrohrofens mit zumindest einer oder mehreren Gasquellen verbunden, die ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 50 Vol% aufweisen. Vorzugsweis ist die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet, dass sie einen Sauerstoffgehalt von mehr als 50 Vol%, insbesondere

mehr als 75 Vol%, vorzugsweise mehr als 90 Vol% innerhalb des Drehrohrofens, insbesondere der Brennzone, einstellt. Vorzugsweise ist der Sauerstoffgehalt innerhalb des Ofens insgesamt größer als 50Vol%, wobei lokal einzelne Bereiche mit einem Sauerstoffgehalt von weniger als 50Vol% auftreten können.

5

Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet, dass sie die Zustandsgröße der Brennerflamme mit einem Grenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Zustandsgröße von dem Grenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder den Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften einstellt.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Messeinrichtung derart ausgebildet, dass sie die Zündstrecke ermittelt und die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die ermittelte Zündstrecke mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke von dem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Brennstofffeuchte, die Korngröße des Brennstoffs, der CO₂-Gehalt des Brennstoff-Gasgemisches und/ oder der Sauerstoffgehalt des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Brenner einen Axialgaskanal auf, der derart ausgebildet ist, dass ein Axialgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen axialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt, und wobei der Brenner einen Drallgaskanal aufweist, der derart ausgebildet ist, dass ein Drallgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt und die Messeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die Zündstrecke ermittelt. Die Steuerungs-/Regelungseinrichtung ist derart ausgebildet, dass sie bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke von einem vorabbestimmten Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Strömungsgeschwindigkeit, der Sauerstoffgehalt und/ oder der CO₂-Gehalt des Axialgases und/ oder des Drallgases erhöht oder verringert.

20

25

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Messeinrichtung derart ausgebildet, dass sie die Flammenlänge ermittelt. Die Steuerungs-/Regelungseinrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie die ermittelte Flammenlänge mit einem

Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Drehrohrofen eine Leitung zur Aufgabe von Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzona auf, wobei die Messeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die Flammenlänge ermittelt und die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die ermittelte
10 Flammenlänge mit einem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzona aufgegeben werden. Vorzugsweise weist der Drehrohrofen eine zu dem Brenner separate Leitung zur Aufgabe von Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikeln in die
15 Brennzona auf. Die Leitung und/ oder der Brenner sind vorzugsweise mit einer Quelle für Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel verbunden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Brenner einen Axialgaskanal auf, der derart ausgebildet ist, dass ein Axialgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen
20 axialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt. Der Brenner weist einen Drallgaskanal auf, der derart ausgebildet ist, dass ein Drallgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners aus der Brennermündung austritt. Die Steuerungs-/Regelungseinrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie bei
25 einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich, die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal und des Drallgases in dem Drallgaskanal erhöht oder verringert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Drehrohrofen einen Abgasauslass auf, wobei der Brenner mit dem Abgasauslass zur Leitung zumindest eines Teils des Abgases
30 in den Brenner verbunden ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Messeinrichtung eine Kamera, insbesondere eine Infrarotkamera.

Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

5

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Brenners in einem Drehrohrofen in einer Teilschnittansicht gemäß einem Ausführungsbeispiel.

10

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Brenners in einer Längsschnittansicht gemäß einem Ausführungsbeispiel.

15

Fig. 1 zeigt einen Drehrohrofen 10 mit einem Drehrohr 12 und einem innerhalb des Drehrohrs 12 angeordneten Brenner 14. Der Brenner 14 ist vorzugsweise an einer in Fig. 1 nicht dargestellten Innenwand des Drehrohrofens 12 befestigt, wobei es sich bei der Innenwand um eine statische Innenwand handelt, die nicht mit dem Drehrohr des Drehrohrofens rotiert. Beispielsweise ist der Brenner 14 an der am Endbereich des Drehrohrs angeordneten Stirnwand angebracht oder erstreckt sich durch diese hindurch.

20

Das Drehrohr 12 ist vorzugsweise um seine Längsachse rotierbar angeordnet und insbesondere in Richtung des Ofenkopfes, insbesondere des Brenners 14, abfallend ausgerichtet, sodass das zu brennende Material innerhalb des Drehrohrs schwerkraftbedingt und durch die Rotation des Drehrohrs 12 in Richtung des Brenners 14 gefördert wird.

25

Fig. 1 zeigt des Weiteren eine schematische Darstellung der Flamme 16 des Brenners 14 und der Zündstrecke 18. Bei der Zündstrecke 18 handelt es sich um den Abstand, vorzugsweis in axialer Richtung des Drehrohrofens 10, zwischen dem Brenner 14 und der Flamme 16. Der Brenner 14 weist eine Brennermündung 20 auf, die das axiale Ende des Brenners 14 ausbildet und aus welcher der Brennstoff aus dem Brenner 14 austritt.

30

Insbesondere ist die Zündstrecke 18 der geringste Abstand zwischen der Brennermündung 20 und der Flamme 16.

