



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.06.2015 Patentblatt 2015/23**

(51) Int Cl.:  
**F23G 7/06 (2006.01) F23G 5/50 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14191191.7**

(22) Anmeldetag: **31.10.2014**

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

(72) Erfinder:  
• **Gores, Stefan**  
**52070 Aachen (DE)**  
• **Dötsch, Christoph**  
**52066 Aachen (DE)**

(30) Priorität: **27.11.2013 DE 102013224212**

(74) Vertreter: **Bauer, Dirk**  
**Bauer Wagner Priesmeyer**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Grüner Weg 1**  
**52070 Aachen (DE)**

(71) Anmelder: **Caverion Deutschland GmbH**  
**80992 München (DE)**

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Gasoxidationsanlage**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Gasoxidationsanlage (1) zur thermischen Behandlung eines mit oxidierbaren Bestandteilen belasteten Rohgasvolumenstroms, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

e) Der Rohgasvolumenstrom wird durch mindestens eine erste Wärmespeichermasse (2, 3) der Gasoxidationsanlage (1) geleitet, wobei in der Wärmespeichermasse (2, 3) gespeicherte Wärmeenergie auf den Rohgasvolumenstrom übergeht und diesen erwärmt.

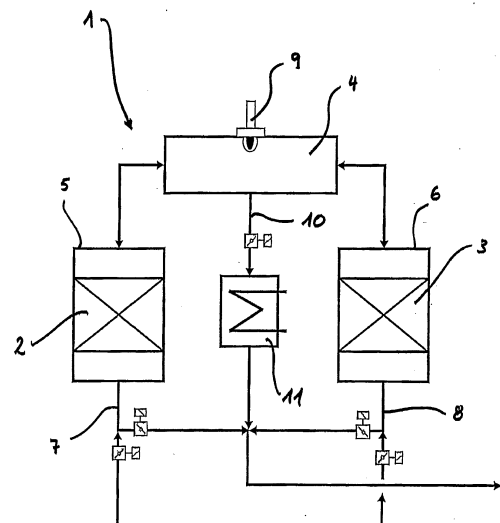
f) In der Gasoxidationsanlage (1), vorzugsweise in einer Brennkammer (4) derselben, werden Bestandteile des Rohgasvolumenstroms oxidiert und der Rohgasvolumenstrom auf diese Weise in einen Reingasvolumenstrom umgewandelt, wobei eine Temperatur des gebildeten Reingasvolumenstroms höher ist als eine Temperatur des zuvor vorliegenden Rohgasvolumenstroms.

g) Der Reingasvolumenstrom wird zumindest teilweise und/oder zeitweise

- durch mindestens eine zweite Wärmespeichermasse (2, 3) geleitet, wobei in dem Reingasvolumenstrom enthaltene Wärmeenergie auf die zweite Wärmespeichermasse (2, 3) übergeht und diese erwärmt und/oder
- mittels eines Bypasskanals (10) abgeleitet, wobei der Bypasskanal (10) vorzugsweise eine Wärmetauscheinrichtung (11) aufweist.

Um den Betrieb einer Gasoxidationsanlage (1) derart zu gestalten, dass eine planmäßige und zuverlässige Nutzung von in der Gasoxidationsanlage (1) anfallender thermischer Energie im Zuge eines überautothermen Betriebs möglich ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, mittels des Bypasskanals (10) zumindest zeitweise so

viel thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage (1) zu entnehmen, dass eine Erhaltung einer Mindestoxidationstemperatur in der Gasoxidationsanlage (1), bei der die oxidierbaren Bestandteile des Rohgasvolumenstroms im Wesentlichen vollständig oxidieren, in einem entsprechenden Zeitraum nur mittels einer Zufuhr von zusätzlicher Energie in die Gasoxidationsanlage (1) möglich ist.



**Fig. 1**

## Beschreibung

### Einleitung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Gasoxidationsanlage zur thermischen Behandlung eines mit oxidierbaren Bestandteilen belasteten Rohgasvolumenstroms, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

a) Der Rohgasvolumenstrom wird durch mindestens eine erste Wärmespeichermasse der Gasoxidationsanlage geleitet, wobei in der Wärmespeichermasse gespeicherte Wärmeenergie auf den Rohgasvolumenstrom übergeht und diesen erwärmt.

b) In der Gasoxidationsanlage, vorzugsweise in einer Brennkammer derselben, werden Bestandteile des Rohgasvolumenstroms oxidiert und der Rohgasvolumenstrom auf diese Weise in einen Reingasvolumenstrom umgewandelt, wobei eine Temperatur des gebildeten Reingasvolumenstroms höher ist als eine Temperatur des zuvor vorliegenden Rohgasvolumenstroms.

c) Der Reingasvolumenstrom wird zumindest teilweise und/oder zeitweise

- durch mindestens eine zweite Wärmespeichermasse geleitet, wobei in dem Reingasvolumenstrom enthaltene Wärmeenergie auf die zweite Wärmespeichermasse übergeht und diese erwärmt und/oder
- mittels eines Bypasskanals abgeleitet, wobei der Bypasskanal vorzugsweise eine Wärmetauschereinrichtung aufweist.

**[0002]** Bei den Wärmespeichermassen kann es sich zum einen um separate Wärmespeichermassen handeln, die örtlich voneinander getrennt in der Gasoxidationsanlage angeordnet sind. Zum anderen ist es jedoch ebenso denkbar, dass die beiden Wärmespeichermassen lediglich von zwei Bereichen einer einzigen Wärmespeichermasse gebildet sind. Charakteristisch ist dabei lediglich, dass die erste Wärmespeichermasse beziehungsweise der erste Teil der einzigen Wärmespeichermasse von dem Rohgasvolumenstrom durchströmt wird, während die zweite Wärmespeichermasse beziehungsweise der zweite Teil der einzigen Wärmespeichermasse von dem Reingasvolumenstrom durchströmbar ist. In der Regel sind die Wärmespeichermassen getrennt voneinander in unterschiedlichen Behältern angeordnet, wobei die Behälter mittels der Brennkammer strömungstechnisch miteinander verbunden sind.

**[0003]** Unter einem Bypasskanal ist im Sinne der vorliegenden Anmeldung ein Kanal zu verstehen, mittels dessen Reingas aus der Gasoxidationsanlage entnom-

men wird, und zwar in der Regel bevor das Reingas die zweite Wärmespeichermasse erreicht und seine Wärmeenergie an ebenjene zweite Wärmespeichermasse abgibt. Typischerweise ist ein derartiger Bypasskanal direkt an die Brennkammer angeschlossen. Der Begriff des "Bypasses" ist darauf zurückzuführen, dass selbiger Kanal genutzt wird, um die zweite Wärmespeichermasse zu umgehen und gebildetes Reingas "direkt" aus der Gasoxidationsanlage zu entnehmen.

