

(19)



(10)

AT 515222 B1 2015-09-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50846/2013
(22) Anmeldetag: 20.12.2013
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2015

(51) Int. Cl.: **F27D 17/00** (2006.01)
C04B 7/43 (2006.01)
F27B 1/22 (2006.01)
F27B 7/20 (2006.01)
F27B 9/30 (2006.01)

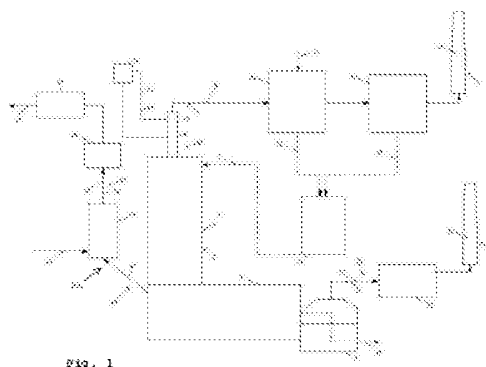
(56) Entgegenhaltungen:
DE 29608816 U1
WO 2011082193 A1
CH 689830 A5
WO 2011029690 A1

(73) Patentinhaber:
SCHEUCH GMBH
4971 AUROLZMÜNSTER (AT)

(74) Vertreter:
SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

(54) Vorrichtung zur Herstellung von Zementklinker

(57) Vorrichtung (1) zur Herstellung von Zementklinker (17), mit mehreren von Abgasen (8) durchströmten Anlagenkomponenten (2), insbesondere zumindest einen Drehrohrofen (3) zum Brennen der Rohmaterialien, eine Vorwärmstufe (5) zum Vorwärmen der Rohmaterialien im Gegenstrom zu Abgasen (8) des Drehrohrofens (3), eine Aufgabeeinrichtung (7) zur Aufgabe der Rohmaterialien in die Vorwärmstufe, eine Rohmühle (10) zum Vermahlen der Rohmaterialien, eine Steigleitung (9) für die Abgase (8) zwischen der Vorwärmstufe (5) und der Rohmühle (10), zumindest eine Filterstufe (14) zum Entstauben der Abgase (8) vor dem Austritt in die Atmosphäre und zumindest einen Kamin (16) zum Abführen der Abgase (8) in die Atmosphäre, wobei zumindest eine der Anlagenkomponenten (2) an einer den Strömungsquerschnitt eines Abgasstromes (8, 8', 18 oder 24) begrenzenden Oberfläche (28) zumindest ein Wärmetauscherelement (29) zur Rückgewinnung von Wärmeenergie des Abgasstromes (8, 8', 18 oder 24) aufweist.



AT 515222 B1 2015-09-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von Zementklinker, mit mehreren von Abgasströmen durchströmten Anlagenkomponenten, insbesondere zumindest einen Drehrohrofen zum Brennen der Rohmaterialien, eine Vorwärmstufe zum Vorwärmen der Rohmaterialien im Gegenstrom zu Abgasen des Drehrohrofens, eine Aufgabereinrichtung zur Aufgabe der Rohmaterialien in die Vorwärmstufe, eine Rohmühle zum Vermahlen der Rohmaterialien, eine Steigleitung für die Abgase zwischen der Vorwärmstufe und der Rohmühle, zumindest eine Filterstufe zum Entstauben der Abgase vor dem Austritt in die Atmosphäre und zumindest einen Kamin zum Abführen der Abgase in die Atmosphäre.

[0002] Zur Herstellung von Zementklinker werden große Energiemengen eingesetzt, um die Rohmaterialmischung aus Kalkstein, Ton, Quarz und Eisenoxid zu Klinker zu brennen. Der Prozess erfordert Gastemperaturen bis zu 2000 °C, um den Sinterprozess durchzuführen. Bei solchen Anlagen gehen bisher üblicherweise mehr als 10 % der thermisch eingesetzten Energie durch die Abgasströme über die Kamine und durch Wärmeleitung von verschiedensten Anlagenteilen, wie Rohrleitungen, Zyklone, Öfen, Mühlen etc., verloren. Aus diesem Grund gibt es starke Bestrebungen, einen Teil der Abwärme aus den Abgasen rückzugewinnen, um die Energie auf andere Prozessschritte zu übertragen oder zur Erzeugung von elektrischer Energie einzusetzen.

[0003] Im Stand der Technik werden zu diesem Zweck Wärmetauscher zwischen aufeinanderfolgende Anlagenkomponenten geschaltet. Dafür können Rohrbündelwärmetauscher in den Abgasstrom eingesetzt werden, wobei die staubhaltigen Abgase im Mantelraum strömen und die Rohrbündel von einem Wärmeträger, beispielsweise Thermoöl oder Wasser, durchströmt werden. Je nach Abgasstrom müssen die Rohrbündel durch verschiedene Einrichtungen, wie Klopfwerke, Rußbläser oder Schallhörner gereinigt werden, um die Leistung des Wärmetauschers aufrecht zu erhalten. Das Verhalten der Staubbeläge kann je nach Rohmehl- und Abgaszusammensetzung von Werk zu Werk schwanken, wodurch eine sichere Auslegung der Wärmetauscher im Abgas eines Zementofens äußerst schwierig ist und dazu führt, dass extrem hohe Leistungsreserven von bis zu 50 % und mehr in den vorhandenen Anlagen keine Seltenheit sind.

[0004] Eine Wärmerückgewinnung durch Zwischenschaltung von Wärmetauschern in den Abgasstrom ist beispielsweise aus der EP 2 545 337 B1 bekannt. Bei solchen Anlagen wird durch die kontinuierliche Entnahme von Klinker aus dem Drehrohrofen Wärme aus dem Drehrohrofen abgeführt. Der etwa 1450 °C heiße Klinker wird in einem Klinkerkühler gekühlt. Ein Teil der in dem Klinkerkühler erwärmten Luft wird über einen Mittenluftabgriff aus dem Klinkerkühler abgeführt. Die abgeführte Luft gibt nach einer Grobentstaubung durch einen Zyklon in einem Wärmetauscher gespeicherte Wärme an ein Thermoöl als Wärmeträgerfluid ab. Die an das Wärmeträgerfluid übertragene Wärme wird in dieser Ausführung dazu verwendet, um in einem anderen Wärmetauscher das zu entstickende Rauchgas auf die für die Entstickung notwendige Temperatur zu erwärmen. Der Wärmetauscher für die Klinkerkühlerabluft weist einen Einlass für die Abluft auf, die in dem Wärmetauscher zunächst über eine erste Leitung geleitet wird, um das Wärmeträgerfluid, welches durch die erste Leitung strömt, zu erwärmen. Nachrangig zu der ersten Leitung ist eine zweite Leitung angeordnet, über die die Abluft geleitet wird. In der zweiten Leitung strömt ein weiteres Wärmeträgerfluid und wird durch die Abluft erwärmt. Die Abluft verlässt den Wärmetauscher über einen Auslass. Solche zwischengeschalteten Wärmetauscher mit Ein- und Auslässen für den Abgasstrom bringen jedoch im Fall von staubbeladenen Abgasströmen die oben erläuterten Nachteile mit sich.