Der Drehrohrofen 10 weist vorzugsweise eine Messeinrichtung, insbesondere eine Kamera 22, vorzugsweise eine Infrarotkamera auf, die zur Ermittlung der Zündstrecke 18

ausgebildet und angeordnet ist. Vorzugsweise ist die Kamera 22 an der Innenwand des Drehrohrofens 10, beispielsweise an dem Drehrohr 12 oder dem Ofenkopf angebracht. Es ist ebenfalls denkbar, dass die Kamera 22 an einer statischen Innenwand des Ofenkopfes oder außerhalb des Drehrohrofens 10 angebracht ist. Die Messeinrichtung ist vorzugsweise zur Ermittlung der Flammenform, Flammenlänge und Flammenbreite ausgebildet. Vorzugsweise ist die Messeinrichtung derart ausgebildet, dass sie eine Flamme detektiert, wenn die Temperatur einen Wert von 1600 °C überschreitet und/ oder wenn eine Verbrennung des Brennstoffes erfolgt. Die Messeinrichtung umfasst vorzugsweise eine Kühleinrichtung zur Kühlung der Messeinrichtung.

10

Fig. 2 zeigte den Brenner 14 in einer Schnittansicht, wobei lediglich der sich in das Drehrohr 12 erstreckende Endbereich des Brenners 14 mit der Brennermündung 20 dargestellt ist.

15

Der Brenner 14 umfasst beispielhaft vier Rohre, die koaxial zueinander angeordnet sind und unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Das Zentralrohr 24 mit dem geringsten Durchmesser dient dem Transport von insbesondere stückigem Brennstoff, wie beispielsweise Ersatzbrennstoffe aus Abfall oder Altreifen. Das Zentralrohr 24 bildet einen Zentralkanal 26 aus. Zusammen mit dem Brennstoff wird durch das Zentralrohr 24 ein Trägergas geleitet, das dem pneumatischen Transport des Brennstoffes dient. Bei dem Trägergas handelt es sich insbesondere um ein sauerstoffarmes Gas mit einer Sauerstoffkonzentration von 0 bis 35 Vol%, insbesondere 2 bis 20Vol%, vorzugsweise 10 bis 15 Vol%, höchstvorzugshalber weniger als 10 Vol%. Vorzugsweise weist das Transportgas eine CO₂-Konzentration von 70 bis 95 Vol%, insbesondere 80 bis 90Vol%, vorzugsweise mehr als 75 Vol% auf. Der restliche Anteil des Transportgases umfasst vorzugsweise Sauerstoff, Stickstoff und/ oder Wasser. Das Zentralrohr 24 ist vorzugsweise mit einer Quelle für Brennstoff, insbesondere stückigem Ersatzbrennstoff, und einer Quelle für das Transportgas verbunden.

30

Koaxial zu dem Zentralrohr 24 ist beispielhaft das Drallgasrohr 28 angeordnet, das einen Drallgaskanal 30 ausbildet. Der Drallgaskanal 30 ist vorzugsweise zwischen der Innenwand des Drallgasrohrs 28 und der Außenwand des Zentralrohrs 24 ausgebildet und dient vorzugsweise zur Leitung eines Drallgases. Das Drallgasrohr 28 erstreckt sich

beispielhaft in axialer Richtung, in Richtung der Brennermündung 20, über das Zentralrohr 24 heraus. Das Drallgas weist vorzugsweise einen Sauerstoffgehalt von 0 bis 100 Vol%, insbesondere 30 bis 75 Vol%, vorzugsweise mehr als 90 Vol% auf. Der Drallgaskanal 30 ist vorzugsweise mit einer Quelle für das Drallgas verbunden.

5

Koaxial zu dem Drallgasrohr 28 ist beispielhaft das Brennstoffrohr 32 angeordnet, das einen Brennstoffkanal 34 ausbildet. Der Brennstoffkanal 34 ist zwischen der Innenwand des Brennstoffrohrs 32 und der Außenwand des Drallgasrohrs 28 ausgebildet und dient vorzugsweise zur Leitung eines feinstückigen Brennstoffes, wie beispielsweise Kohle, sowie der Leitung eines Trägergases zum pneumatischen Transport des Brennstoffs durch den Brennstoffkanal 34. Das Brennstoffrohr 32 erstreckt sich beispielhaft in axialer Richtung, in Richtung der Brennermündung 20, über das Zentralrohr 24 und das Drallgasrohr 28 heraus. Das Trägergas weist vorzugsweise einen Sauerstoffgehalt von 0 bis 30 Vol%, insbesondere 2 bis 20 Vol%, %, vorzugsweise 10 bis 15 Vol%, höchstvorzugshalber weniger als 10 Vol% auf. Vorzugsweise weist das Transportgas eine CO₂-Konzentration von 70 bis 95 Vol%, insbesondere 80 bis 90 Vol%, vorzugsweise mehr als 75 Vol% auf. Der restliche Anteil des Transportgases umfasst vorzugsweise Sauerstoff, Stickstoff und/ oder Wasser. Der Brennstoffkanal 34 ist vorzugsweise mit einer Quelle für das Trägergas und den insbesondere feinkörnigen Brennstoff verbunden.