**[0004]** Bei dem Roh- und dem Reingasvolumenstrom handelt es sich um Gasvolumenströme, die sich durch eine Konzentration in ihnen befindlicher oxidierbarer Bestandteile unterscheiden. Eine Grenze, ab dem ein Gasvolumenstrom als behandlungsbedürftig eingestuft wird und somit als Rohgasvolumenstrom bezeichnet wird, kann je nach Belastungsfall und gesetzlichen Bestimmungen unterschiedlich sein. Eine Angabe von diskreten Werten ist nicht allgemein möglich. Eine Oxidation der oxidierbaren Bestandteile in dem Umfang, dass deren Konzentration unter die jeweilige Grenze fällt, führt dazu, dass der verbleibende Gasstrom sodann als Reingas bezeichnet wird. Eine diskrete Grenze in der Gasoxidationsanlage, jenseits welcher "noch" Rohgas und diesseits welcher "schon" Reingas vorliegt, ist geometrisch nicht eindeutig festlegbar. Insbesondere kann die Oxidation über eine gewisse "Strömungsstrecke" des Gasvolumenstroms innerhalb der Gasoxidationsanlage stattfinden. Beispielsweise ist es denkbar, dass eine Oxidation erster oxidierbarer Bestandteile des Rohgasvolumenstroms bereits innerhalb der ersten Wärmespeichermasse beginnt, wenngleich nicht in einem ausreichenden Umfang, so dass der Rohgasvolumenstrom die erste Wärmespeichermasse typischerweise weiterhin als "Rohgasvolumenstrom" verlässt. Ebenso kann theoretisch die Oxidation oxidierbarer Bestandteile in der zweiten Wärmespeichermasse weiterhin anhalten, wobei eine Konzentration oxidierbarer Bestandteile in dem Gasvolumenstrom weiter reduziert wird. Unabhängig davon kann bereits zuvor die Konzentration der oxidierbaren Bestandteile ausreichend niedrig gewesen sein, um den Gasvolumenstrom als Reingasvolumenstrom bezeichnen zu können. Mit anderen Worten ist die Umwandlung von Roh- in Reingas nicht als Prozess an einer bestimmten Stelle zu verstehen, sondern als örtlich nicht vollständig festgelegtes Phänomen, an dessen Beginn in jedem Fall ein Rohgasvolumenstrom und an dessen Ende in jedem Fall ein Reingasvolumenstrom steht.

### Stand der Technik

**[0005]** Das eingangs erläuterte Verfahren ist gemäß dem Stand der Technik bereits seit geraumer Zeit bekannt. Beispielhaft wird hierzu auf die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2010 012 005 A1 verwiesen.

**[0006]** Die Verwendung eines Bypasskanals dient der Abfuhr überschüssiger thermischer Energie aus der Gasoxidationsanlage. Eine solche Abfuhr von Energie wird regelmäßig dann nötig, wenn ein Energieeintrag in Form

der oxidierbaren Bestandteile in die Oxidationsanlage betragsmäßig so groß ausfällt, dass sich die Gasoxidationsanlage als Ganzes mit fortschreitender Zeit zunehmend aufheizt. Unter einem solchen Aufheizen der Gasoxidationsanlage ist zu verstehen, dass sich die Wärmespeichermassen derselben aufheizen, das heißt über die Zeit ein mittleres Temperaturniveau in den Wärmespeichermassen ansteigt. Ein solches Verhalten der Gasoxidationsanlage wird typischerweise in einem so genannten "überautothermen Betrieb" erreicht, bei dem die Schaffung der Voraussetzungen für den Reaktionsprozess der oxidierbaren Bestandteile weniger Energie benötigt, als mittels der Oxidation freigesetzt wird. Der jeweils entstehende Reingasvolumenstrom gibt seine Wärmeenergie dabei in so hohem Maße an die jeweilig von ihm durchströmte Wärmespeichermasse ab, dass nach einer Strömungsrichtungsumkehr der Gasvolumenströme der Rohgasvolumenstrom, der sodann die zuvor aufgeheizte Wärmespeichermasse durchströmt, gar nicht vollständig aufnehmen kann, so dass bei einer erneuten Strömungsrichtungsumkehr besagte Wärmespeichermasse "immer noch" verhältnismäßig warm ist und nicht ausreichend auskühlen konnte. Umso länger sich dieser Prozess wiederholt, desto heißer werden die Wärmespeichermassen der Gasoxidationsanlage.

**[0007]** Ist ein solcher Zustand der Gasoxidationsanlage erreicht, ist es regelmäßig notwendig, die überschüssige Wärmeenergie, die zum Aufheizen der Gasoxidationsanlage führt, mittels des Bypasskanals aus selbiger abzuführen, wobei die Wärmespeichermassen umgangen werden und sich infolgedessen auch nicht aufgrund des heißen Reingasvolumenstroms aufheizen können. Die Häufigkeit und Regelmäßigkeit eines überautothermen Betriebs einer Gasoxidationsanlage kann in Abhängigkeit von dem jeweiligen Einsatzgebiet sehr unterschiedlich sein. Manche zu behandelnde Rohgasvolumenströme weisen eine derart niedrige Konzentration an oxidierbaren Bestandteilen auf, dass ein autothermer Betrieb niemals erreicht wird, so dass dem Prozess ständig Energie zum Beispiel in Form eines Brennstoffs von außen zugeführt werden muss. Bei anderen Anwendungen hingegen kann die Grenze zum überautothermen Betrieb dauerhaft überschritten werden. Je nachdem, wie planbar und regelmäßig mittels des Bypasskanals überschüssige thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage abgeführt wird, kann es sinnvoll sein, den Bypasskanal mit einer Wärmetauschereinrichtung auszustatten, um die abgeführte Wärmeenergie technisch nutzbar zu machen.

**[0008]** Häufig kommt die Frage auf, ob die Anordnung eines Wärmetauschers in dem Bypasskanal einer bestimmten Gasoxidationsanlage wirtschaftlich sinnvoll ist oder nicht. Die Entscheidung hängt gleichermaßen von der zu erwartenden Konzentration oxidierbarer Bestandteile des Rohgasvolumenstroms und von dem erwarteten Wärmebedarf ab, der sodann möglicherweise mittels der aus dem Reingasvolumenstrom entzogenen thermischen Energie gedeckt werden könnte. Gegebenenfalls

kann die Wärmeenergie, die voraussichtlich aus dem Reingasvolumenstrom im Bereich des Bypasskanals entnommen werden kann, sogar planungsseitig bei der Auslegung einer Anlage zur Energiebereitstellung berücksichtigt werden. Diese Wärmeenergie kann beispielsweise zur Erzeugung von Dampf, Thermalöl, Heißwasser oder Heißluft genutzt werden. Mittels Gasoxidationsanlagen gemäß dem Stand der Technik ist dies zumeist nur schwerlich möglich, da eine genaue Prognose anfallender Betriebszeiten, in denen ein überautothermer Betrieb tatsächlich vorliegt und tatsächlich thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage entnommen werden kann, nicht präzise und womöglich nicht zeitlich koordiniert vorausgesagt werden kann. Außerdem ist im Falle des Falles ferner eine Menge der entnehmbaren Wärmeenergie, die überschüssig ist, nicht verlässlich prognostizierbar und planbar.

### Aufgabe

**[0009]** Der vorliegenden Erfindung liegt mithin die Aufgabe zugrunde, den Betrieb einer Gasoxidationsanlage derart zu gestalten, dass eine planmäßige und zuverlässige Nutzung von in der Gasoxidationsanlage anfallender thermischer Energie im Zuge eines überautothermen Betriebs möglich ist.

### Lösung

**[0010]** Die zugrunde liegende Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß durch den folgenden Verfahrensschritt gelöst:

d) Mittels des Bypasskanals wird zumindest zeitweise so viel thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage entnommen, dass eine Erhaltung einer Mindestoxidationstemperatur in der Gasoxidationsanlage, bei der die oxidierbaren Bestandteile des Rohgasvolumenstroms im Wesentlichen vollständig oxidieren, in einem entsprechenden Zeitraum nur mittels einer Zufuhr von zusätzlicher Energie in die Gasoxidationsanlage möglich ist.

**[0011]** Unter der Einschränkung "im Wesentlichen" ist dabei zu verstehen, dass in jedem Fall zumindest ein so großer Anteil der oxidierbaren Bestandteile oxidiert wird, dass jeweils regionale gesetzliche Bestimmungen im Bezug auf die maximal zulässige Belastung des gebildeten Reingasvolumenstroms mit verbleibenden oxidierbaren Bestandteilen erfüllt sind. Per definitionem liegt folglich in jedem Fall nach der Oxidation der oxidierbaren Bestandteile ein Reingasvolumenstrom vor.