[0005] Die DE 296 08 816 U1 zielt darauf ab, die Abwärme aus der Zementklinkerproduktion einer energetischen Verwertung im Kraftwerksprozess zuzuführen. Der Stand der Technik schlägt dafür jedoch lediglich vor, am Ende der Zementklinkerlinie einen Abhitzeessel anzuordnen, dem die entstaubte Klinkerabluft zugeführt wird. Im Abhitzeessel wird diese Abluft zur Erzeugung von Mitteldruckdampf genutzt, welcher einer Turbine über eine Dampfleitung zuge-

führt wird. Daneben wird die den Abhitzekeessel verlassende, noch recht heiße Abluft als Verbrennungsluft für den Dampfkessel genutzt.

[0006] Die WO 2011/082193 A1 beschreibt eine Zementklinkeranlage, bei welcher erhitztes Gas aus einem Klinkerkühler rezykliert wird.

[0007] In der CH 689 830 A5 ist ein Verfahren zur simultanen Erzeugung von Zementklinker und Elektrizität mittels eines Reaktorsystems mit zirkulierender Wirbelschicht gezeigt.

[0008] Die WO 2011/029690 A1 offenbart schließlich ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Zementklinker.

[0009] Darüber hinaus sind im Stand der Technik, beispielsweise aus der Stahlindustrie, wassergekühlte Rohrleitungen und Apparatewände bekannt, um die maximale Oberflächentemperatur der Apparate zu begrenzen. An den Apparaten werden dabei Segmente aus Feuerfeststeinen angebracht, in die Rohre zur Kühlung eingegossen werden. Die Dicke der Feuerfestausrückwandung kann damit deutlich reduziert werden. Das Kühlwasser wird dabei üblicherweise in Kühltürmen rückgeköhlt und nicht genutzt, um eine Wärmerückgewinnung zu realisieren. Demnach verfolgen solche Wasserkühlungen einen anderen Zweck.

[0010] Demnach besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Nachteile des Standes der Technik zu lindern bzw. zu beheben. Die Erfindung setzt sich insbesondere zum Ziel, eine Vorrichtung zur Herstellung von Zementklinker gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 zu schaffen, bei welcher mit möglichst geringem baulichen Aufwand die Wärmeenergie der Abgase zumindest teilweise rückgewonnen werden soll, wobei zugleich die Störanfälligkeit der Anlage reduziert werden soll.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Erfindungsgemäß weist daher zumindest eine der Anlagenkomponenten an einer den Strömungsquerschnitt eines Abgasstromes begrenzenden Oberfläche zumindest ein Wärmetauscherelement zur Rückgewinnung von Wärmeenergie des Abgasstromes auf.

[0013] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist daher zumindest eine Anlagenkomponente an der Oberfläche, d.h. an einer die Strömung nach innen einschließenden Außenfläche, mit einem Wärmetauscherelement verbunden, das die von der Oberfläche der Anlagenkomponente abgegebene Wärmeenergie des Abgasstromes aufnimmt, um diese Wärmeenergie einer weiteren Nutzung in einem Wärmeabgabeelement zuzuführen. Bevorzugt wird mit dem Wärmetauscherelement die Wärmeenergie von im Drehrohröfen bei der Klinkerherstellung entstehenden Abgasen rückgewonnen. Das Wärmetauscherelement kann jedoch auch zur Nutzung anderer Abgasströme der Vorrichtung eingesetzt werden. Demnach ist das Wärmetauscherelement außerhalb des Strömungsquerschnitts des Abgasstromes in der Anlagenkomponente angeordnet. Die außenseitige Anordnung des Wärmetauscherelements hat gegenüber dem Stand der Technik, welcher in den Abgasstrom geschaltete Wärmetauscher vorsieht, einerseits den Vorteil, dass der bauliche Aufwand für die Rückgewinnung der in den Abgasen gespeicherten Energie wesentlich reduziert werden kann. Darüber hinaus ist vorteilhaft, dass die Anordnung des Wärmetauscherelements die Klinkerherstellung selbst nicht behindern kann. Vorteilhafterweise können sich daher Störungen in dem außen- bzw. umfangseitigen Wärmetauscherelement nicht nachteilig auf die Funktionsweise der Anlagenkomponenten auswirken, da sich das Wärmetauscherelement außerhalb des Abgasstromes befindet. Beim Stand der Technik war insbesondere problematisch, dass sich Feststoffe, insbesondere Staub, aus dem Abgasstrom an den Bauteilen der zwischengeschalteten Wärmetauscher anlegen konnten, wodurch einerseits die Effizienz der Wärmerückgewinnung beeinträchtigt werden kann. Andererseits können Verstopfungen in den Wärmetauschern zu einem Ausfall der Zementklinkeranlage führen, welcher hohe Kosten für die Wiederinbetriebnahme verursacht. Diese Nachteile können bei der Erfindung zuverlässig vermieden werden, da die Anordnung des Wärmetauscherelements an der Oberfläche die Strömung der Abgase im Wesentlichen unbeeinflusst lässt. Vorteilhafterweise kann daher mit geringem baulichen Aufwand die Ausfallsicherheit der Anlage erhöht und

die Energieeffizienz wesentlich verbessert werden. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Ausführung besteht darin, dass in der Anlage bereits vorhandene Anlagenkomponenten genutzt werden können, wodurch die Herstellungskosten für die Anlage niedrig gehalten werden können.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist als Anlagenkomponente mit dem Wärmetauscherelement eine den Abgasstrom führende Rohrleitung vorgesehen. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass bei Zementklinkeranlagen üblicherweise bereits vorhandene Rohrleitungen, mit welchen der Abgasstrom, insbesondere die Abgase aus dem Drehrohrofen, zwischen aufeinanderfolgenden Anlagenkomponenten transportiert werden, zur Anordnung des Wärmetauscherelements genutzt werden kann. Vorteilhaft ist zudem, dass die Längserstreckung der vorhandenen Rohrleitungen zur effizienten Abgabe von Wärmeenergie an das Wärmetauscherelement ausreichend ist. Bevorzugt ist daher, wenn sich das Wärmetauscherelement im Wesentlichen über die ganze Länge der Rohrleitung zwischen in Strömungsrichtung aufeinanderfolgenden Anlagenkomponenten erstreckt. Weiters ist von Vorteil, dass die Rohrleitungen im Vergleich zu anderen Anlagenkomponenten einfachere Geometrien aufweisen, welche die Anordnung von Wärmetauscherelementen mit geringem baulichen Aufwand ermöglichen.