20

Koaxial zu dem Brennstoffrohr 32 ist beispielhaft das Axialgasrohr 36 angeordnet, das einen Axialgaskanal 38 ausbildet. Der Axialgaskanal 38 ist insbesondere zwischen der Innenwand des Axialgasrohrs 36 und der Außenwand des Brennstoffrohrs 32 ausgebildet und dient vorzugsweise zur Leitung eines Axialgases. Das Axialgasrohr 36 erstreckt sich beispielhaft in axialer Richtung, in Richtung der Brennermündung 20, über das Zentralrohr 24, das Brennstoffrohr 32 und das Drallgasrohr 28 heraus. Das Axialgas weist vorzugsweise einen Sauerstoffgehalt von 0 bis 100 Vol%, insbesondere 30 bis 75 Vol%, vorzugsweise mehr als 90 Vol% auf. Der Axialgaskanal 38 ist vorzugsweise mit einer Quelle für das Axialgas verbunden.

30

Die wesentliche Strömungsrichtung der Gase ist mit dem Pfeil gekennzeichnet. Das Axialgas und das Drallgas weisen vorzugsweise eine relativ zu dem Trägergas hohe Strömungsgeschwindigkeit auf. Die Strömungsrichtung des Axialgases ist im Wesentlichen in Axialer Richtung des Brenner, wobei die Strömungsrichtung des

Drallgases im Wesentlichen in tangentialer Richtung des Brenners gerichtet ist. Das Drallgas und das Axialgas dienen vorzugsweise dazu, dem aus der Brennermündung 20, insbesondere aus dem Brennstoffkanal 30 und dem Zentralkanal 26 austretenden Brennstoff, mit einem Axial- und Drallimpuls zu beaufschlagen.

5

Der Zentralkanal 26, der Drallgaskanal 30, der Brennstoffkanal 34 und der Axialgaskanal 38 sind jeweils mit einer Einrichtung zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Menge des jeweiligen Gases, wie das Trägergas, Axialgas oder Drallgas, verbunden. Bei der Einrichtung zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Gasmenge handelt es sich beispielsweise um ein Ventil, einen Ventilator, eine Düse und/ oder einen Diffusor.

Der Drehrohrföfen 10 weist eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung auf, die mit der Kamera 22 zur Übermittlung der mittels der Kamera 22 ermittelten Daten, insbesondere die Zündstrecke, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, verbunden ist. Die Steuerungs-/Regelungseinrichtung ist vorzugsweise mit der Einrichtung zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Gasmenge verbunden und derart ausgebildet, die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Gasmenge der jeweils durch den Zentralkanal 26, den Drallgaskanal 30, den Brennstoffkanal 34 und den Axialgaskanal 38 strömenden Gase zu steuern/ regeln. Vorzugsweis ist die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet, dass sie die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Gasmenge in Abhängigkeit der ermittelten die Zündstrecke, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite einstellt, vorzugsweise erhöht, verringert oder unverändert lässt.

25

Vorzugsweise wird die ermittelte Zustandsgröße der Brennerflamme mit einem vorabbestimmten Grenzwert oder Grenzbereich verglichen und bei einer Abweichung der ermittelten Zustandsgröße von dem Grenzwert oder Grenzbereich wird die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Trägergases und/oder die Brennstoffeigenschaften eingestellt. Es ist ebenfalls denkbar, dass die die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Trägergases und/oder die Brennstoffeigenschaften derart gesteuert werden, dass der ermittelten Zustandsgröße ein jeweilig vorabbestimmter Wert der Strömungsgeschwindigkeit, Menge und/ oder Impuls des Trägergases und/oder der Brennstoffeigenschaften

30

zugeordnet ist, sodass die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Trägergases und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße auf den jeweiligen vorabbestimmten Wert eingestellt werden.

- 5 Beispielsweise wird die Zündstrecke ermittelt und mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich verglichen. Unterschreitet die ermittelte Zündstrecke den Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich wird beispielsweise die Brennstofffeuchte und/ oder die Korngröße des Brennstoffs erhöht. Überschreitet die ermittelte Zündstrecke den Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich wird beispielsweise die
10 Brennstofffeuchte und/ oder die Korngröße des Brennstoffs verringert.

- Beispielsweise wird bei einem Unterschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs, der CO₂-Anteil in dem Trägergas erhöht und vorzugsweise der Sauerstoffanteil des Trägergases verringert. Überschreitet die ermittelte Zündstrecke
15 den Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich wird beispielsweise der CO₂-Anteil in dem Trägergas verringert und vorzugsweise der Sauerstoffanteil des Trägergases erhöht. Beispielsweise wird bei einem Unterschreiten der ermittelten Zündstrecke von dem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich feinkörniges Material, wie Kalkmehl oder Gipsmehl, durch den Brenner 14, insbesondere durch den Brennstoffkanal 34 und/ oder
20 den Axialgaskanal 38 in die Brennzone des Drehrohrofens 10 aufgegeben.