**[0012]** Unter der Mindestoxidationstemperatur ist in jedem Fall diejenige Temperatur zu verstehen, die in dem jeweiligen Einsatzfall der Gasoxidationsanlage die Mindestoxidationstemperatur der dort zu oxidierenden Bestandteile bildet. Je nach Einsatzgebiet der Gasoxidati-

onsanlage kann die Mindestoxidationstemperatur also sehr unterschiedlich sein, je nachdem, welche oxidierbaren Bestandteile zu behandeln sind. Optimalerweise wird ein Temperaturniveau in der Gasoxidationsanlage oberhalb der Mindestoxidationstemperatur gewünscht. Als absolute Untergrenze zum Gelingen der Oxidation wird jedoch die Mindestoxidationstemperatur angesehen. Sofern der Rohgasvolumenstrom unterschiedliche oxidierbare Bestandteile aufweist, beschreibt die Mindestoxidationstemperatur diejenige Temperatur, die mindestens erreicht werden muss, um eine "kritische Menge" an oxidierbaren Bestandteilen potentiell oxidieren zu können. Beispielsweise ist eine Temperatur, bei der zwar einige der oxidierbaren Bestandteile bereits oxidieren, besagte Bestandteile jedoch lediglich beispielsweise 1 % aller vorhandenen oxidierbaren Bestandteile ausmachen, nicht als "Mindestoxidationstemperatur" zu verstehen, da es mittels dieser Temperatur nicht möglich ist, den jeweiligen Rohgasvolumenstrom derart zu behandeln, dass er nach der Behandlung als Reingasvolumenstrom vorliegt, da 99 % der oxidierbaren Bestandteile nach wie vor in dem Gasvolumenstrom enthalten sind.

**[0013]** Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Gasoxidationsanlage grundsätzlich zur Erzeugung beispielsweise von Dampf, Thermalöl, Heißwasser oder Heißluft oder Prozesswärme im Allgemeinen zu nutzen und auf diese Weise einen möglicherweise vorliegenden Wärmebedarf umliegender Gebäude, beispielsweise Verwaltungsgebäude der Gasoxidationsanlage, und sonstiger Einrichtungen dauerhaft decken zu können. Optimalerweise wird das Verfahren so durchgeführt, dass eine separate Wärmeenergieerzeugung, beispielsweise mittels einer konventionellen Heizungsanlage, vollständig entfallen kann und auf diese Weise die entsprechenden Errichtungskosten einer solchen Heizungsanlage vollständig entfallen.

**[0014]** Um jedoch vollständig auf eine konventionelle Heizungsanlage verzichten zu können, ist es wiederum unverzichtbar, dass dauerhaft und garantiert so viel thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage entnommen werden können muss, dass der jeweils vorliegende Wärmebedarf fortwährend gedeckt werden kann. Letzterer kann zum Beispiel für die Bereitstellung von Warmwasser oder den Betrieb von Raumheizungen anfallen, die in Verwaltungsgebäuden oder dergleichen installiert sind. Zumindest in der Heizperiode wird ein solcher Wärmebedarf dauerhaft vorhanden sein, was dazu führt, dass auch dauerhaft thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage entnommen werden müsste. Das im Stand der Technik vorliegende Problem der schwankenden Belastung des Rohgasvolumenstroms mit oxidierbaren Bestandteilen und ein daraus resultierender womöglich nicht dauerhafter überautothermer Betrieb stehen der erfindungsgemäßen Idee prinzipiell entgegen. Lediglich in Fällen, in denen sicher dauerhaft ein überautothermer Betrieb vorliegen wird, könnten eine entsprechende Auslegung des Bypasskanals und eines da-

rin installierten Wärmetauschers möglich sein, mittels dessen sodann ein externer Wärmebedarf gedeckt wird. In allen sonstigen Fällen, in denen ein überautothermer Betrieb lediglich zeitweise, nur selten oder sogar gar nicht möglich ist, ist es nicht denkbar, einen zusätzlichen Wärmeerzeuger in Form einer Heizungsanlage vollständig substituieren zu können.

**[0015]** Dies liegt darin begründet, dass eine Entnahme von thermischer Energie aus einer Gasoxidationsanlage in einem Betriebszustand derselben, der "gerade so" autotherm oder sogar unterautotherm läuft, dazu führt, dass der Gasoxidationsanlage "übermäßig" Energie entzogen wird. Dies führt zu einer Auskühlung der Wärmespeichermassen, die wiederum nicht länger geeignet sind, den Rohgasvolumenstrom derart vor- beziehungsweise aufzuheizen, dass die Oxidation der oxidierbaren Bestandteile stattfinden kann. Die Gasoxidationsanlage ist so dann nicht länger funktionstüchtig.

**[0016]** Um den Betrieb der Gasoxidationsanlage dauerhaft aufrechterhalten zu können, ist es daher notwendig, die Mindestoxidationstemperatur in der Gasoxidationsanlage zu keinem Zeitpunkt zu unterschreiten. Dies führt gemäß dem Stand der Technik dazu, dass eine Entnahme von thermischer Energie mittels des Bypasskanals lediglich dann vorgenommen werden kann, wenn die Konzentration oxidierbarer Bestandteile so hoch ist, dass ein überautothermer Betrieb der Gasoxidationsanlage möglich ist, so dass parallel zur Entnahme der thermischen Energie ohne Weiteres die jeweilig geforderte Mindestoxidationstemperatur aufrechterhaltbar ist. Das Maß an entnehmbarer thermischer Energie entspricht dabei der Differenz zwischen der Energiemenge, die tatsächlich anfällt und derjenigen, bei der die Gasoxidationsanlage (gerade noch) autotherm arbeitet.

**[0017]** Ein solcher nach dem Stand der Technik bekannter Betrieb, der dauerhaft von der Konzentration der oxidierbaren Bestandteile in dem Rohgasvolumenstrom abhängig ist, ist nicht geeignet, um einen durchgehenden, für einen externen Prozess benötigten Energiebedarf zu decken. Schließlich muss eine Wärmeauskoppelung analog zum aktuellen anderweitigen Energiebedarf und unabhängig von einer aktuellen Zusammensetzung eines zu behandelnden Rohgasvolumenstroms möglich sein. Deshalb ist es für einen vollständigen Ersatz einer separaten Energiebereitstellungsanlage notwendig, fortwährend so viel thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage entnehmen zu können wie tatsächlich benötigt wird und zwar unabhängig von der Zusammensetzung des jeweils vorliegenden Rohgasvolumenstroms. Nur auf diese Weise kann eine planmäßige Nutzung der Energie erfolgen und eine separate Anlage zur Energiebereitstellung womöglich vollständig ersetzt werden. Dieses Erfordernis führt dazu, dass dauerhaft eine Entnahme der jeweils anfallenden thermischen Energie möglich sein muss, also auch dann, wenn - sofern keine Gegenmaßnahmen ergriffen würden - dadurch die Gasoxidationsanlage in einen unterautothermen Betrieb geraten würde, das heißt die Oxidationstemperatur inner-

halb der Gasoxidationsanlage mit der Zeit abnahme und unter die Mindestoxidationstemperatur fiel, da effektiv ein - bezogen auf den Energieeintrag durch den Rohgasvolumenstrom - "übermäßiger" Energieaustrag aus der Gasoxidationsanlage stattfände. Ein solches Vorgehen hätte jedoch zur Folge, dass die jeweilige Mindestoxidationstemperatur in der Gasoxidationsanlage auf Dauer unterschritten würde, so dass die oxidierbaren Bestandteile nur noch in unzureichendem Maße, schlimmstenfalls sogar gar nicht, oxidieren würden und der "Reingasvolumenstrom" eine zu hohe Konzentration der oxidierbaren Bestandteile aufweisen würde, mit anderen Worten der Rohgasvolumenstrom niemals in einen Reingasvolumenstrom umgewandelt würde. Folglich könnte die Gasoxidationsanlage ihrem eigentlichen Zweck der Abluftreinigung nicht länger nachkommen.