[0015] Besonders günstig ist eine Ausführung, bei welcher die Steigleitung zwischen der Vorwärmstufe und der Filterstufe ein Wärmetauscherelement aufweist. Die Steigleitung, auch „Down Comer Duct“ genannt, verbindet das in Strömungsrichtung der Abgase gesehen ausgangseitige Ende der Vorwärmstufe mit der Filterstufe zum Entstauben der Abgase. Diese Steigleitung weist vorzugsweise eine Länge von 20 bis 150 Metern auf, so dass eine für den Wärmeaustausch mit dem Wärmetauscherelement günstige Wärmeaustauschfläche zur Verfügung steht. Darüber hinaus ermöglichen die Abgastemperaturen in der Steigleitung, welche insbesondere zwischen 280 und 450 ° Celsius betragen, die Rückgewinnung großer Anteile der Wärmeenergie der Abgase. Weiters ist die Anordnung des Wärmetauscherelements außerhalb des Strömungsquerschnitts der Abgase bei dieser Ausführung besonders vorteilhaft, da die Abgasströme innerhalb der Steigleitung eine hohe Staubbelastung aufweisen, so dass die im Stand der Technik übliche Zwischenschaltung von Wärmetauschern in den Abgasstrom nachteilig wäre. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführung ist, dass der Druckverlust im Vergleich zu Wärmetauschern des Standes der Technik deutlich geringer ausfällt und dass der Wärmetauscher selbst keine zusätzliche Grundfläche im Zementwerk verbraucht, wodurch der bauliche Aufwand deutlich reduziert werden kann.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung ist der Drehrohrofen mit einer Bypassleitung für einen Teilstrom der Abgase verbunden, wobei ein Wärmetauscherelement an einem Abschnitt der Bypassleitung, insbesondere an einem Abschnitt der Bypassleitung zwischen dem Drehrohrofen und einer Quenchstufe oder an einem Abschnitt der Bypassleitung zwischen zwei Quenchstufen, vorgesehen ist. Bei dieser Ausführung steht ein Abgasstrom mit einem hohen Energieinhalt zu Verfügung, sodass hohe Wärmemengen mit vergleichsweise geringer Wärmetauscherfläche übertragen werden können. Im Stand der Technik kann dieser Abgasstrom wegen der hohen Chloridfrachten nicht zur Wärmeübertragung genutzt werden, da keine effiziente Technologie zur dauerhaften Reinigung der Wärmetauscherflächen unter diesen Bedingungen zur Verfügung steht.

[0017] Aus dem Drehrohrofen wird kontinuierlich Zementklinker abgeführt, welcher üblicherweise mit einem Klinkerkühler gekühlt wird. Als Kühlmittel kann bevorzugt Luft verwendet werden. Bei dieser Ausführung ist es günstig, wenn ein Wärmetauscherelement an einer Wandung einer Leitung für die Abluft eines Klinkerkühlers vorgesehen ist. Ein Vorteil dieser Ausführungsvariante ist, dass die Abluft nicht mit einem sehr feinen und adhäsiven Staub beladen ist, der an den Wärmetauscherflächen haften bleiben könnte. Vorteilhafterweise kann daher das Wärmetauscherelement ohne große Leistungsreserven kompakt gebaut werden.

[0018] Um die Wärmeaustauschfläche für das Wärmetauscherelement zu erhöhen, ist es günstig, wenn die Rohrleitung mehrere parallel durchströmbare Stränge aufweist, an welchen jeweils zumindest ein Wärmetauscherelement vorgesehen ist. Bei dieser Ausführungsvariante kann

daher die üblicherweise vorhandene einstrangige Rohrleitung durch eine mehrstrangige Ausführung ersetzt werden, wodurch die zur Verfügung stehende Wärmeaustauschfläche zwischen der Rohrleitung und dem Wärmetauscherelement entsprechend erhöht wird.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung ist ein Wärmetauscherelement an der Wandung zumindest eines Zyklons der Vorwärmstufe vorgesehen. Bei dieser Ausführung können die Vorteile der Erfindung in hohem Ausmaß genutzt werden, da die Abgase im Bereich der Vorwärmstufe die höchste Staubbelastung zwischen dem Drehrohrofen und dem Kamin zum Austritt in die Atmosphäre aufweisen. Darüber hinaus weisen die Abgase in der Vorwärmstufe hohe Temperaturen auf, so dass durch die Anbringung des Wärmetauscherelements an der Zyklonstufe vergleichsweise große Wärmeverluste vermieden werden können und der Wärmeaustausch mit einem höheren Temperaturgradienten effizienter durchgeführt werden kann. Andererseits bringt diese Ausführung den Nachteil mit sich, dass die Anordnung des Wärmetauscherelements an dem Zyklon vergleichsweise hohen konstruktiven Aufwand verursacht.

[0020] Zur Erhöhung der Energieeffizienz der Anlage ist es hierbei günstig, wenn die Vorwärmstufe mehrere Zyklone aufweist, wobei sämtliche Zyklone mit einem Wärmetauscherelement ausgestattet sind und diese untereinander verbunden sind. Demnach werden bei dieser Ausführung alle Zyklone mit Wärmetauscherelementen ausgestattet, wodurch vorteilhafterweise die beim Stand der Technik auftretenden Energieverluste durch Abstrahlung von Wärme über die Oberfläche der Zyklone erheblich reduziert werden.

[0021] Darüber hinaus kann es in vielen Anwendungen günstig sein, wenn ein Wärmetauscherelement an einer Wandung des Drehrohrofens vorgesehen ist. Aufgrund der hohen Abgastemperaturen im Drehrohrofen treten beim Stand der Technik in diesem Bereich hohe Energieverluste auf, welche durch die Anbringung zumindest eines Wärmetauscherelements an der Oberfläche des Drehrohrofens verringert werden können.

[0022] Die gefilterten Abgase werden über einen Kamin an die Atmosphäre abgegeben, wobei die Abgase noch eine Temperatur zwischen 80 und 250 ° Celsius aufweisen. Um diese Restwärme zu nutzen, ist es günstig, wenn ein Wärmetauscherelement an einer Wandung eines Kamins für die Abgase aus dem Drehrohrofen vorgesehen ist. Die Abgasströme am Kamin weisen im Vergleich zu den Abgasströmen vor der Filterstufe eine wesentlich geringere Staubbelastung auf, so dass die Abgase prinzipiell auch durch einen im Strömungsquerschnitt angeordneten Wärmetauscher gemäß Stand der Technik geleitet werden könnten. Allerdings können auch bei dieser Ausführung die konstruktiven Vorteile der erfindungsgemäßen Anordnung des Wärmetauscherelements an der Oberfläche der Wandung des Kamins genutzt werden können.

[0023] Darüber hinaus ist es vielfach günstig, wenn ein Wärmetauscherelement an einer Wandung eines Abluftkamins für die Abluft eines Klinkerkühlers vorgesehen ist. Diese Ausführung eignet sich insbesondere dazu, um Energie auf einem niedrigen Temperaturniveau zum Beispiel für Heizzwecke auszukoppeln. Dabei sind vorteilhafterweise keine Probleme mit Taupunktunterschreitungen in der Abluft zu erwarten.

[0024] Zur Nutzung der vom Wärmetauscherelement aufgenommenen Wärmeenergie des Abgasstromes ist es von Vorteil, wenn als Wärmetauscherelement zumindest ein Durchfluselement für ein Wärmeaustauschmedium, insbesondere Wasser bzw. Wasserdampf oder Thermoöl, vorgesehen ist. Bei dieser Ausführung wird daher ein Wärmeaustauschmedium durch das Wärmetauscherelement geführt, welches über die Oberfläche der jeweiligen Anlagenkomponente erhitzt wird. Das erhitzte Wärmeaustauschmedium kann sodann einer weiteren Verwendung zugeführt werden. Zu diesem Zweck ist das Wärmetauscherelement über eine Leitung für das Wärmeaustauschmedium mit einem Wärmeabgabeelement verbunden, mit welchem die Wärmeenergie des erhitzten Wärmeaustauschmediums an einen Verbraucher abgegeben wird.