- Der Brenner 14 weist einen Zentralkanal 26 auf, durch welchen Brennstoff zusammen mit einem Trägergas strömt. Des Weiteren weist der Brenner 12 einen Drallgaskanal 26 auf, durch welchen das Drallgas strömt. Der Brenner 12 weist auch einen Axialgaskanal
25 38 auf, durch welchen das Axialgas strömt. Insbesondere weist der Brenner 12 einen Brennstoffkanal 34 auf, durch welchen Brennstoff zusammen mit einem Trägergas strömt.

- Insbesondere wird bei einem Unterschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder
30 Grenzbereichs, die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder die Menge des Trägergases, insbesondere in dem Zentralkanal 26 und/ oder dem Brennstoffkanal 34, erhöht. Überschreitet die ermittelte Zündstrecke 18 den Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich wird beispielsweise die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder die Menge des Trägergases, insbesondere in dem Zentralkanal 26 und/ oder dem Brennstoffkanal

34 verringert. Vorzugsweise wird bei einem Unterschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs, die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal 38 erhöht und bei einem Überschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs verringert. Vorzugsweise wird bei einem Unterschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs, die Strömungsgeschwindigkeit des Drallgases in dem Drallgaskanal 30 erhöht und bei einem Überschreiten des Zündstreckengrenzwerts oder Grenzbereichs verringert.

Beispielsweise wird die Flammenlänge ermittelt und mit einem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich verglichen. Unterschreitet die ermittelte Flammenlänge den Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich wird beispielsweise die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal 38 und des Drallgases in dem Drallgaskanal 30 verringert und bei einem Überschreiten erhöht. Die Strömungsgeschwindigkeit des Trägergases wird beispielsweise in Abhängigkeit der ermittelten Flammenlänge nicht verändert. Beispielsweise wird bei einer Abweichung der Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzone aufgegeben werden. Die Aufgabe erfolgt beispielsweise über den Brenner oder über zumindest eine zusätzliche Leitung. Die Feststoffpartikel werden insbesondere durch den Zentralkanal oder den Brennstoffkanal aufgegeben, wobei der Wasserdampf und/ oder das CO₂ vorzugsweise durch den Axialgaskanal 38 und/ oder den Drallgaskanal 30 in die Brennzone aufgegeben wird. Bei den Feststoffpartikeln handelt es sich beispielsweise um Zementrohmehl, Kalksteinmehl, kalziniertes Zementrohmehl und/oder Brennstoffasche, wobei diese die Wärmestrahlung innerhalb des Drehrohrofens anregen und somit die Ausdehnung der Brennerflamme beeinflussen.

Unterschreitet die ermittelte Flammenlänge den Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich wird beispielsweise die Aufgabe von Wasserdampf, CO₂ und/oder der Feststoffpartikel erhöht, wobei die Aufgabe bei einem Unterschreiten des Flammenlängengrenzwerts oder Grenzbereichs verringert wird.

Beispielsweise wird die Flammenform ermittelt und mit einer Vielzahl von vorabbestimmten Flammenformen verglichen. Vorzugsweise ist jeder Flammenform ein jeweilig vorabbestimmter Wert der Strömungsgeschwindigkeit, Menge und/ oder Impuls

des Trägergases und/oder der Brennstoffeigenschaften zugeordnet, sodass die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Trägergases und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Flammenform auf den jeweiligen vorabbestimmten Wert eingestellt werden. Bei der Flammenform handelt es sich beispielsweise um die zweidimensionale oder dreidimensionale Erstreckung der Brennerflamme innerhalb des Drehrohrofens.

Bezugszeichenliste

	10	Drehrohrofen
	12	Drehrohr
	14	Brenner
5	16	Brennerflamme
	18	Zündstrecke
	20	Brennermündung
	22	Messeinrichtung / Kamera
	24	Zentralrohr
10	26	Zentralkanal
	28	Drallgasrohr
	30	Drallgaskanal
	32	Brennstoffrohr
	34	Brennstoffkanal
15	36	Axialgasrohr
	38	Axialgaskanal

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Brenners (14) eines Drehrohrofens (10),
wobei die dem Drehrohrofen (10) zugeführten Gasströme in Summe mehr als 50
5 Vol% Sauerstoff umfassen,
wobei der Brenner (14) eine Brennermündung (20) aufweist, aus welcher ein
Brennstoff-Gasgemisch ausgelassen wird und
wobei zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme (16), insbesondere die
Zündstrecke (18), die Flammenform, die Flammenlänge und/ oder die
10 Flammenbreite, ermittelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Brennstoff-
Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der
ermittelten Zustandsgröße gesteuert/ geregelt wird.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Zustandsgröße der Brennerflamme (16) mit
einem Grenzwert oder Grenzbereich verglichen wird und bei einer Abweichung
der ermittelten Zustandsgröße von dem Grenzwert oder Grenzbereich die
Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Brennstoff-
20 Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften eingestellt wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zündstrecke (18)
ermittelt und mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich verglichen
wird und wobei bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke (18) von dem
25 Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Brennstofffeuchte, die Korngröße
des Brennstoffs, der CO₂-Gehalt des Brennstoff-Gasgemisches und/ oder der
Sauerstoffgehalt des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Brenner (14)
30 einen Axialgaskanal (38), durch welchen ein Axialgas strömt und in im
Wesentlichen axialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20)
austritt, und

einen Drallgaskanal (30) aufweist, durch welchen ein Drallgas strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt und

wobei die Zündstrecke (18) ermittelt und mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich verglichen wird und

wobei bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke (18) von dem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Strömungsgeschwindigkeit, der Sauerstoffgehalt und/ oder der CO₂-Gehalt des Axialgases und/ oder des Drallgases erhöht oder verringert wird.

