

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Mai 2015 (14.05.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/067363 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/86 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/002966

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. November 2014 (06.11.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 112 210.8
6. November 2013 (06.11.2013) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(72) Erfinder: **STENDER, Timo**; Sudermannstraße 33, 44137 Dortmund (DE). **FLASSPÖHLER, Melanie**; Olgastraße 24, 44141 Dortmund (DE). **ROHLOFF, Kathrin**; Rotkehlchenweg 13, 48231 Warendorf (DE).

(74) Anwalt: **PFLUGHOEFFT, Malte**; THYSSENKRUPP AG, Patentabteilung, ThyssenKrupp Allee 1, D-45143 Essen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

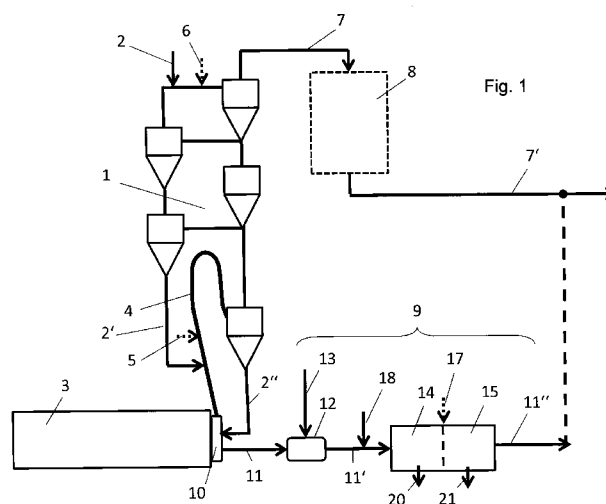
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR CLEANING BYPASS GASES OF THE CEMENT OR MINERAL INDUSTRY, AND SYSTEM OF THE CEMENT OR MINERAL INDUSTRY

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR REINIGUNG VON BYPASSGASEN DER ZEMENT- ODER MINERALSINDUSTRIE SOWIE ANLAGE DER ZEMENT- ODER MINERALSINDUSTRIE



(57) Abstract: The method according to the invention for cleaning bypass gases of the cement or mineral industry is characterized by the following method steps: a. cooling the removed bypass gas to 500 °C to 150 °C, and b. removing coarse dust particles from the bypass gas, the dust load being reduced by 30 to 95%, preferably 50 to 95%, most preferably 80 to 95%, wherein the method steps a) and b) can also be carried out in the reverse order, and c. reducing the gaseous components contained in the bypass gas, from which dust has been partially removed, a catalytic reduction of the nitrogen oxides and/or hydrocarbons and/or carbon monoxide and an additional dust-removing process being carried out.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/067363 A1

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reinigung von Bypassgasen der Zement- oder Mineralsindustrie ist durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet: a. Abkühlung des entnommenen Bypassgases auf 500°C bis 150°C, b. Grobentstaubung des Bypassgases, wobei die Staubbelastung um 30 bis 95%, vorzugsweise 50 bis 95%, höchstvorzugsweise 80 bis 95%, reduziert wird, wobei die Verfahrensschritte a) und b) auch in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden können, c. Minderung der im teilentstaubten Bypassgas enthaltenen, gasförmigen Bestandteile, wobei eine katalytische Minderung von Stickoxiden und/oder Kohlenwasserstoffen und/oder Kohlenstoffmonoxid und eine weitere Entstaubung erfolgt.

**VERFAHREN ZUR REINIGUNG VON BYPASSGASEN DER ZEMENT-
ODER MINERALSINDUSTRIE SOWIE ANLAGE DER ZEMENT- ODER
MINERALSINDUSTRIE**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Bypassgasen der Zement- oder Mineralsindustrie sowie eine Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie mit einem Brennofen und einem daran angeschlossenen Bypasssystem zum Abzug eines Bypassgases.