**[0018]** Um einer solchen Entwicklung innerhalb der Gasoxidationsanlage entgegenzuwirken, wird gemäß dem Stand der Technik bei fallender Oxidationstemperatur in jedem Fall als erste Maßnahme der möglicherweise geöffnete Bypasskanal geschlossen, um einen auf diesem Weg stattfindenden Energieaustrag aus der Gasoxidationsanlage direkt einzustellen. Da diese Maßnahme einige Zeit benötigt, um innerhalb der Gasoxidationsanlage zu wirken, ist es ferner üblich, die Brennstoffzufuhr zum Brenner zu erhöhen und auf diese Weise kurzfristig externe Energie in das System einzutragen. Eine Öffnung des Bypasskanals oder ein "Geöffnet-lassen" desselben in einer Situation einer fallenden Oxidationstemperatur mit möglicher Unterschreitung der Mindestoxidationstemperatur ist gemäß dem Stand der Technik nicht denkbar. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es hingegen gerade sinnvoll sein, dass der Bypasskanal während eines unterautothermen Betriebs der Gasoxidationsanlage geöffnet wird, um benötigte Energie zu entnehmen. Insoweit setzt sich das erfindungsgemäße Verfahren in einen genauen Widerspruch zur bekannten technischen Lehre.

**[0019]** Um dies zu ermöglichen, ist es daher vorgesehen, in einer Situation, in der infolge einer Entnahme thermischer Energie mittels des Bypasskanals die Mindestoxidationstemperatur nicht aufrecht erhalten werden könnte, zusätzliche Energie in die Gasoxidationsanlage einzubringen, den Bypasskanal gleichwohl geöffnet zu lassen. Mittels dieses Vorgehens ist es möglich, dauerhaft thermische Energie aus der Gasoxidationsanlage zu entnehmen, insbesondere auch dann, wenn der Betrieb der Gasoxidationsanlage entweder ohnehin bereits unterautotherm ist oder aufgrund der Entnahme der thermischen Energie von einem überautothermen Niveau in einen unterautothermen Bereich geraten würde. Ein solches Vorgehen widerspricht dem Stand der Technik essentiell, da das willentliche Herbeiführen eines unterautothermen Betriebs nach dem Stand der Technik in jedem Fall zu vermeiden ist. Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren deshalb, weil die zusätzliche Energieerzeugung ohne eine separate Einrichtung (Kesselhaus o.ä.) erfolgt, wodurch Investitionskosten

von erheblichem Ausmaß vermieden werden können. Vielmehr wird die Energie mittels bzw. in der ohnehin vorhandenen Gasoxidationsanlage erzeugt die zu diesem Zweck in der Regel nicht größer dimensioniert bzw. umgerüstet werden müsste.

**[0020]** Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, eine Menge pro Zeit von mittels des Bypasskanals aus der Gasoxidationsanlage abgeführten Gases auf mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 35 %, weiter vorzugsweise mindestens 40 %, des Rohgasvolumenstroms einzustellen.

**[0021]** Das Verfahren ist dann besonders vorteilhaft, wenn die zusätzliche Energie der Gasoxidationsanlage in Form zusätzlicher oxidierbarer Bestandteile, insbesondere Erdgas, zugeführt wird, die z.B. dem Rohgasvolumenstrom zugesetzt werden. Beispielsweise ist es denkbar, dass an einen Rohgaskanal, mittels dessen der Rohgasvolumenstrom in die Gasoxidationsanlage geleitet wird, ein Stichtkanal angeschlossen ist, mittels dessen ein separater, vergleichsweise hoch belasteter Rohgasvolumenstrom zugeführt wird, der sich sodann mit dem ursprünglichen Rohgasvolumenstrom vermischt und die mittlere Konzentration oxidierbarer Bestandteile in dem Rohgasvolumenstrom derart anhebt, dass in der Gasoxidationsanlage genügend thermische Energie erzeugt wird, um den jeweils vorliegenden Wärmebedarf zu decken und dennoch gleichzeitig die Mindestoxidationstemperatur in der Gasoxidationsanlage zu erhalten. Dieses Vorgehen ist nach dem Stand der Technik gleichermaßen unüblich, da eine Gasoxidationsanlage dazu genutzt wird, einen belasteten Gasvolumenstrom von dessen oxidierbaren Bestandteilen zu befreien. Eine vorsätzliche "Verschlechterung" des Zustands des Rohgasvolumenstroms, die in der Erhöhung der Konzentration der im Prinzip ungewollten oxidierbaren Bestandteile liegt, steht dem eigentlichen Reinigungsgedanken grundsätzlich entgegen.

**[0022]** Alternativ oder in Kombination mit der vorstehenden Ausführungsvariante ist es ferner denkbar, dass die zusätzliche Energie mittels eines Brenners bereitgestellt wird, wobei der Brenner vorzugsweise in einer Brennkammer der Gasoxidationsanlage angeordnet ist. Bei einer solchen Variante könnte der Rohgasvolumenstrom als solcher unverändert bleiben und die zusätzliche Energie, die zur Aufrechterhaltung der Mindestoxidationstemperatur benötigt wird, mittels des Brenners zur Verfügung gestellt werden. Der Brenner ist mittels üblicher Primärenergieträger antreibbar, beispielsweise Gas oder Öl, und meist ohnehin zum "Starten" der Gasoxidationsanlage aus einem kalten Zustand vorhanden.

**[0023]** Gemäß vorstehender Erläuterung ist das erfindungsgemäße Verfahren dann besonders von Vorteil, wenn mittels der thermischen Energie, die der Gasoxidationsanlage entnommen wird, ein Warmwasserspeicher versorgt, das heißt in diesem gespeichertes Wasser erwärmt wird. Solches Wasser ist sodann technisch nutzbar, beispielsweise zur Erzeugung von Wasserdampf, Thermalöl, Heißwasser oder Heißluft, z.B. für technische

Prozesse oder ähnliches. Ein Einsatz einer sonstigen Vorrichtung zur Erwärmung des Wassers ist zumindest zeitweise, vorteilhafterweise dauerhaft, nicht nötig.

**[0024]** Das Verfahren ist dann besonders einfach ausführbar, wenn der Bypasskanal strömungstechnisch unmittelbar mit einer Brennkammer verbunden ist, wobei der Bypasskanal vorzugsweise mit einem Reingaskanal verbunden ist, mittels dessen in der Gasoxidationsanlage anfallendes Reingas aus selbiger abgeleitet wird. Eine solche Anordnung des Bypasskanals ist baulich besonders einfach realisierbar. Ferner ist eine Temperatur des Reingasvolumenstroms - und mithin sein Gehalt an thermischer Energie - in der Brennkammer typischerweise am höchsten, so dass eine Nutzbarkeit der mittels des Bypasskanals entnommenen thermischen Energie besonders gut ist.