10

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Flammenlänge ermittelt und mit einem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich verglichen wird und wobei bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert wird.

15

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Flammenlänge ermittelt und mit einem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich verglichen wird und wobei bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzone aufgegeben werden.

20

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Brenner (14) einen Axialgaskanal (38), durch welchen ein Axialgas strömt und in im Wesentlichen axialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt, und

25

einen Drallgaskanal (30) aufweist, durch welchen ein Drallgas strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt und

wobei bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal und des Drallgases in dem Drallgaskanal erhöht oder verringert wird.

30

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Abgas des Drehrohrofens (10) zumindest teilweise dem Brenner (14) zugeführt wird.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zustandsgröße der Brennerflamme (16) mit einer Kamera (22), insbesondere einer Infrarotkamera, ermittelt wird.
10. Drehrohrofen (10) zum Brennen von Rohmehl zu Zementklinker aufweisend eine innerhalb des Drehrohrofens (10) ausgebildete Brennzone, einen Brenner (14) mit einer Brennermündung (20) zum Auslassen eines Brennstoff-Gasgemisches in die Brennzone, eine Messeinrichtung (22), die derart ausgebildet und angeordnet ist, dass sie zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme (16), insbesondere die Zündstrecke (18), die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehrohrofen (10) eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung aufweist, die derart ausgebildet, dass sie die Strömungsgeschwindigkeit die Menge und/ oder den Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße steuert/ regelt.
11. Drehrohrofen nach Anspruch 10, wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die Zustandsgröße der Brennerflamme (16) mit einem Grenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Zustandsgröße von dem Grenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder den Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften einstellt.
12. Drehrohrofen nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Messeinrichtung (22) derart ausgebildet ist, dass sie die Zündstrecke (18) ermittelt und die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die ermittelte Zündstrecke (18) mit einem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich vergleicht und wobei bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke (18) von dem Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Brennstofffeuchte, die Korngröße

des Brennstoffs, der CO₂-Gehalt des Brennstoff-Gasgemisches und/ oder der Sauerstoffgehalt des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert.

- 5 13. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei der Brenner (14) einen Axialgaskanal (38) aufweist, der derart ausgebildet ist, dass ein Axialgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen axialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt, und wobei
- 10 der Brenner (14) einen Drallgaskanal (30) aufweist, der derart ausgebildet ist, dass ein Drallgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt und die Messeinrichtung (22) derart ausgebildet ist, dass sie die Zündstrecke (18) ermittelt und
- 15 wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie bei einer Abweichung der ermittelten Zündstrecke (18) von einem vorabbestimmten Zündstreckengrenzwert oder Grenzbereich, die Strömungsgeschwindigkeit, der Sauerstoffgehalt und/ oder der CO₂-Gehalt des Axialgases und/ oder des Drallgases erhöht oder verringert.
- 20 14. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die Messeinrichtung (22) derart ausgebildet ist, dass sie die Flammenlänge ermittelt und die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die ermittelte Flammenlänge mit einem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich die Strömungsgeschwindigkeit und/
- 25 oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches erhöht oder verringert.
- 30 15. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei der Drehrohrofen (10) eine Leitung zur Aufgabe von Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzone aufweist und wobei die Messeinrichtung (22) derart ausgebildet ist, dass sie die Flammenlänge ermittelt und die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die ermittelte Flammenlänge mit einem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich vergleicht und bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert

oder Grenzbereich Wasserdampf, CO₂, und/ oder Feststoffpartikel in die Brennzzone aufgegeben werden.

- 5 16. Drehrohrofen nach Anspruch 14, wobei der Brenner einen Axialgaskanal (38) aufweist, der derart ausgebildet ist, dass ein Axialgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen axialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt, und wobei
- 10 der Brenner (14) einen Drallgaskanal (30) aufweist, der derart ausgebildet ist, dass ein Drallgas durch diesen strömt und in im Wesentlichen tangentialer Richtung des Brenners (14) aus der Brennermündung (20) austritt und wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie bei einer Abweichung der ermittelten Flammenlänge von dem Flammenlängengrenzwert oder Grenzbereich, die Strömungsgeschwindigkeit des Axialgases in dem Axialgaskanal (38) und des Drallgases in dem Drallgaskanal
- 15 (30) erhöht oder verringert.
17. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei der Drehrohrofen (10) einen Abgasauslass aufweist und der Brenner (14) mit dem Abgasauslass zur Leitung zumindest eines Teils des Abgases in den Brenner (14) verbunden ist.
- 20 18. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei die Messeinrichtung (22) eine Kamera, insbesondere eine Infrarotkamera ist.