[0025] Zur Nutzung der Wärmeenergie der Abgase ist das Wärmetauscherelement, insbesondere in einem Kreislauf, bevorzugt mit einem im Strömungsquerschnitt des Abgasstromes angeordneten Wärmetauscher, insbesondere in Strömungsrichtung des Abgasstromes gesehen

vor einer Entstickungsstufe, verbunden. Bei dieser Ausführung wird daher das Wärmetauscherelement an der Ober- bzw. Außenfläche der Anlagenkomponente bevorzugt mit einem andersartigen Wärmetauscher verbunden, welcher, wie beim Stand der Technik üblich, in den Abgasstrom geschaltet ist. Zwischen dem Wärmetauscherelement und dem Wärmetauscher kann ein Wärmeaustauschmedium über den Kreislauf transportiert werden.

[0026] Zusätzlich oder alternativ kann das Wärmetauscherelement, insbesondere in einem weiteren Kreislauf, welcher einen weiteren Wärmetauscher aufweisen kann, mit einer Turbine zur Erzeugung von elektrischer Energie verbunden sein. Bei dieser Ausführung wird daher die Wärmeenergie des Abgasstromes von dem Wärmeaustauschmedium des Wärmetauscherelements aufgenommen und mittels einer Turbine in elektrische Energie umgewandelt.

[0027] Zur Erzielung eines effizienten Wärmeübergangs zwischen dem Abgasstrom und dem Wärmeaustauschmedium ist es günstig, wenn die Anlagenkomponente, insbesondere eine Rohrleitung, mehrere Wärmetauscherelemente aufweist, welche bevorzugt in regelmäßigen Abständen am Umfang der Anlagenkomponente verteilt angeordnet sind. Demnach werden bevorzugt mehrere Wärmetauscherelemente an der Außenseite der Anlagenkomponente, außerhalb des Strömungsquerschnitts der Abgase angebracht. Beim Durchströmen der Anlagenkomponente erhitzt der Abgasstrom das Wärmeaustauschmedium, welches die Wärmetauscherelemente an der Oberfläche der Anlagenkomponente durchströmt. Bevorzugt sind die Wärmetauscherelemente in gleichmäßigen Winkelabständen am Umfang der Anlagenkomponente angebracht, wodurch die Wärmeenergie des Abgasstromes mit hohem Wirkungsgrad auf das Wärmeaustauschmedium der Wärmetauscherelemente übertragen werden kann.

[0028] Der Wärmeaustausch kann besonders effizient gestaltet werden, wenn die Anlagenkomponente eine Wandung mit einem mehreckigen, insbesondere vieleckigen, Querschnitt aufweist, wobei an den Ecken des mehreckigen Querschnitts der Wandung Wärmetauscherelemente angeordnet sind. Bei dieser Ausführung ist es günstig, wenn die Wandung der Anlagenkomponente einteilig mit den Wärmetauscherelementen gebildet ist. Vorteilhafterweise werden die Wärmetauscherelemente auf diese Weise in die Anlagenkomponente integriert. Bevorzugt weist die Wandung eine Querschnittsfläche entsprechend einem regelmäßigen Vieleck auf, welches an den Ecken die Wärmetauscherelemente aufweist. Diese prismenförmige Ausführung birgt fertigungstechnische Vorteile.

[0029] Um eine vorhandene Anlagenkomponente mit dem Wärmetauscherelement nachrüsten zu können, ist es vorteilhaft, wenn das zumindest eine Wärmetauscherelement insbesondere an der Außenseite einer in Umfangsrichtung geschlossenen Wandung der Anlagenkomponente befestigt ist. Bei dieser Ausführung wird daher das Wärmetauscherelement außenseitig an der bereits vorhandenen Wandung der Anlagenkomponente angebracht. Zur Befestigung des Wärmetauscherelements können Schweißverbindungen vorgesehen sein.

[0030] Besonders bevorzugt ist eine konstruktiv einfache, kostengünstige Ausführung, bei welcher das Wärmetauscherelement als Rohrelement, insbesondere Halbrohrelement oder Vollrohrelement, ausgebildet ist. Das Rohrelement kann, vorzugsweise mittels einer Schweißverbindung, an der Außenseite der Wandung der Anlagenkomponente befestigt sein. Bevorzugt werden mehrere solche rohrförmigen Wärmetauscherelemente außenseitig an der Anlagenkomponente angebracht. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass die vorhandenen Anlagen mit geringen Kosten mit den Wärmetauscherelementen nachgerüstet werden können. Darüber hinaus können solche Rohrelemente auch bei Ausführungen verwendet werden, bei welchen die Wärmetauscherelemente in die Anlagenkomponente integriert sind, d.h. einen Teil der Wandung der Anlagenkomponente bilden. Als Rohrelement kann einerseits ein Vollrohrelement verwendet werden, das eine in Umfangsrichtung geschlossene Rohrwand aufweist. Alternativ kann ein Halbrohrelement vorgesehen sein, dessen Öffnung der Anlagenkomponente zugewandt ist.

[0031] Die Montage des Wärmetauscherelements kann besonders einfach gestaltet werden, wenn das Rohrelement in Längsrichtung der Anlagenkomponente angeordnet ist. Bevorzugt sind mehrere, insbesondere im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Wärmetausche-

relemente vorgesehen, welche insbesondere in regelmäßigen Winkelabständen am Umfang der Anlagenkomponente angebracht sind.

[0032] Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführung ist das Rohrelement in Form einer Schraubenlinie an der Wandung der Anlagenkomponente angeordnet. Demnach ist das Rohrelement bei dieser Ausführung helixartig um die insbesondere rohrförmige Anlagenkomponente gewunden.

[0033] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung ist als Wärmetauscherelement ein die Anlagenkomponente in Umfangsrichtung umschließendes Hülselement vorgesehen. Wenn eine rohrförmige Anlagenkomponente vorgesehen ist, bilden die Anlagenkomponente und das Wärmetauscherelement bei dieser Ausführung ein Doppelrohr. Das Wärmeaustauschmedium strömt hierbei im Zwischenraum zwischen der Außenseite der rohrförmigen Anlagenkomponente und der Innenseite des Hülselements. Vorteilhafterweise wird hiermit eine besonders große Wärmeaustauschfläche geschaffen.

[0034] Um den Wärmeaustausch zu verbessern, ist es weiters von Vorteil, wenn das zumindest eine Wärmetauscherelement mit einem insbesondere im Wesentlichen in radialer Richtung in den Strömungsquerschnitt des Abgasstromes ragenden, in Längsrichtung der Anlagenkomponente erstreckten Rippenelement verbunden ist. Bevorzugt sind mehrere Rippenelemente vorgesehen, welche in Längsrichtung der Anlagenkomponente, d.h. in Strömungsrichtung der Abgase, orientiert sind. Durch die Verwendung dünnwandiger Rippenelemente, welche in Strömungsrichtung erstreckt sind, wird die Strömung der Abgase nicht merklich beeinflusst. Diese Ausführung unterscheidet sich daher grundlegend von Wärmetauschern, welche in den Strömungsquerschnitt der Abgase geschaltet sind.