Bei der Klinkerherstellung steigt der Anteil von Ersatzbrennstoffen stark an, was wiederum einen zunehmenden Eintrag von Chlor in den Herstellungsprozess zur Folge hat. Aufgrund seiner Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen bildet Chlor einen internen Kreislauf im Vorwärmer/Ofensystem aus. Über ein Bypasssystem, bei dem ein Teil des Ofengases am Ofeneinlauf entnommen wird, wird dieser Kreislauf entlastet. Auch eine Entlastung von SO₂ und Alkalien kann mit einem solchen Bypass erfolgen. Der steigende Einsatz von Ersatzbrennstoffen fordert teilweise hohe Bypassraten in der Größenordnung von bis zu 10% und mehr. Das Bypassabgas wird am Ofeneinlauf mit Temperaturen in Abhängigkeit der Anwendung der Ofenanlage von beispielsweise mehr als 600 °C oder von mehr als 1000°C abgezweigt und kurz nach dem Abzug beispielsweise in der sogenannten Bypassglocke oder einem Wärmeaustausch auf 500 bis 150°C vorzugsweise 400 bis 200 C, höchstvorzugsweise 370 bis 240 °C gequenchet. Mit diesen Temperaturen kann das Gas einem Elektro- bzw. einem Gewebefilter zur Staubabscheidung zugeführt werden. Aufgrund ihrer Kondensationstemperaturen werden so auch gasförmiges Chlor und Schwefel im Bypassfilter eingebunden.

Gemäß der DD 274 022 A1 wird ein alkali- und chlorhaltiges Bypassgas aus dem Klinkerbrennprozess bei Temperaturen von 1050 bis 1250°C abgezweigt und durch Zuführung von Frischluft auf 700 bis 1050°C abgekühlt. Danach werden 50 bis 70% des in Gasstrom enthaltenen Staubes vom Gasstrom getrennt und dem Brennprozess wieder zugeführt. Durch den geringen Abscheidegrad bei der Trennung des Staubes vom Gasstrom werden nur die alkaliarmen, grobkörnigen Staubanteile aus dem

Gasstrom abgetrennt und dem Brennprozess wieder aufgegeben. Bei Temperaturen von 700 bis 1050°C sind die Alkalien zum Teil noch flüchtig bzw. schlagen sich nur an den kleinsten Kornfraktionen des Staubes nieder. Nach einem weiteren Abkühlen werden dann diese Schadstoffe vom Gasstrom getrennt.

Stickoxide entstehen bei der Klinkerherstellung aufgrund der hohen Temperaturen im Ofen durch die Oxidation von Stickstoff aus der Verbrennungsluft. Eine Minderung erfolgt typischerweise durch eine gestufte Verbrennung und die Eindüsung eines ammoniakhaltigen Reduktionsmittels im Bereich des Kalzinators oder Ofeneinlaufs. Stickoxide im Ofenabgas werden außerdem mittels Katalysatoren im nachgeschalteten Abgasstrang entfernt.

Bestehen hohe Anforderungen an die Stickoxidkonzentration im Reingas, wie sie beispielsweise mit 200 mg/Nm³ nach der 17. BImSchV bei der Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken gefordert werden, kann für eine Vielzahl von Anlagen die Stickstoffkonzentration in einer gemittelten Abgaskonzentration von Bypass- und Ofengas nicht eingehalten werden. Eine Verbesserung könnte durch die Entstickung des Bypassgases erreicht werden. Allerdings kann die SNCR-Reaktion aufgrund der geringen Verweilzeiten bei ausreichend hohen Temperaturen im Bypassgas nur unzureichend ablaufen. Klassische SCR-Katalysatoren besitzen einen vergleichsweise hohen Anlagenaufwand und können nur unzureichend auf schwankende Staubfrachten, wie sie im Bypassgas auftreten, reagieren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Minderung von gasförmigen Schadstoffen im Bypassgas der Zement- oder Mineralsindustrie zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 9 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reinigung von Bypassgasen der Zement- oder Mineralsindustrie ist durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

- a. Abkühlung des entnommenen Bypassgases auf 500°C bis 150°C, vorzugsweise 400 bis 200 °C, höchstvorzugsweise 370 bis 240 °C,
- b. Grobentstaubung des Bypassgases, wobei die Staubbeladung um 30 bis 95%, vorzugsweise 50 bis 95%, höchstvorzugsweise 80 bis 95% , reduziert wird, wobei die Verfahrensschritte a) und b) auch in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden können,
- c. Minderung der im teilentstaubten Bypassgas enthaltenen, gasförmigen Bestandteile, wobei eine weitere Entstaubung erfolgt,

wobei, im Verfahrensschritt c) eine katalytische Minderung von Stickoxiden und/oder Kohlenwasserstoffen und/oder Kohlenstoffmonoxid erfolgt.