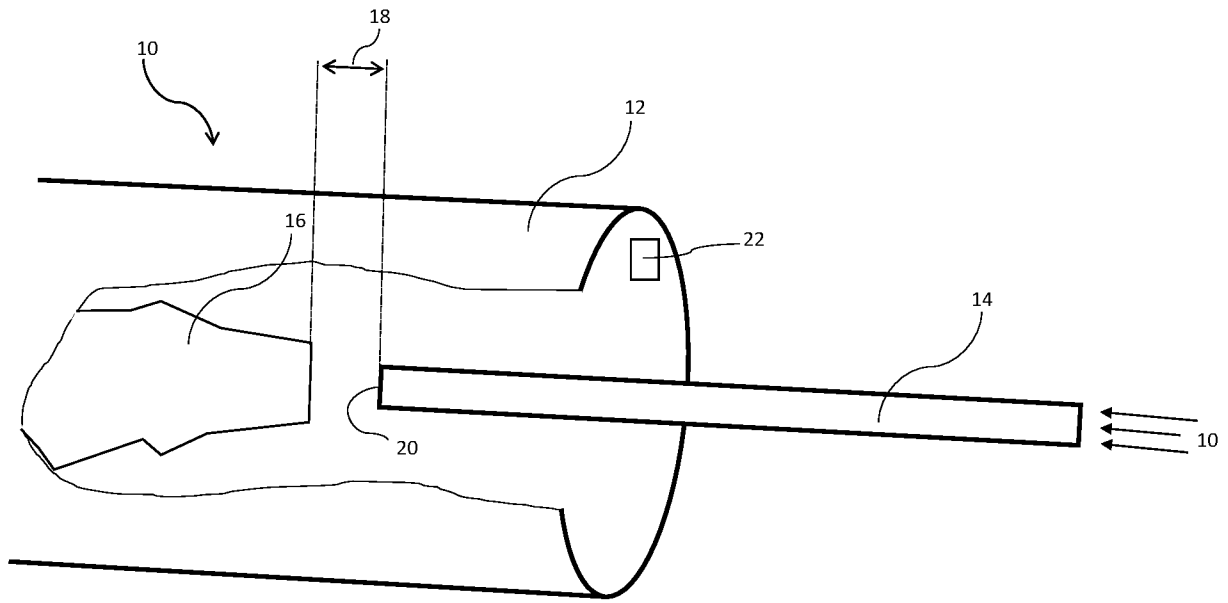


Fig. 1

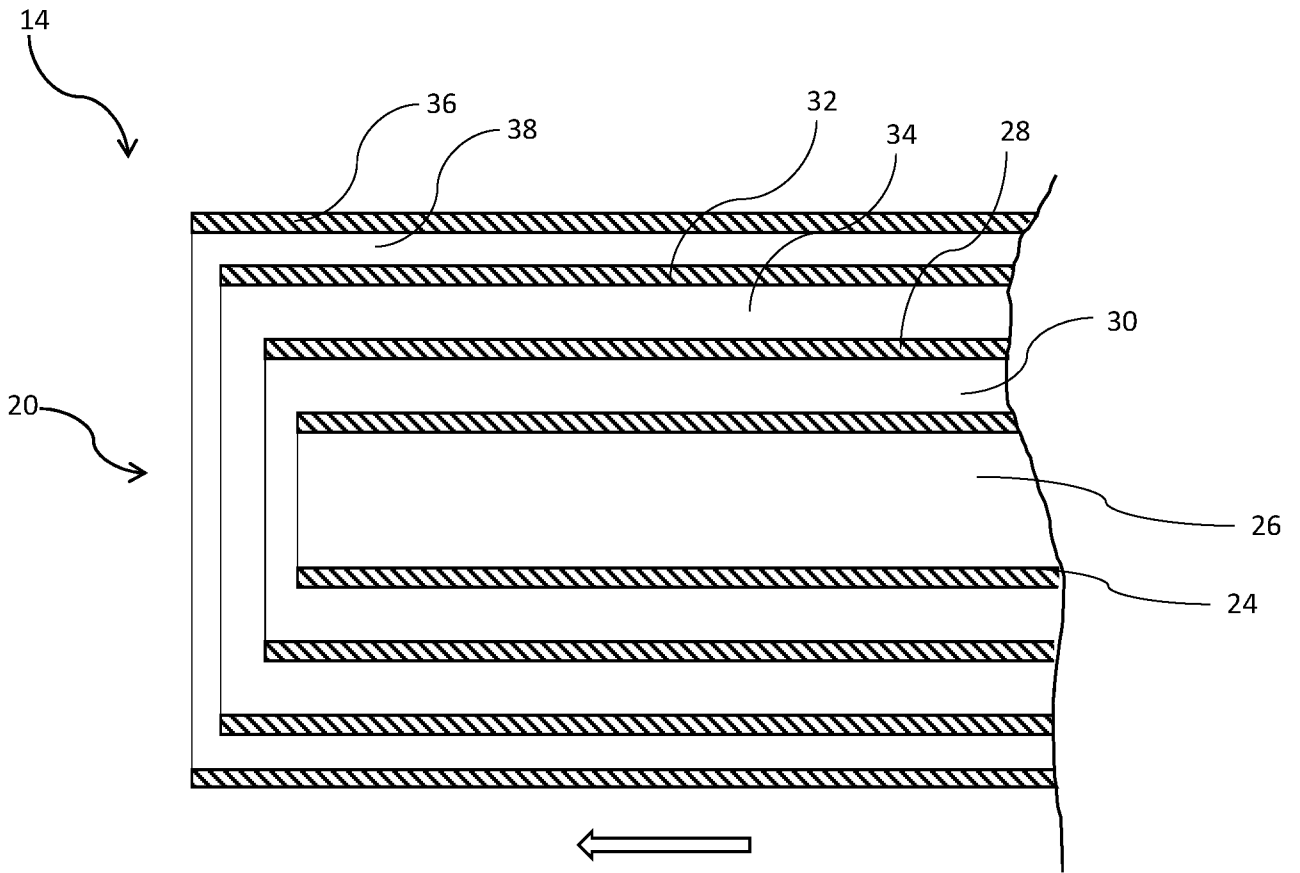


Fig. 2

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

RECHERCHENBERICHT INTERNATIONALER ART NACH ARTIKEL XI.23.,

§10 DES BELGISCHEN WIRTSCHAFTSGESETZBUCHES

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS 210792P00BE
Nationales Aktenzeichen 202205195	Anmeldedatum 21-03-2022
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name) thyssenkrupp AG, et al	
Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art 02-04-2022	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat SN80961
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC Siehe Recherchenbericht	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC	Siehe Recherchenbericht
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202205195

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F27B7/34 F27B7/42 F27D19/00 F27D21/02 ADD.</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK</p>		
<p>B. RECHERCHIERTER SACHGEBIETE</p> <p>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F27B F27D</p>		
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN</p>		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>CN 111 521 003 A (HANGZHOU TURNING ENERGY TECH DEVELOPMENT CO LTD) 11. August 2020 (2020-08-11) * Abbildungen 1-6 * * Ansprüche 1-10 * * Absatz [0001] * * Absatz [0004] – Absatz [0037] * * Absatz [0054] – Absatz [0098] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-18
X	<p>WO 2017/121449 A1 (KIT KARLSRUHER INST FÜR TECH [DE]; CI-TEC GMBH [DE]) 20. Juli 2017 (2017-07-20) * Abbildungen 1-7 * * Ansprüche 1-7 * * Seite 1, Zeile 1 – Zeile 15 * * Seite 1, Zeile 31 – Seite 8, Zeile 11 * * Seite 8, Zeile 31 – Seite 11, Zeile 30 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-18
<p><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>		
<p>° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		
<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<p>Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art</p> <p>18. Oktober 2022</p>		<p>Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Jung, Régis</p>