**[0025]** In einer besonders vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Entnahmemenge von mittels des Bypasskanals aus der Gasoxidationsanlage entnommener thermischer Energie anhand einer Differenz zwischen Temperaturen des noch nicht in die erste Wärmespeichermasse eingetretenen Rohgasvolumenstroms und des bereits aus der zweiten Wärmespeichermasse ausgetretenen Reingasvolumenstroms bestimmt, wobei die Entnahmemenge der mittels des Bypasskanals entnommenen thermischen Energie umso größer gewählt wird, desto größer die Differenz ausfällt. Mit anderen Worten wird ein umso größerer Anteil des gesamten Reingasvolumenstroms mittels des Bypasskanals aus der Gasoxidationsanlage abgeführt, umso "heißer" das die zweite Wärmespeichermasse verlassende Reingas noch ist. Dieser Art der Steuerung der Gasoxidationsanlage liegt der Gedanke zugrunde, dass eine Energiebilanz der Gasoxidationsanlage umso besser ist, desto geringer die Differenz zwischen den Temperaturen von Roh- und Reingas ausfällt. In dem Reingasvolumenstrom gespeicherte thermische Energie, die gemeinsam mit dem Reingas die Gasoxidationsanlage beispielsweise durch einen Schornstein verlässt, ist in jedem Fall nicht länger technisch nutzbar. Daher ist eine vorige Entnahme dieser thermischen Energie mittels des Bypasskanals und eine anschließende technische Nutzung derselben mittels einer Wärmetauschereinrichtung besonders vorteilhaft.

**[0026]** Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn eine Menge der mittels des Bypasskanals aus der Gasoxidationsanlage entnommenen Energie mittels einer in dem Bypasskanal angeordneten Ventileinrichtung reguliert wird, wobei mittels der Ventileinrichtung der durch den Bypasskanal strömende Reingasvolumenstrom mengenmäßig eingestellt wird.

**[0027]** Ferner ist es für einen energetisch günstigen Betrieb der Gasoxidationsanlage von großem Vorteil, wenn eine Umschaltung einer Durchströmungsrichtung der Gasoxidationsanlage, die eine Strömungsrichtung des Rohgasvolumenstroms und des Reingasvolumenstroms beschreibt, frühestens alle 60 s, vorzugsweise frühestens alle 90 s, weiter vorzugsweise frühestens alle

120 s, erfolgt, wobei die Gasoxidationsanlage vorzugsweise genau zwei Wärmespeichermassen besitzt. Bei einem Betrieb einer Gasoxidationsanlage wird eine Strömungsrichtung der Gasvolumenströme zyklisch verändert, um die in den Wärmespeichermassen gespeicherte Energie nutzbar zu machen. Im Einzelnen bedeutet dies, dass eine mittels heißen Reingases aufgewärmte Wärmespeichermasse nach einer Umschaltung der Strömungsrichtung der Gasvolumenströme (Roh- und Reingas) nicht länger von dem heißen Reingas- sondern dem vergleichsweise kühlen Rohgasvolumenstrom durchströmt wird. Der Rohgasvolumenstrom wird mittels der aufgeheizten Wärmespeichermasse erwärmt und "auf Oxidationstemperatur" gebracht. Nach einer gewissen Betriebsdauer, die sich typischerweise im Bereich zwischen ca. 1 min bis ca. 3 min, ist die den Rohgasvolumenstrom aufwärmende Wärmespeichermasse so weit ausgekühlt, dass eine Umschaltung der Strömungsrichtung stattfinden muss. Fortan wird die kühle Wärmespeichermasse wieder mit dem heißen Reingasvolumenstrom durchströmt und die besagte Wärmespeichermasse aufwärmt. Ebenso ist es denkbar, dass eine Umschaltung stattfinden muss, da die von dem Reingas durchströmte Wärmespeichermasse zu heiß wird.

**[0028]** Eine Verlängerung der Umschaltzyklen in der beschriebenen Art ist insoweit vorteilhaft, als solche Gasoxidationsanlagen besser nutzbar werden, die mit lediglich zwei Wärmespeichermassen ausgestattet sind. Die seltenere Umschaltung der Strömungsrichtung führt unmittelbar zu einem geringeren Ausstoß verfahrensbedingter Emissionsspitzen, die bei der Umschaltung der Strömungsrichtung normalerweise anfallen. Besagte Emissionsspitzen fallen aus zwei Gründen an: Da zum einen im Moment der Umschaltung noch Rohgas in der "kühlen" Wärmespeichermasse befindlich ist, sind dessen oxidierbaren Bestandteile noch nicht oxidiert. Wird die Strömungsrichtung in diesem Moment umgedreht, wird dieses Rohgas direkt wieder aus der kühlen Wärmespeichermasse heraus und somit aus der Gasoxidationsanlage abgeführt, ohne behandelt worden zu sein. Zum anderen werden im Zuge der Umschaltung der Strömungsrichtung die Strömungskappen in den Gas führenden Kanälen derart umgeschaltet, dass die Stichkanäle, die die Hauptkanäle des Roh- und Reingases mit den jeweiligen Wärmespeichermassen verbinden, in ihrer Zuordnung wechseln. Das heißt, dass ein Stichkanal, der vormals Rohgas geführt hat, nunmehr Reingas führt und umgekehrt. Die Umschaltung der Strömungskappen muss dabei simultan erfolgen, da sich ansonsten anstauendes Gas einen Überdruck im System erzeugen und selbiges schädigen könnte. Im Zuge der Umschaltung der Strömungskappen wird dabei ein kurzer Moment geschaffen, in dem ein "Kurzschluss" zwischen dem Roh- und dem Reingaskanal vorliegt, so dass Rohgas direkt und unbehandelt in den Reingaskanal und somit in die Umwelt gelangen kann. Die Folge beider Effekte ist die besagte Emissionsspitze an oxidierbaren Bestandteilen. Derartige Emissionsspitzen werden typi-

scherweise mittels eines so genannten Dreikammersystems unterbunden, bei denen eine "Rückströmung" unbehandelter Rohgasvolumenströme nicht stattfindet. Bei derartigen Dreikammersystemen kommen drei Wärmespeichermassen zum Einsatz. Allerdings sind solche Dreikammersysteme technisch aufwendig und folglich kostenintensiv. Sofern eine gewisse Emission oxidierbarer Bestandteile vertretbar ist, kann bereits die hier vorgeschlagene und im Vergleich zum Stand der Technik deutlich seltenere Umschaltung der Strömungsrichtung bei einem Zweikammersystem ausreichen, um bestehende Grenzwerte einzuhalten, ohne dass ein Dreikammersystem notwendig wird. Außerdem kann es aufgrund der längeren Umschaltzyklen sogar möglich sein, der Gasoxidiationsanlage höhere Konzentrationen oxidierbarer Bestandteile zuzuführen.

**[0029]** Ein weiterer Vorteil der im Vergleich zum Stand der Technik selteneren Umschaltung der Strömungsrichtung liegt in einer Verlängerung der Lebenserwartung der in der Gasoxidiationsanlage verwendeten Antriebe und Umschaltklappen begründet.

**[0030]** Die verlängerten Umschaltzyklen werden unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, da eine Temperatur des Reingasvolumenstroms durch die Entnahme der thermischen Energie mittels des Bypasskanals vergleichsweise gering ist und eine Überhitzung der "wärmeren" Wärmespeichermasse weniger schnell auftritt.