[0035] Zum Schutz vor Abrasion bzw. Korrosion ist es günstig, wenn die Anlagenkomponente mit dem Wärmetauscherelement an der dem Abgasstrom zugewandten Innenseite eine feuerfeste Auskleidung oder ein Verschleißschutzelement aufweist. Diese Ausführung ist insbesondere dann günstig, wenn das Wärmetauscherelement an einer Anlagenkomponente vorgesehen ist, bei welcher der Abgasstrom eine hohe Staubbelastung und/oder hohe Temperaturen aufweist. Vorteilhafterweise ist hiermit die Werkstoffauswahl für die Wärmetauscherelemente weniger kritisch. Die Auskleidung kann beispielsweise auf die Innenseiten von rohrförmigen Wärmetauscherelementen geklebt werden. Auch bei dieser Ausführung können Rippenelemente an den Wärmetauscherelementen vorgesehen sein, welche in die Auskleidung bzw. in das Verschleißschutzelement, nicht aber in den Strömungsquerschnitt der Abgase ragen.

[0036] Um die Funktion des Wärmetauscherelements im Betrieb dauerhaft zu gewährleisten, ist es günstig, wenn die das Wärmetauscherelement aufweisende Anlagenkomponente mit einer Einrichtung zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente von Ablagerungen von im dem Abgasstrom mitgeführten Feststoffen verbunden ist.

[0037] Die Einrichtung zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente von Ablagerungen kann durch zumindest ein mechanisches Klopferwerk gebildet sein.

[0038] Darüber hinaus kann die Einrichtung zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente von Ablagerungen durch zumindest eine Komponente zur Erzeugung von Schallwellen, beispielsweise durch ein Schallhorn, gebildet sein.

[0039] Weiters kann die Einrichtung zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente von Ablagerungen durch zumindest ein mit Dampf oder Druckluft beaufschlagbares Blasrohr gebildet sein.

[0040] Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch weiter erläutert. Im Einzelnen zeigen in der Zeichnung:

[0041] Fig. 1 ein Schema einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung von Zementklinker aus Rohmehl, bei welcher zumindest eine der Anlagenkomponenten an einer den Strömungsquerschnitt der Abgase nach innen begrenzenden

- Oberfläche ein Wärmetauscherelement zur Rückgewinnung von Wärmeenergie der Abgase aufweist;
- [0042]** Fig. 2 ein Schema einer aus mehreren Zyklonen aufgebauten Vorwärmstufe der Vorrichtung gemäß Fig. 1, wobei zumindest einer der Zyklone an der Oberfläche ein Wärmetauscherelement aufweist;
- [0043]** Fig. 3 schematisch einen Querschnitt durch eine Rohrleitung, beispielsweise die Steigleitung zwischen der Vorwärmstufe und der Filterstufe, welche prismenförmig mit mehreren Wärmetauscherelementen am Umfang ausgebildet ist;
- [0044]** Fig. 4 schematisch eine Fig. 3 entsprechende Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei zusätzlich Rippenelemente von den Wärmetauscherelementen nach innen, in den Strömungsquerschnitt der Abgase ragen;
- [0045]** Fig. 5 schematisch eine Fig. 3, 4 entsprechende Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei in der gezeigten Ausführung an der Innenseite der Rohrleitung eine feuerfeste Auskleidung vorgesehen ist;
- [0046]** Fig. 6 schematisch eine Fig. 3 bis 5 entsprechende Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei als Wärmetauscherelement ein die Rohrleitung umgebendes Hülselement vorgesehen ist;
- [0047]** Fig. 7 schematisch eine Querschnittsansicht der Ausführung gemäß Fig. 6, wobei zusätzlich von der Rohrwandung nach innen abstehende Rippenelemente vorgesehen sind;
- [0048]** Fig. 8 schematisch eine Querschnittsansicht der Ausführungsform gemäß Fig. 6, wobei in der gezeigten Ausführung an der Innenseite der Rohrleitung eine feuerfeste Auskleidung vorgesehen ist;
- [0049]** Fig. 9 schematisch eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, bei welcher Wärmetauscherelemente an der Außenseite einer in Umfangsrichtung geschlossenen Wandung der Rohrleitung angebracht sind; und
- [0050]** Fig. 10 schematisch einen Längsschnitt einer Rohrleitung, welche mit einer Einrichtung zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente von Ablagerungen von in den Abgasen mitgeführten Feststoffen verbunden ist.
- [0051]** In Fig. 1 ist ein Fließschema einer Vorrichtung 1 zur Herstellung von Zementklinker aus Rohmehl gezeigt, welche im Stand der Technik an sich bekannte Anlagenkomponenten 2 aufweist. Die Vorrichtung 1 weist insbesondere einen Drehrohrofen 3 auf, in welchem die Rohstoffe zur Herstellung des Zementklinkers gebrannt werden. Der Drehrohrofen 3 ist zwischen einem Klinkerkühler 4 und einer Vorwärmstufe 5 angeordnet. Die Vorwärmstufe 5 weist mehrere Zyklone 6 auf, mit welchen die Rohstoffe vorgewärmt werden. Zu diesem Zweck werden die Rohstoffe über eine Materialaufgabe 7 in die Vorwärmstufe 5 aufgegeben. Nach dem Gegenstromprinzip gelangt das Rohmaterial in den Drehrohrofen 3, wohingegen die bei der Verbrennung entstehenden Abgase bzw. Rauchgase 8 gegen den Strom des Rohmaterials durch die Vorwärmstufe 5 strömen. Die Materialien werden dabei von den Zyklonen 6 abgeschieden, auf bis zu 800°C aufgeheizt und in Richtung des Drehrohrofens 3 transportiert. Das Abgas 8 wird gleichzeitig von ca. 850°C auf 300 bis 400°C abgekühlt. Bevor die Rohmaterialien in den Drehrohrofen 3 gelangen, ist in modernen Anlagen ein sogenannter Calzinator (nicht eingezeichnet) eingebaut, der über eine separate Feuerung verfügt und die Aufgabe hat, den Kalkstein durch hohe Temperaturen und ausreichend Verweilzeit zu entsäuern. Im Drehrohrofen 3 werden die Rohstoffe weiter aufgeheizt und schließlich bei Materialtemperaturen von bis zu 1600°C zu Klinker gesintert, wobei sich dabei typische Klinkerphasen (Calcium-Aluminium-Silikate) bilden.
- [0052]** Nach der Vorwärmstufe 5 gelangen die Abgase 8 über eine Steigleitung 9 in eine Rohmühle 10, in welcher frisches Rohmaterial 11 vor dem Einsatz im Prozess vermahlen und ge-

trocknet wird. Die Abgase 8, welche mit einer Temperatur von 280 bis 450 °C aus der Vorwärmstufe austreten, werden zur Trocknung der Rohmaterialien und Brennstoffe in der Rohmühle 10 eingesetzt. Entstehendes Rohmehl 12 wird einem Homogenisierungssilo 13 zugeführt, welches mit der Materialaufgabe 7 für die Vorwärmstufe 5 verbunden ist. Die Abgase 8 werden nach dem Durchströmen der Rohmühle 10 in eine Filterstufe 14 geleitet und entstaubt. Die Filterstufe 14 kann durch Schlauchfilter oder Elektrofilter gebildet sein. Abgeschiedener Filterstaub 15 wird in das Homogenisierungssilo 13 geleitet. Nach der Filterstufe 14 gelangen die entstickten und entstaubten Abgase 8 über einen Kamin 16 in die Atmosphäre.