C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DE 10 2006 060869 A1 (KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH [DE]) 26. Juni 2008 (2008-06-26) * Abbildungen 1, 2 * * Absatz [0001] * * Absatz [0007] - Absatz [0012] * * Absatz [0017] - Absatz [0024] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-18

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202205195

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
CN 111521003	A	11-08-2020	KEINE	

WO 2017121449	A1	20-07-2017	DE 102016000290 A1	20-07-2017
			EP 3403027 A1	21-11-2018
			PL 3403027 T3	15-06-2020
			WO 2017121449 A1	20-07-2017

DE 102006060869	A1	26-06-2008	AT 472706 T	15-07-2010
			DE 102006060869 A1	26-06-2008
			DK 2102550 T3	20-09-2010
			EP 2102550 A1	23-09-2009
			US 2010050912 A1	04-03-2010
			WO 2008077577 A1	03-07-2008



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. SN80961	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21.03.2022	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202205195
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. F27B7/34 F27B7/42 F27D19/00 F27D21/02			
Anmelder thyssenkrupp AG, et al			

Dieser Bescheid enthält Angaben und entsprechende Seiten zu folgenden Punkten:

- Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- Feld Nr. II Priorität
- Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

Formblatt BE237A (Deckblatt) (Januar 2007)	Prüfer Jung, Régis
--	-----------------------

Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist der Bescheid auf folgender Grundlage erstellt worden:
 - a. Art des Materials:
 - Sequenzprotokoll
 - Tabelle(n) zum Sequenzprotokoll
 - b. Form des Materials:
 - in Papierform
 - in elektronischer Form
 - c. Zeitpunkt der Einreichung:
 - in der eingereichten Anmeldung enthalten
 - zusammen mit der Anmeldung in elektronischer Form eingereicht
 - nachträglich eingereicht
3. Wurden mehr als eine Version oder Kopie eines Sequenzprotokolls und/oder einer dazugehörigen Tabelle eingereicht, so sind zusätzlich die erforderlichen Erklärungen, dass die Information in den nachgereichten oder zusätzlichen Kopien mit der Information in der Anmeldung in der eingereichten Fassung übereinstimmt bzw. nicht über sie hinausgeht, vorgelegt worden.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1 Dokumente