Die erfindungsgemäße Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie mit einem Brennofen und einem daran angeschlossenen Bypasssystem zum Abzug eines Bypassgases sieht bezüglich des Bypasssystems folgende Einrichtungen vor:

- a. eine Kühleinrichtung zur Abkühlung des entnommenen Bypassgases auf 500 bis 150°C, vorzugsweise 400 bis 200 °C, höchstvorzugsweise 370 bis 240 °C
- b. eine Grobentstaubungseinrichtung zur Reduzierung der Staubbeladung des Bypassgases um 30 bis 95%, vorzugsweise 50 bis 95%, höchstvorzugsweise 80 bis 95%
- c. eine Reinigungseinrichtung zur Minderung der im teilentstaubten Bypassgas enthaltenen, gasförmigen Bestandteile, die eine Feinentstaubungsstufe umfasst, wobei die Reinigungseinrichtung einen mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider umfasst.

Die Abgase einer Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie setzen sich aus den Vorwärmerabgasen und dem Bypassgas zusammen. Bisher wurde lediglich das Vorwärmerabgas in seinen Stickoxidkonzentrationen soweit reduziert, dass auch nach dem Vermischen mit dem bisher nicht entstickten Bypassgas die Grenzwerte

eingehalten werden konnten. Aufgrund des zunehmenden Einsatzes von Ersatzbrennstoffen steigen jedoch die Schadstoffkreisläufe enorm an, sodass eine höhere Bypassgasrate abgezweigt werden muss. Durch die erfindungsgemäße vorgeschlagene Entstickung des Bypassgases können auch in diesem Fall die niedrigen Grenzwerte eingehalten werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Reduktion der Stickoxide erfolgt zweckmäßigerweise bei Temperaturen von 500 bis 150 °C vorzugsweise 400 bis 200 C, höchstvorzugsweise 370 bis 240 °C. Beim Verfahren zur Herstellung von gebranntem Material mit Hilfe eines Brennofens wird eine Teilmenge von in einem Brennofen entstehender Ofenabgase als Bypassgas abgezogen und gemäß den obigen Maßnahmen gereinigt. Weiterhin werden die Stickoxide des verbleibenden Ofenabgases beispielsweise mittels SNCR-Verfahren reduziert, bevor das Ofenabgas mit dem gereinigten Bypassgas wieder zusammengeführt wird. Im weiteren Abgasstrang können vor oder nach der Zusammenführung der Abgase, weitere Verfahrensstufen, wie Roh- und Kohlemühlen oder Kühltürme enthalten sein. Anlagentechnisch schließt sich dann an dem Brennofen ein Abgasstrang mit einer SNCR-Einrichtung zur Minderung der Stickoxide an. Das Bypassgas wird im Bereich des Brennofens vom Abgasstrang abgezweigt und nach der SNCR-Einrichtung wieder an den Abgasstrang angeschlossen oder emittiert über einen separaten Kamin. Ist letzteres der Fall, wird die Einhaltung der Stickoxidemissionen über eine Mischkalkulation zwischen Volumenstrom und Stickoxidkonzentration der beiden Abgasquellen ermittelt. Eine Mischkalkulation kann ebenfalls angewendet werden, wenn weitere Emissionsquellen, wie beispielsweise eine Kohlemühle mit einem separaten Kamin installiert ist.