[0053] Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, wird aus dem Drehrohrofen 3 Klinker 17 abgeführt, welcher in dem Klinkerkühler 4 mit Frischluft auf bis zu 200 °C gekühlt wird. Ein Großteil der Frischluft wird im Prozess als Sekundär- und Tertiärluft für die Verbrennung verwendet und ein Teil verlässt den Klinkerkühler als Abluft 18 mit Temperaturen zwischen 200 und 500 °C. Die Abluft 18 wird in einen Abluftfilter 19 geleitet, bevor die gefilterte Abluft 18 über einen Abluftkamin 20 in die Atmosphäre abgegeben wird.

[0054] In modernen Zementwerken werden zunehmend konventionelle Brennstoffe wie Kohlestaub, Erdgas oder Heizöl durch alternative Brennstoffe ersetzt. Der vermehrte Einsatz von alternativen Brennstoffen führt dazu, dass sich die Konzentrationen von Alkalien oder Chloriden im Produktionsprozess erhöhen. Die physikalischen Eigenschaften der Chloridverbindungen führen dazu, dass sie in heißen Bereichen des Ofens verdampfen und mit dem Abgas in kältere Zonen transportiert werden, wo sie wiederum am Heißmehl kondensieren können. In weiterer Folge bilden sich Chloridkreisläufe auf, die zu Verstopfungen in den Rohrleitungen führen können. Um die Chloridfrachten abzubauen, weist die Vorrichtung 1 einen Chloridbypass 21 auf, welchem ein Teil 8' des aus dem Drehrohrofen 3 austretenden Rauchgases mit einer Temperatur von beispielsweise ca. 1000 °C zugeführt wird. Das heiße Abgas 8' wird in einer Quenchstufe 22 mit Frischluft 23 auf ca. 400 °C gekühlt. Die Chloride sind nun vorwiegend am Staub gebunden und werden mit Mischgas 24 in eine zweite Quenchstufe 25 geleitet, mit welcher die Temperatur der Abgase 8 weiter abgesenkt wird, um eine effiziente Entstaubung in einem Schlauch- oder Elektrofilter 26 bei Temperaturen unterhalb von 250 °C zu ermöglichen. Das gereinigte Abgas 24 in einer Leitung 27 kann dann über einen eigenen Kamin oder über den Kamin 16 des Drehrohrofens 3 abgeleitet werden.

[0055] Um die von den Anlagenkomponenten 2 abgegebene Wärmeenergie zu nutzen, weist in der gezeigten Ausführung zumindest eine der Anlagenkomponenten 2 an einer den Strömungsquerschnitt der Abgase nach innen begrenzenden Oberfläche 28, d.h. an einer Wärme an die Umgebung abgebenden Außenfläche, zumindest ein Wärmetauscherelement 29 zur Rückgewinnung von Wärmeenergie der Abgase 8 auf.

[0056] Zur Anordnung des Wärmetauscherelements 29 kommen verschiedene Anlagenkomponenten 2 in Betracht, wobei insbesondere eine die Abgase 8, 8', 18 oder 24 führende, im Betriebschema der Vorrichtung bereits vorhandene Rohrleitung 30 mit dem Wärmetauscherelement 29 ausgestattet wird.

[0057] Gemäß Fig. 1 wird die Steigleitung 9 zwischen der Vorwärmstufe 5 und der Rohmühle 10 mit dem Wärmetauscherelement 29 ausgestattet. Die Steigleitung 9 kann hierbei in mehrere parallel durchströmbare Stränge aufgeteilt werden, wobei an jedem Strang zumindest ein Wärmetauscherelement 29 vorgesehen ist (nicht gezeigt).

[0058] Weiters kann ein Wärmetauscherelement 29 an einem Abschnitt der Bypassleitung 21 zwischen dem Drehrohrofen 3 und einer Quenchstufe 22 oder an einem Abschnitt 21' der Bypassleitung 21 zwischen zwei Quenchstufen 22, 25, vorgesehen sein (nicht gezeigt). Weiters kann ein Wärmetauscherelement 29 an der Wandung einer Leitung 32 für die Abluft des Klinkerkühlers 4 vorgesehen sein (nicht gezeigt).

[0059] Demnach kommen zur Anordnung des Wärmetauscherelements 29 insbesondere die diversen Rohrleitungen 30, insbesondere die Steigleitung 9, die Bypassleitung 21 bzw. 21' oder die Leitung 32 für die Abluft des Klinkerkühlers, in Betracht.

[0060] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, kann das Wärmetauscherelement 29 an der Wandung 31 zumindest eines der Zyklone 6 vorgesehen sein. Andererseits können auch sämtliche Zyklone 6 mit Wärmetauscherelementen 29 ausgestattet sein, die miteinander verbunden sein können (nicht gezeigt).

[0061] In einer weiteren Ausführungsform sind Wärmetauscherelemente 29 an Wandungen des Drehrohrofens 3, des Kamins 16 für die Abgase 8 aus dem Drehrohrofen 3 und/oder des Abluftkamins 20 für die Abluft des Klinkerkühlers 4 vorgesehen (nicht gezeigt).

[0062] Die Wärmetauscherelemente 29 sind in der gezeigten Ausführung als Durchflusselemente ausgebildet, welche von einem die Wärmeenergie der Abgase 8 aufnehmenden Wärmeaustauschmedium 39, insbesondere Wasser bzw. Wasserdampf oder Thermoöl, durchströmt werden.

[0063] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist das Wärmetauscherelement 29 der Steigleitung 9 in einem Kreislauf 33 mit einem Wärmeabgabeelement 34 verbunden. Als Wärmeabgabeelement 34 kann einerseits ein im Strömungsquerschnitt der Abgase 8 angeordneter Wärmetauscher vorgesehen sein, welcher beispielsweise in Strömungsrichtung der Abgase 8 gesehen vor einer Entstickungsstufe (nicht gezeigt) der Vorrichtung 1 angeordnet ist. Andererseits kann das Wärmeabgabeelement 34 eine Turbine zur Erzeugung von elektrischer Energie aufweisen.

[0064] In den Fig. 3 bis 8 sind bevorzugte Ausführungen der Wärmetauscherelemente 29 gezeigt, welche für einen Einsatz an der Oberfläche der Rohrleitungen 30 eingerichtet sind. Die Rohrleitungen 30 werden gemäß Fig. 3 bis 8 von Abgasen 8 („A“) des Drehrohrofens durchströmt; die gezeigte Ausführung kann jedoch auch für andere Abgasströme, beispielsweise die Abluft des Klinkerkühlers, verwendet werden. Selbstverständlich können entsprechende Wärmetauscherelemente 29 mit geringfügigen baulichen Änderungen bei den übrigen Anlagenkomponenten 2 eingesetzt werden.