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- | | |
|----|--|
| D1 | CN 111 521 003 A (HANGZHOU TURNING ENERGY TECH DEVELOPMENT CO LTD) 11. August 2020 (2020-08-11) |
| D2 | WO 2017/121449 A1 (KIT KARLSRUHER INST FÜR TECH [DE]; CI-TEC GMBH [DE]) 20. Juli 2017 (2017-07-20) |
| D3 | DE 10 2006 060869 A1 (KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH [DE]) 26. Juni 2008 (2008-06-26) |

2 Neuheit und erfinderische Tätigkeit

2.1 Unabhängiger Anspruch 1

Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Patentierbarkeit, weil der Gegenstand des Anspruchs 1 nicht neu ist.

D1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Brenners eines Drehrohrofens, wobei die dem Drehrohrföfen zugeführten Gasströme in Summe mehr als 50 Vol% Sauerstoff umfassen ("Oxygen-enriched burner"), wobei der Brenner eine Brennermündung aufweist, aus welcher ein Brennstoff-Gasgemisch ausgelassen wird und wobei zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme, insbesondere die Zündstrecke, die Flammenform, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße gesteuert/ geregelt wird (Abbildungen 1-6; Ansprüche 1-10; Absatz [0001]; Absatz [0004] - Absatz [0037]; Absatz [0054] - Absatz [0098]).

Daher offenbart D1 alle Verfahrensschritte der Gegenstand des Anspruchs 1, und der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit nicht neu.

- 2.2 Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Patentierbarkeit, weil der Gegenstand des Anspruchs 1 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht.
- 2.2.1 D2 und D3 offenbaren ein Verfahren zum Betreiben eines Brenners eines Drehrohrofens, wobei der Brenner eine Brennermündung aufweist, aus welcher ein Brennstoff-Gasgemisch ausgelassen wird und wobei zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme, insbesondere die Zündstrecke, die Flammenform, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit, die Menge und/ oder der Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße gesteuert/ geregelt wird.
- 2.2.2 Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich somit von D2 oder D3 dadurch, dass die dem Drehrohrofen zugeführten Gasströme in Summe mehr als 50 Vol% Sauerstoff umfassen.
- 2.2.3 Der Unterschied hat keine technische Auswirkung auf die Funktion des Brenners.
- 2.2.4 Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden um eine Alternative zu finden.
- 2.2.5 Da die Gesamtzusammensetzung des Sauerstoffs im Brenner seine Funktion nicht beeinflusst, wäre die Modifikation eine einfache Wahl durch den Fachmann ohne erfinderische Tätigkeit.
Die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung vorgeschlagene Lösung kann nicht als erfinderisch angesehen werden.

2.3 **Unabhängiger Anspruch 10**

Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Patentierbarkeit, weil der Gegenstand des Anspruchs 10 nicht neu ist.

D1 offenbart ein Drehrohrofen zum Brennen von Rohmehl zu Zementklinker aufweisend eine innerhalb des Drehrohrofens ausgebildete Brennzone, einen Brenner mit einer Brennermündung zum Auslassen eines Brennstoff-Gasgemisches in die Brennzone, eine Messeinrichtung, die derart ausgebildet und angeordnet ist, dass sie zumindest eine Zustandsgröße der Brennerflamme, insbesondere die Zündstrecke, die Flammenlänge und/ oder die Flammenbreite, ermittelt, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehrohrofen eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung aufweist, die derart ausgebildet, dass

sie die Strömungsgeschwindigkeit die Menge und/ oder den Impuls des Brennstoff-Gasgemisches und/oder die Brennstoffeigenschaften in Abhängigkeit der ermittelten Zustandsgröße steuert/ regelt.

Daher offenbart D1 alle technischen Merkmale der Gegenstand des Anspruchs 10 und der Anspruch 10 ist somit nicht neu.

Mit einer gleichen Argumentation (*mutatis mutandis*) offenbaren D2 und D3 auch alle technischen Merkmale der Gegenstand des Anspruchs 10.

2.4 Abhängige Ansprüche 2-9, 11-18

Die abhängigen Ansprüche 2-9, 11-18 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen eines Anspruchs, auf den sie rückbezogen sind, die Erfordernisse in Bezug auf Neuheit bzw. erfinderische Tätigkeit erfüllen.

D1 offenbart der Gegenstand des Anspruchs 2 und 11 und ist damit auch nicht neu.

Der Gegenstand der Ansprüche 3-9 und 12-18 ist eine bauliche Änderung die innerhalb dessen liegt, was ein Fachmann im Rahmen der üblichen Praxis zu tun pflegt, zumal die damit erreichten Vorteile ohne Weiteres im Voraus abzusehen sind. Folglich ist auch der Gegenstand des Anspruchs 3-9 und 12-18 nicht erfinderisch.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel in der Anmeldung

3 **Weitere Mängel**

In der Beschreibung werden weder der in D1-D3 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch die Dokumente selbst angegeben.