Ist die Grobentstaubungseinrichtung und die Reinigungseinrichtung in einem aus mindestens zwei Kammern entstehenden Hybridfilter untergebracht, erfolgt die Entfernung der Stäube in der ersten Kammer beispielsweise durch elektrostatische Kräfte, während in der zweiten, filternden Kammer neben der Abscheidung von

Feinstäuben eine Entfernung der Stickoxide erfolgt. Mit Hilfe eines eingedüsten Reduktionsmittels, beispielsweise Ammoniakwasser, erfolgt an einem mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider eine Reduktion der Stickoxide. Das katalytische Material wird bevorzugt in oder auf einem keramischen oder einen anderen filternden Material, wie beispielsweise Teflon oder Fiberglas ein- oder aufgebracht. Das ammoniakhaltige Reduktionsmittel, das für die Entstickung der Bypassgase erforderlich ist, kann vor oder nach der Grobentstaubung eingedüst werden. Vorteilhaft ist die vorherige Entstaubung des Bypassgases, da im Bypassgas Staubbeladungen relativ größer als 100 g/Nm^3 vorliegen können. Eine hohe Staubfracht fordert aber an Gewebefiltern hohe Abreinigungsdrücke, welche die Stabilität und die Funktion der Medien zur katalytischen Reinigung mindern. Außerdem entstehen hohe Druckverluste. Neben der Stickoxide könnten auch Kohlenwasserstoffe und/oder Kohlenmonoxid, die aufgrund unvollständiger Verbrennung im Ofeneinlauf entstehen, katalytisch gemindert werden.

In einer weiteren Ausführungsform erfolgt neben der Abscheidung von Staub eine Feinreinigung von enthaltenden sauren Gasbestandteilen, wie SO_2 oder HCl . Durch die Abkühlung des entnommenen Bypassgases und die Entstaubung werden diese Bestandteile im Bypassgas typischerweise zu mehr als 90% gemindert. Da jedoch auch geringere Emissionen dieser Stoffe unerwünscht sind, können diese beispielsweise durch die Eindüsung eines geeigneten Sorbens (wie Natriumbicarbonat) in das Bypassgas gemindert werden. Natriumbicarbonat legt sich typischerweise nach Eindüsung in das Abgas auf einem filternden Gewebe ab. Beim Durchströmen erfolgt durch eine chemische Reaktion eine hohe Abscheiderate der enthaltenden sauren Bestandteile. Würde man das Natriumbicarbonat in das staubbeladene Bypassgas eindüsen, würde die hohe Abscheiderate aufgrund des wesentlich höheren Staubanteils gegenüber der eingedüsten Menge an Natriumbicarbonat deutlich gesenkt. Neben Natriumbicarbonat können auch weitere Stoffe, wie Kalkhydrat oder Branntkalk, aber auch behandelte Edukte der Klinkerherstellung, wie Rohmehl und Filterstaub, zur Abscheidung bzw. zur Optimierung der Abscheidung oder des Prozesses eingesetzt werden.

Die Verfahren der Abgasentstickung und die Entfernung saurer Schadstoffe werden vorzugsweise miteinander kombiniert. Nach der Grobentstaubung erfolgt einer Eindüsung von Natriumbicarbonat und einem ammoniakhaltigen Reduktionsmittel. Die Abscheidung von sauren Schadgasen und Stickoxiden erfolgen simultan und in der nachgeschalteten Reinigungseinrichtung. Aufgrund der Einbindung von SO_2 und SO_3 wird zugleich die Reaktion der Schwefelverbindungen mit NH_3 verbunden. Die temperaturabhängige Bildung von Ammoniumsalzen bei hohen Partialdrucken von NH_3 und SO_2 und SO_3 , kann zu einer Deaktivierung der katalytischen aktiven Komponenten führen und den Abbau der Stickoxide verhindern, sodass das Bypassgas nicht unter 150°C abgekühlt werden sollte.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung werden im Folgenden anhand der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie mit einem Bypasssystem zum Abzug eines Bypassgases,
- Fig. 2 schematische Darstellung eines Hybridfilters mit einer als Schwerkraftabscheider ausgebildeten ersten Kammer,
- Fig. 3 schematische Darstellung eines Hybridfilters mit einer als elektrostatischer Abscheider ausgebildeten ersten Kammer,
- Fig. 4 schematische Darstellung eines Hybridfilters mit einer als filternder Abscheider ausgebildeten ersten Kammer und
- Fig. 5 schematische Darstellung des Bypasssystems mit einer als Fliehkraftabscheider ausgebildeten Grobentstaubungseinrichtung.