[0065] Gemäß Fig. 3 weist die Rohrleitung 30 mehrere Wärmetauscherelemente 29 auf, welche in regelmäßigen Abständen am Umfang der Rohrleitung 30 angeordnet sind. Zu diesem Zweck weist die Rohrleitung in der gezeigten Ausführung eine den Strömungsquerschnitt begrenzende Oberfläche 28 mit einem mehreckigen, insbesondere vieleckigen, Querschnitt auf, so dass die Rohrleitung prismenförmig ausgebildet ist. An den Ecken des mehreckigen Querschnitts der Rohrleitung 30 sind jeweils Wärmetauscherelemente 29 angeordnet. Die Wärmetauscherelemente 29 sind mit Stegen 34 verbunden. In der gezeigten Ausführung erstrecken sich die Wärmetauscherelemente 29 in Längsrichtung der Rohrleitung 30, d.h. in Strömungsrichtung der Abgase 8.

[0066] Gemäß Fig. 4 sind die Wärmetauscherelemente 29 im Wesentlichen in radialer Richtung in den Strömungsquerschnitt der Abgase 8 ragende, in Längsrichtung der Rohrleitung 30 erstreckte Rippelemente 35 verbunden.

[0067] Gemäß Fig. 5 weist die Rohrleitung 30 mit den Wärmetauscherelementen 29 an der den Abgasen 8 zugewandten Innenseite eine feuerfeste oder verschleißfeste Auskleidung 36 auf.

[0068] Gemäß Fig. 6 ist als Wärmetauscherelement 29 ein die Rohrleitung 30 in Umfangsrichtung umschließendes Hülselement 37 vorgesehen, so dass zwischen der Rohrleitung 30 und dem Hülselement 37 ein Strömungskanal 38 für das Wärmeaustauschmedium gebildet ist.

[0069] Die Ausführungsform der Fig. 7 unterscheidet sich dadurch von jener der Fig. 6, dass von der Oberfläche 28 der Rohrleitung 30 radial nach innen ragende Rippelemente 35 vorgesehen sind.

[0070] Die Ausführungsform der Fig. 8 unterscheidet sich dadurch von jener der Fig. 6, dass an der Innenseite der Rohrleitung 30 eine feuerfeste Auskleidung 36 vorgesehen ist.

[0071] Gemäß Fig. 9 sind die Wärmetauscherelemente 29 an der Außenseite einer in Umfangsrichtung geschlossenen, die Oberfläche 28 aufweisenden Wandung der Rohrleitung 30 befestigt. Bei dieser Ausführung können daher die vorhandenen Rohrleitungen 30 mit den Wärmetauscherelementen 29 nachgerüstet werden. Wie in Fig. 3 bis 5 sind die Wärmetauscherele-

mente 29 als Rohrelemente, in der gezeigten Ausführung als Vollrohrelemente, ausgebildet. Die Wärmetauscherelemente 29 sind, vorzugsweise mittels Schweißverbindungen, an der Außenseite der Rohrleitung 30 angebracht. In der gezeigten Ausführung erstrecken sich die Wärmetauscherelemente 29 in Längsrichtung der Rohrleitung 2. Alternativ kann ein Wärmetauscherelement 29 in Form einer Schraubenlinie an der Wandung der Rohrleitung 30 angeordnet sein.

[0072] Wie aus Fig. 10 ersichtlich, kann die das Wärmetauscherelement 29 aufweisende Anlagenkomponente 2 mit einer Einrichtung 40 zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente 2 von Ablagerungen von in den Abgasen mitgeführten Feststoffen verbunden sein. Die Einrichtung 40 ist in der gezeigten Ausführung durch mehrere mechanische Klopferwerke 41 gebildet, welche insbesondere in regelmäßigen Abständen an der Rohrleitung 30 vorgesehen sind. Darüber hinaus ist eine Einrichtung 42 zur Erhöhung der Turbulenz im Abgasstrom vorgesehen. Das Wärmeträgermedium 39 durchströmt das Wärmetauscherelement 29, das in der gezeigten Ausführung als Zwischenraum zwischen der inneren Wandung mit der Oberfläche 28 und der Rohrleitung 30 gebildet ist.

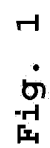
Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Herstellung von Zementklinker (17), mit mehreren von Abgasströmen (8, 8', 18 oder 24) durchströmten Anlagenkomponenten (2), insbesondere zumindest einen Drehrohrofen (3) zum Brennen der Rohmaterialien, eine Vorwärmstufe (5) zum Vorwärmen der Rohmaterialien im Gegenstrom zu Abgasen (8) des Drehrohrofens (3), eine Aufgabereinrichtung (7) zur Aufgabe der Rohmaterialien in die Vorwärmstufe, eine Rohmühle (10) zum Vermahlen der Rohmaterialien, eine Steigleitung (9) für die Abgase (8) zwischen der Vorwärmstufe (5) und der Rohmühle (10), zumindest eine Filterstufe (14) zum Entstauben der Abgase (8) vor dem Austritt in die Atmosphäre und zumindest einen Kamin (16) zum Abführen der Abgase (8) in die Atmosphäre, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Anlagenkomponenten (2) an einer den Strömungsquerschnitt eines Abgasstromes (8, 8', 18 oder 24) begrenzenden Oberfläche (28) zumindest ein Wärmetauscherelement (29) zur Rückgewinnung von Wärmeenergie des Abgasstromes (8, 8', 18 oder 24) aufweist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Anlagenkomponente (2) mit dem Wärmetauscherelement (29) eine den Abgasstrom (8, 8', 18 oder 24) führende Rohrleitung (30) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steigleitung (9) zwischen der Vorwärmstufe (5) und der Rohmühle (10) ein Wärmetauscherelement (29) aufweist.
4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehrohrofen (3) mit einer Bypassleitung (21) für einen Teilstrom der Abgase (8) verbunden ist, wobei ein Wärmetauscherelement (29) an einem Abschnitt (21) der Bypassleitung (21), insbesondere an einem Abschnitt der Bypassleitung (21) zwischen dem Drehrohrofen (3) und einer Quenchstufe (22) oder an einem Abschnitt (21') der Bypassleitung (21) zwischen zwei Quenchstufen (22, 25), vorgesehen ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wärmetauscherelement (29) an einer Wandung einer Leitung (32) für die Abluft (18) eines Klinkerkühlers (4) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrleitung (30) mehrere parallel durchströmbare Stränge aufweist, an welchen jeweils zumindest ein Wärmetauscherelement (29) vorgesehen ist.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wärmetauscherelement (29) an der Wandung zumindest eines Zyklons (6) der Vorwärmstufe (5) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorwärmstufe mehrere Zyklone (6) aufweist, wobei sämtliche Zyklone (6) mit einem Wärmetauscherelement (29) ausgestattet sind und diese untereinander verbunden sind.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wärmetauscherelement (29) an einer Wandung des Drehrohrofens (3) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wärmetauscherelement (29) an einer Wandung eines Kamins (16) für die Abgase (8) aus dem Drehrohrofen (3) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wärmetauscherelement (29) an einer Wandung eines Abluftkamins (20) für die Abluft eines Klinkerkühlers (3) vorgesehen ist.
12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Wärmetauscherelement (29) zumindest ein Durchflusselement für ein Wärmeaustauschmedium (39), insbesondere Wasser bzw. Wasserdampf oder Thermoöl, vorgesehen ist.