**[0031]** Ferner kann es für eine besonders vorteilhafte Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens günstig sein, eine maximale in der Brennkammer vorliegende Temperatur auf mindestens 1000 °C, vorzugsweise mindestens 1050 °C, weiter vorzugsweise mindestens 1100 °C, einzustellen. Diese Temperaturen gelten, sofern die oxidierbaren Bestandteile keine halogenierten Verbindungen enthalten, also typischerweise die üblichen Lacklösemittel. Gemäß dem Stand der Technik sind derart hohe Temperaturen in der Brennkammer unüblich, da sie einen unnötigen Energieeinsatz und infolge dessen einen unnötig hohen Energieaustrag aus der Gasoxidiationsanlage in Form besonders heißen Reingases bedeuten. Die Temperatur der Brennkammer wird gemäß dem Stand der Technik sinnvoller Weise lediglich auf das zur Oxidation der jeweiligen oxidierbaren Bestandteile notwendige Niveau angehoben bzw. darauf eingestellt. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann aber genau umgekehrt eine erhöhte Brennkammertemperatur dazu führen, dass die Temperatur des die Gasoxidiationsanlage verlassenden Reingases gegenüber dem üblichen Zustand absinkt und die Gasoxidiationsanlage insgesamt effizienter arbeitet. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass eine Anhebung der maximalen Temperatur der Brennkammer zu einer umso besseren Nutzbarkeit des in der Brennkammer vorliegenden und mittels des Bypasskanals austragbaren Gases führt. Mit anderen Worten ist das Interesse, vermehrt heißes Gas mittels des Bypasskanals aus der Brennkammer auszutragen umso größer, umso heißer dieses ist, da

die höhere Temperatur eine umso bessere technische Nutzbarkeit des Gases bedeutet. Infolge des anteilig höheren Gasaustrags aus der Brennkammer mittels des Bypasskanals nimmt der über den "normalen Weg" aus der Gasoxidiationsanlage ausströmende Anteil des Reingases entsprechend ab. Dieser Volumenstrom entspricht dem Volumenstrom, der durch die zweite, das heißt durch die der Brennkammer nachgeschalteten, Wärmespeichermasse strömt. Da dieser Volumenstrom betragsmäßig aufgrund der starken Ausschleusung mittels des Bypasskanals entsprechend stark reduziert ist, ist die gesamte Energiemenge, die mittels dieses Volumenstroms in die zweite Wärmespeichermasse eingebracht wird, trotz dessen unüblich hoher Temperatur geringer, als zu dem Zeitpunkt, in dem die Brennkammer "kühler" war und weniger Gas mittels des Bypasskanals abgeführt wurde.

### Ausführungsbeispiele

**[0032]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Figur dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: Ein idealisiertes Schaltbild einer Gasoxidiationsanlage.

**[0033]** Das in Figur 1 abgebildete Ausführungsbeispiel umfasst eine idealisiert dargestellte Gasoxidiationsanlage 1 mit zwei Wärmespeichermassen 2, 3 und einer Brennkammer 4. Die Wärmespeichermassen 2, 3 sind jeweils in einem Behälter 5, 6 angeordnet. Besagte Behälter 5, 6 sind jeweils strömungstechnisch mit einem Gaskanal 7, 8 verbunden, wobei mittels der Gaskanäle 7, 8 den Wärmespeichermassen 2, 3 wahlweise ein Rohgasvolumenstrom zugeführt oder ein Reingasvolumenstrom aus diesen abgeführt werden kann. Der Gaskanal 7, 8, der den Rohgasvolumenstrom führt, wird typischerweise als Rohgaskanal bezeichnet, während derjenige, der den Reingasvolumenstrom führt, als Reingaskanal bezeichnet wird.

**[0034]** Die dargestellte Gasoxidiationsanlage 1 dient im Allgemeinen der regenerativen Nachbehandlung von belasteten Gasvolumenströmen, die mit oxidierbaren Bestandteilen beladen sind. Die Nachbehandlung besteht darin, die oxidierbaren Bestandteile zu oxidieren und auf diese Weise aus dem belasteten Gasvolumenstrom, das heißt dem Rohgasvolumenstrom, zu entfernen. Auf diese Weise wird der Rohgasvolumenstrom in einen Reingasvolumenstrom umgewandelt. Mit anderen Worten entsprechen sich Roh- und Reingasvolumenstrom, wobei der Reingasvolumenstrom lediglich eine geringere Konzentration an oxidierbaren Bestandteilen aufweist.

**[0035]** Um die oxidierbaren Bestandteile oxidieren zu können, muss der Rohgasvolumenstrom auf eine bestimmte Mindestoxidationstemperatur erwärmt werden, ab der die Oxidation der oxidierbaren Bestandteile ein-

setzt. Diese Mindestoxidationstemperatur ist abhängig von den jeweilig zu oxidierenden Bestandteilen. Da die Aufheizung des Rohgasvolumenstroms auf diese Mindestoxidationstemperatur einen gewissen Energieeinsatz erfordert, ist man bestrebt, die im Zuge der Oxidation frei werdende Wärmeenergie zu nutzen, um eben jenen Wärmebedarf zur Aufheizung des Rohgasvolumenstroms zumindest teilweise zu decken. Sofern zusätzlich zu der frei gesetzten Energie noch ein weiterer Energieinput notwendig ist, um den Rohgasvolumenstrom auf die Mindestoxidationstemperatur zu bringen, ist von einem "unterautothermen Betrieb" der Gasoxidiationsanlage 1 die Rede. Decken sich die Energiebeträge, spricht der Fachmann von einem "autothermen Betrieb". Ein Betrieb, bei dem bei der Oxidation der oxidierbaren Bestandteile mehr Energie freigesetzt wird, als zur Aufwärmung des Rohgasvolumenstroms benötigt wird, wird als "überautotherm" bezeichnet. Für den Fall eines unterautothermen Betriebs verfügt die Gasoxidiationsanlage 1 über einen Brenner 9, mittels dessen der Rohgasvolumenstrom unter Einsatz externer Energie zusätzlich aufgeheizt werden kann. Der Brenner 9 ist in der Brennkammer 4 angeordnet. Eine Gasoxidiationsanlage ohne zusätzlichen Brenner ist gleichermaßen denkbar, sofern aufgrund der prognostizierten Belastung des Rohgasvolumenstroms mit oxidierbaren Bestandteilen klar ist, dass ein zumindest autothermer Betrieb jederzeit möglich ist. In diesem Fall ist auch - abgesehen von einer Aufheizung ausgehend von einem kalten Zustand der Anlage - eine Brennkammer für ein Funktionieren der Gasoxidiationsanlage nicht zwingend.

**[0036]** Die Aufwärmung des Rohgasvolumenstroms erfolgt mittels der Wärmespeichermassen 2, 3, wobei jeweils lediglich eine der Wärmespeichermassen 2, 3 gleichzeitig zum Einsatz kommt. Beispielsweise wird die in Figur 1 links dargestellte Wärmespeichermasse 2 von dem Rohgasvolumenstrom durchströmt. In der Wärmespeichermasse 2 gespeicherte Wärmeenergie wird dabei auf den Rohgasvolumenstrom abgegeben. Hierzu verfügen die Wärmespeichermassen 2, 3 typischerweise über ein keramisches Wärmespeichermaterial, welches mit Strömungskanälen versehen ist. Um eine möglichst große Oberfläche zu erzeugen, weisen die Wärmespeichermassen vorzugsweise eine Vielzahl von Strömungskanälen mit entsprechend geringem Durchmesser auf.

**[0037]** Nachdem der Rohgasvolumenstrom die Wärmespeichermasse 2 verlässt und in die Brennkammer 4 eintritt, weist dieser eine gewisse Temperatur auf, die hier beispielhaft noch unterhalb der Mindestoxidationstemperatur liegt. Mittels des Brenners 9 wird der Rohgasvolumenstrom schließlich auf seine Mindestoxidationstemperatur erwärmt, so dass die Oxidation der oxidierbaren Bestandteile beginnt. Bei dieser Reaktion wird Wärmeenergie freigesetzt, die die Temperatur des gebildeten Reingasvolumenstroms deutlich über die Mindestoxidationstemperatur erhöht. Der so aufgeheizte Reingasvolumenstrom wird ausgehend von der Brennkammer 4 in die Wärmespeichermasse 3 geleitet, die in

Figur 1 rechts angeordnet ist. Beim Durchströmen der Wärmespeichermasse 3 geht die in dem Reingasvolumenstrom gespeicherte Wärmeenergie auf die Wärmespeichermasse 3 über und heizt diese auf. Der sodann abgekühlte Reingasvolumenstrom wird abschließend in den Reingaskanal geleitet, der an die Wärmespeichermasse 3 angeschlossen ist.