13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmetauscherelement (29), insbesondere in einem Kreislauf (33), mit einem im Strömungsquerschnitt des Abgasstromes angeordneten Wärmetauscher (34), insbesondere in Strömungsrichtung des Abgasstromes gesehen vor einer Entstickungsstufe, verbunden ist.
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmetauscherelement (29), insbesondere in einem weiteren Kreislauf, welcher einen weiteren Wärmetauscher aufweisen kann, mit einer Turbine zur Erzeugung von elektrischer Energie verbunden ist.
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlagenkomponente (2), insbesondere eine Rohrleitung (30), mehrere Wärmetauscherelemente (29) aufweist, welche bevorzugt in regelmäßigen Abständen am Umfang der Anlagenkomponente (2) verteilt angeordnet sind.
16. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlagenkomponente (2) eine Wandung (28) mit einem mehreckigen, insbesondere vieleckigen, Querschnitt aufweist, wobei an den Ecken des mehreckigen Querschnitts der Wandung (28) Wärmetauscherelemente (29) angeordnet sind.
17. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Wärmetauscherelement (29) insbesondere an der Außenseite einer in Umfangsrichtung geschlossenen, die Oberfläche (28) aufweisenden Wandung der Anlagenkomponente (2) befestigt ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmetauscherelement (29) als Rohrelement, insbesondere Halbrohrelement oder Vollrohrelement, ausgebildet ist.
19. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohrelement in Längsrichtung der Anlagenkomponente (2) angeordnet ist.
20. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohrelement in Form einer Schraubenlinie an der Wandung der Anlagenkomponente (2) angeordnet ist.
21. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Wärmetauscherelement (29) ein die Anlagenkomponente (2) in Umfangsrichtung umschließendes Hülselement (37) vorgesehen ist.
22. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Wärmetauscherelement (29) mit einem insbesondere im Wesentlichen in radialer Richtung in den Strömungsquerschnitt des Abgasstromes (8, 8', 18, 24) ragenden, in Längsrichtung der Anlagenkomponente (2) erstreckten Rippelement (35) verbunden ist.
23. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlagenkomponente (2) mit dem Wärmetauscherelement (29) an der dem Abgasstrom (8, 8', 18, 24) zugewandten Innenseite eine feuerfeste Auskleidung oder ein Verschleißschutzelement (36) aufweist.
24. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die das Wärmetauscherelement (29) aufweisende Anlagenkomponente (2) mit einer Einrichtung (40) zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente (2) von Ablagerungen von im Abgasstrom mitgeführten Feststoffen verbunden ist.
25. Vorrichtung (1) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (40) zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente von Ablagerungen durch zumindest ein mechanisches Klopfwerk (41) gebildet ist.
26. Vorrichtung (1) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (40) zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente (2) von Ablagerungen durch zumindest eine Komponente zur Erzeugung von Schallwellen, beispielsweise durch ein Schallhorn, gebildet ist.

27. Vorrichtung (1) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (40) zur Befreiung der Innenseite der Anlagenkomponente (2) von Ablagerungen durch zumindest ein mit Dampf oder Druckluft beaufschlagbares Blasrohr gebildet ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



2/4

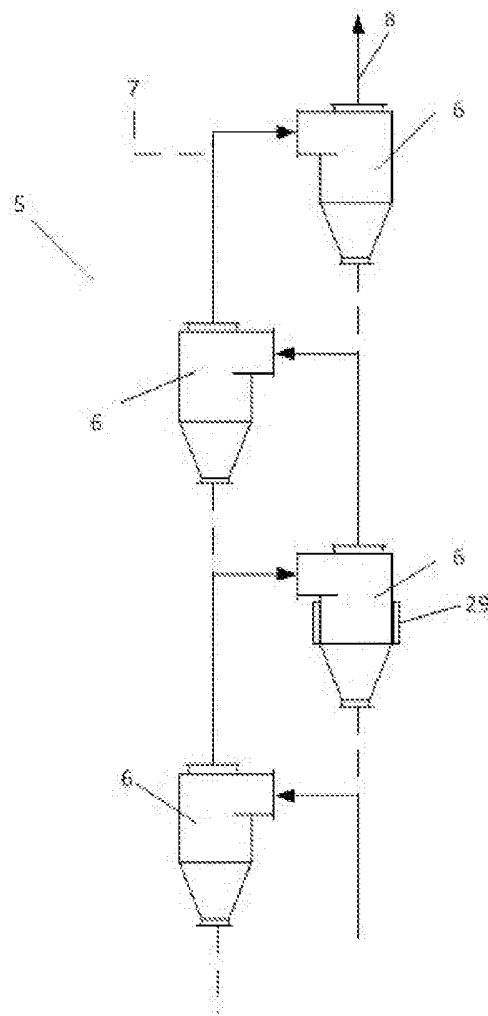


Fig. 2

3/4

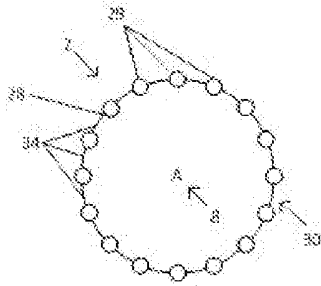


Fig. 3

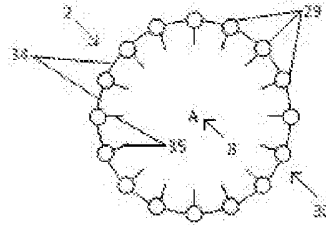


Fig. 4

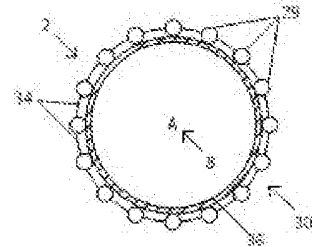


Fig. 5

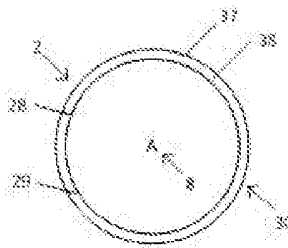


Fig. 6

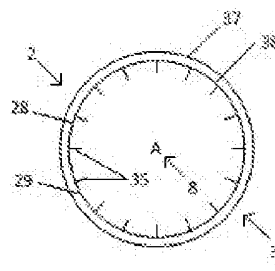


Fig. 7

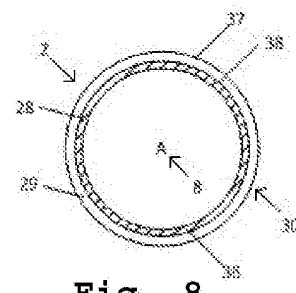


Fig. 8

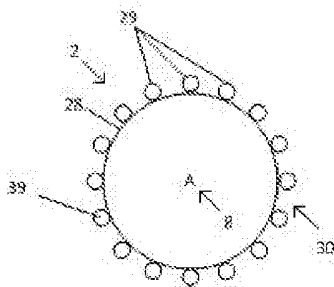


Fig. 9