**[0038]** Um die in der Wärmespeichermasse 3 gespeicherte Wärmeenergie nutzbar zu machen, wird im Lauf des Betriebs der Gasoxidiationsanlage 1 eine Durchströmungsrichtung derselben verändert, das heißt der Rohgasvolumenstrom in den Behälter 6 mit der Wärmespeichermasse 3 eingeleitet und der gebildete Reingasvolumenstrom aus dem Behälter 5 mit der Wärmespeichermasse 2 entnommen. Auf diese Weise kann die Wärmeenergie der Wärmespeichermasse 3 verwendet werden, um den Rohgasvolumenstrom aufzuheizen, während der heiße Reingasvolumenstrom genutzt wird, um die zwischenzeitlich ausgekühlte Wärmespeichermasse 2 zu regenerieren. Der beschriebene Umschaltprozess wird zyklisch wiederholt, wobei ein Umschaltzyklus typischerweise alle 60 s bis 180 s stattfindet.

**[0039]** Zusätzlich zu den beschriebenen Bauteilen verfügt die erfindungsgemäße Gasoxidiationsanlage 1 über einen Bypasskanal 10. Dieser Bypasskanal 10 ist strömungstechnisch unmittelbar an die Brennkammer 4 angeschlossen. Er wird dazu genutzt, um heißes Reingas (bei beiden Durchströmungsrichtungen) direkt aus der Brennkammer 4 zu entnehmen, so dass dieses Reingas nicht länger der jeweils nachgeschalteten Wärmespeichermasse 2, 3 zugeführt wird. Nach dem Stand der Technik ist dieses Vorgehen bekannt, um überschüssige Wärmeenergie im Zuge eines überautothermen Betriebs aus der Gasoxidiationsanlage zu entnehmen. Der Bypasskanal 10 ist mit einer Wärmetauschereinrichtung 11 verbunden, die dazu geeignet ist, dem durch den Bypasskanal 10 strömenden Reingasvolumenstrom Wärmeenergie zu entziehen und diese technisch nutzbar zu machen. Das auf diese Weise abgekühlte Reingas wird sodann dem Reingaskanal zugeführt. Alternativ ist es ebenso denkbar, dass das Reingas des Bypasskanals direkt einem Schornstein oder ähnlichem zugeführt wird.

**[0040]** Erfindungsgemäß ist es nunmehr vorgesehen, den Bypasskanal 10 dauerhaft oder zumindest auch dann bzw. in einem solchen Umfang zu nutzen, selbst dann, wenn bzw. dass der Energiebedarf der Gasoxidiationsanlage 1 selbst aufgrund der Energieentnahme durch den Bypasskanal allein durch die Oxidation der oxidierbaren Bestandteile nicht länger gedeckt ist. Die dauerhafte Entnahme des heißen Reingases über den Bypasskanal 10 dient dazu, dauerhaft der Wärmetauschereinrichtung 11 eine bestimmte Wärmeenergiemenge zuzuführen, die sodann technisch genutzt wird. Ein sich möglicherweise in der Gasoxidiationsanlage ergebendes Energiedefizit wird durch die Zuführung externer Energie gedeckt. Im gezeigten Beispiel erfolgt dies mittels des Brenners 9, der Erdgas als Brennstoff verwendet.



## Bezugszeichenliste

### [0041]

|    |                          |    |
|----|--------------------------|----|
| 1  | Gasoxidationsanlage      | 5  |
| 2  | Wärmespeichermasse       |    |
| 3  | Wärmespeichermasse       |    |
| 4  | Brennkammer              |    |
| 5  | Behälter                 |    |
| 6  | Behälter                 | 10 |
| 7  | Gaskanal                 |    |
| 8  | Gaskanal                 |    |
| 9  | Brenner                  |    |
| 10 | Bypasskanal              |    |
| 11 | Wärmetauschereinrichtung | 15 |

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Gasoxidationsanlage (1) zur thermischen Behandlung eines mit oxidierbaren Bestandteilen belasteten Rohgasvolumenstroms, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
  - a) Der Rohgasvolumenstrom wird durch mindestens eine erste Wärmespeichermasse (2, 3) der Gasoxidationsanlage (1) geleitet, wobei in der Wärmespeichermasse (2, 3) gespeicherte Wärmeenergie auf den Rohgasvolumenstrom übergeht und diesen erwärmt.
  - b) In der Gasoxidationsanlage (1), vorzugsweise in einer Brennkammer (4) derselben, werden Bestandteile des Rohgasvolumenstroms oxidiert und der Rohgasvolumenstrom auf diese Weise in einen Reingasvolumenstrom umgewandelt, wobei eine Temperatur des gebildeten Reingasvolumenstroms höher ist als eine Temperatur des zuvor vorliegenden Rohgasvolumenstroms.
  - c) Der Reingasvolumenstrom wird zumindest teilweise und/oder zeitweise
    - durch mindestens eine zweite Wärmespeichermasse (2, 3) geleitet, wobei in dem Reingasvolumenstrom enthaltene Wärmeenergie auf die zweite Wärmespeichermasse (2, 3) übergeht und diese erwärmt und/oder
    - mittels eines Bypasskanals (10) abgeleitet, wobei der Bypasskanal (10) vorzugsweise eine Wärmetauschereinrichtung (11) aufweist,
- gekennzeichnet durch** den folgenden Verfahrensschritt:
  - d) Mittels des Bypasskanals (10) wird zumindest zeitweise so viel thermische Energie aus der

Gasoxidationsanlage (1) entnommen, dass eine Erhaltung einer Mindestoxidationstemperatur in der Gasoxidationsanlage (1), bei der die oxidierbaren Bestandteile des Rohgasvolumenstroms im Wesentlichen vollständig oxidieren, in einem entsprechenden Zeitraum nur mittels einer Zufuhr von zusätzlicher Energie in die Gasoxidationsanlage (1) möglich ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Rohgasvolumenstrom zusätzliche oxidierbare Bestandteile, insbesondere Erdgas, Flüssiggas, Biogas oder Heizöl, zugesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Energie mittels eines Brenners (9) bereitgestellt wird, wobei der Brenner (9) vorzugsweise in der Brennkammer (4) angeordnet ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypasskanal (10) strömungstechnisch unmittelbar mit der Brennkammer (4) verbunden ist, wobei der Bypasskanal (10) vorzugsweise mit einem Reingaskanal verbunden ist, mittels dessen in der Gasoxidationsanlage (1) anfallendes Reingas aus selbiger abgeleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Entnahmemenge von mittels des Bypasskanals (10) aus der Gasoxidationsanlage (1) entnommener thermischer Energie anhand einer Differenz zwischen Temperaturen des noch nicht in die erste Wärmespeichermasse (2, 3) eingetretenen Rohgasvolumenstroms und des bereits aus der zweiten Wärmespeichermasse (2, 3) ausgetretenen Reingasvolumenstroms bestimmt wird, wobei die Entnahmemenge der mittels des Bypasskanals (10) entnommenen thermischen Energie umso größer gewählt wird, desto größer die Differenz ausfällt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Menge der mittels des Bypasskanals (10) aus der Gasoxidationsanlage (1) entnommenen Energie mittels einer in dem Bypasskanal (10) angeordneten Ventileinrichtung reguliert wird, wobei mittels der Ventileinrichtung der durch den Bypasskanal (10) strömende Reingasvolumenstrom mengenmäßig eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Umschaltung einer Durchströmungsrichtung der Gasoxidationsanlage (1), die eine Strömungsrichtung des Rohgasvolumenstroms und des Reingasvolumenstroms be-

schreibt, frühestens alle 60 s, vorzugsweise frühestens alle 90 s, weiter vorzugsweise frühestens alle 120 s, erfolgt, wobei die Gasoxidationsanlage (1) vorzugsweise genau zwei Wärmespeichermassen (2, 3) besitzt.

5

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypasskanal (10) während eines unterautothermen Betriebs der Gasoxidationsanlage (1) geöffnet wird.

10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Menge pro Zeit von mittels des Bypasskanals (10) aus der Gasoxidationsanlage (1) abgeführten Gases mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 35 %, weiter vorzugsweise mindestens 40 %, des Rohgasvolumenstroms entspricht.

15

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine maximale in der Brennkammer (4) vorliegende Temperatur mindestens 1000 °C, vorzugsweise mindestens 1050 °C, weiter vorzugsweise mindestens 1100 °C, beträgt.

20

25

30

35

40

45

50

55

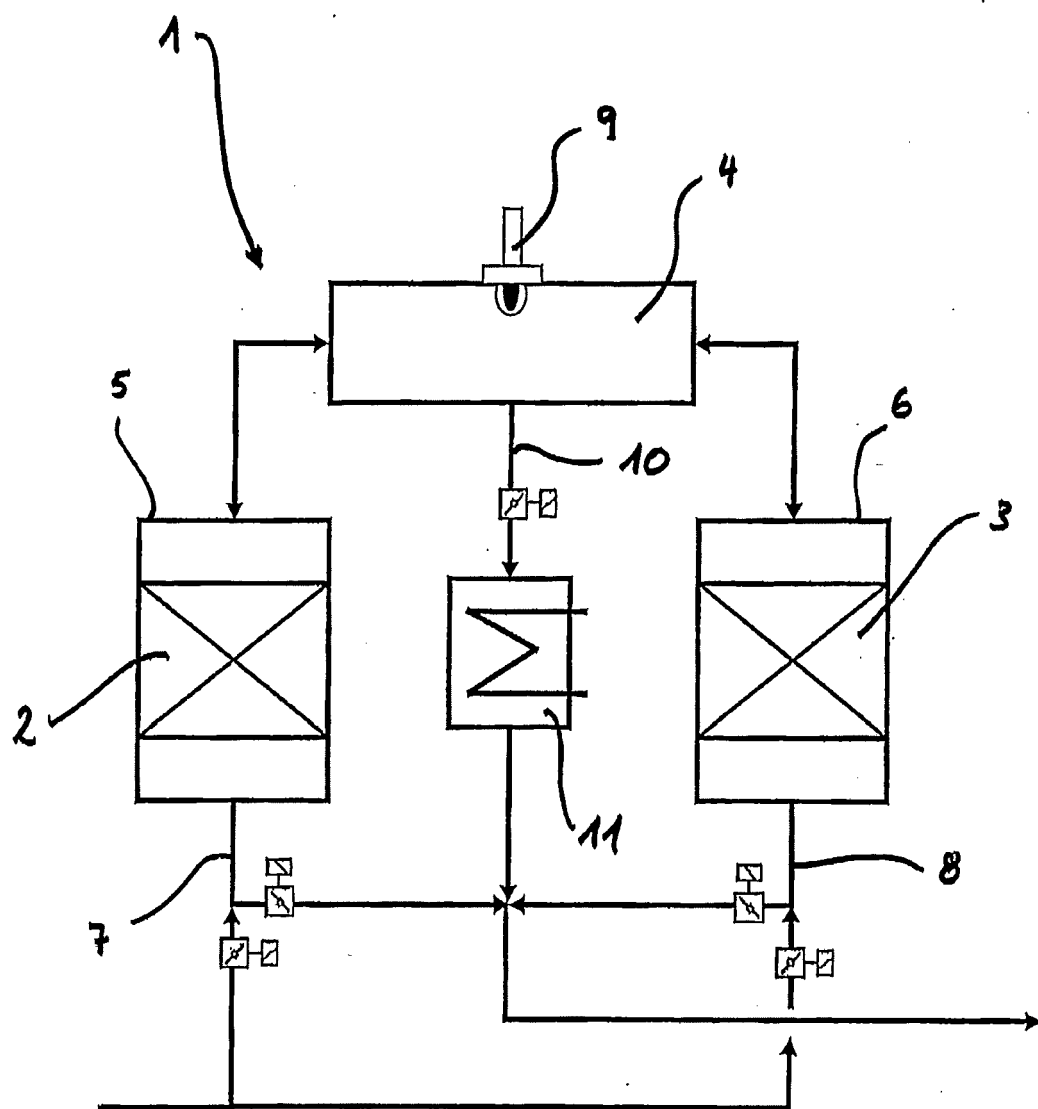


Fig. 1



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 19 1191

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |  |   |                                    |
|--|--|---|------------------------------------|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X  | WO 2012/046580 A1 (SINTOKOGIO LTD [JP]; OZAKI TERUHIKO [JP]; OGI YOSHIHIKO [JP]; TORITA T) 12. April 2012 (2012-04-12)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 * | 1-10  | INV.<br>F23G7/06<br>F23G5/50       |
| X,P  | WO 2014/010262 A1 (SINTOKOGIO LTD [JP]) 16. Januar 2014 (2014-01-16)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 9a,b *  | 1-10  |                                    |
| X  | DE 10 2007 032952 A1 (KBA METALPRINT GMBH [DE]) 27. März 2008 (2008-03-27)<br>* das ganze Dokument *   | 1-10  |                                    |
| X  | JP 2001 304531 A (TAIKISHA KK) 31. Oktober 2001 (2001-10-31)<br>* Zusammenfassung *  | 1-10  |                                    |
| X,P  | DE 10 2013 100108 A1 (CLAUSTHALER UMWELTTECHNIK INST GMBH CUTEC INST [DE]) 10. Juli 2014 (2014-07-10)<br>* das ganze Dokument *                            | 1-10  |                                    |
|  |  |   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|  |  |   | F23G                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |  |   |                                    |
| Recherchenort  |  | Abschlußdatum der Recherche   | Prüfer                             |
| Den Haag   |  | 13. April 2015  | Munteh, Louis                      |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE  |  |   |                                    |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 19 1191

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2012046580 A1                                   | 12-04-2012                    | CN 102782409 A                    | 14-11-2012                    |
|  |                               | JP 5131574 B2                     | 30-01-2013                    |
|  |                               | TW 201229438 A                    | 16-07-2012                    |
|  |                               | WO 2012046580 A1                  | 12-04-2012                    |
| -----  | -----                         | -----                             | -----                         |
| WO 2014010262 A1                                   | 16-01-2014                    | CN 104302977 A                    | 21-01-2015                    |
|  |                               | TW 201403003 A                    | 16-01-2014                    |
|  |                               | WO 2014010262 A1                  | 16-01-2014                    |
| -----  | -----                         | -----                             | -----                         |
| DE 102007032952 A1                                 | 27-03-2008                    | DE 102007032952 A1                | 27-03-2008                    |
|  |                               | EP 1906088 A2                     | 02-04-2008                    |
| -----  | -----                         | -----                             | -----                         |
| JP 2001304531 A                                    | 31-10-2001                    | JP 4215375 B2                     | 28-01-2009                    |
|  |                               | JP 2001304531 A                   | 31-10-2001                    |
| -----  | -----                         | -----                             | -----                         |
| DE 102013100108 A1                                 | 10-07-2014                    | KEINE                             |                               |
| -----  | -----                         | -----                             | -----                         |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102010012005 A1 [0005]