Die in Fig. 1 dargestellte Anlage der Zement- und Mineralsindustrie besteht im Wesentlichen aus einem Vorwärmer 1, der hier als 5-stufiger Zyklonvorwärmer

ausgebildet ist und in dem Rohmehl 2 mit Abgasen aus einem Brennofen 3 vorgewärmt werden. Das vorgewärmte Material 2' gelangt anschließend in einen Kalzinator 4, der ebenfalls von den Abgasen des Brennofens 3 durchströmt wird. Das vorkalzinierte Rohmehl 2'' wird schließlich dem Brennofen 3 zugeführt. Zur Entstickung des Ofenabgases nach dem SNCR-Verfahren sind im Bereich des Kalzinators 4 Mittel 5 zur Eindüsung eines Reduktionsmittels vorgesehen. Optionale Mittel 6 zur Eindüsung eines Reduktionsmittels können zudem im oberen Bereich des Vorwärmers 1 angeordnet werden.

Das den Vorwärmer 1 verlassende Ofenabgas 7 wird ggf. in einem optionalen SCR-Reaktor 8 weiter entstickt. Außerdem ist es möglich das Ofenabgas 7 ausschließlich mit dem SCR Reaktor 8 zu entsticken und auf die SNCR Eindüsung 5 zu verzichten.

Zur Unterbrechung der zwischen Brennofen 3 und Vorwärmer 1 entstehenden Schadstoffkreisläufe ist ein Bypasssystem 9 vorgesehen. Hierzu wird im Bereich des Ofeneinlaufs 10 ein Teil des Ofenabgases als Bypassgas 11 abgezweigt. Je nach dem, welcher Brennstoff im Bereich des Brennofens 3 und des Kalzinators 4 verwendet wird, kann die als Bypassgas abzuziehende Menge durchaus 10% und mehr des aus dem Brennofen 3 ausströmenden Abgases ausmachen. In einer Kühleinrichtung 12 des Bypasssystems 9 wird das zunächst beispielsweise über 1000°C heiße Bypassgas auf 500 bis 150°C vorzugsweise 400 bis 200 C, höchstvorzugsweise 370 bis 240 °C abgekühlt. Die Kühleinrichtung 12 kann dabei als Mischkammer ausgebildet sein, wobei das Bypassgas 11 mit Frischluft 13 vermischt wird. Anschließend gelangt das abgekühlte Bypassgas 11' in eine Grobentstaubungseinrichtung 14 zur Reduzierung der Staubbiladung des abgekühlten Bypassgases um 30 bis 95% und anschließend in eine Reinigungseinrichtung 15 zur Minderung der im teilentstaubten Bypassgas enthaltenen, gasförmigen Bestandteile, die eine Feinentstaubungsstufe umfasst. Die Reinigungsstufe 15 weist ferner einen zur Reduktion von Stickoxiden mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider auf. Vor oder nach der Grobentstaubungseinrichtung 14 können optionale Mittel 17 zur Eindüsung eines

Sorbens zur Entschwefelung und optionale Mittel 18 zur Eindüsung eines Reduktionsmittels zur SCR-Reaktion vorgesehen werden.

Anhand der Fig. 2 bis Fig. 5 werden im Folgenden verschiedene Ausführungsbeispiele zur Realisierung der Grobentstaubungseinrichtung 14 und der Reinigungseinrichtung 15 dargestellt. Fig. 2 bis Fig. 4 zeigen dabei eine bevorzugte Ausführungsform, bei der die Grobentstaubungseinrichtung 14 und die Reinigungseinrichtung in einem aus mindestens zwei Kammern bestehenden Hybridfilter 19.1, 19.2 bzw. 19.3 untergebracht sind, wobei in der ersten Kammer die Grobeinstaubungseinrichtung und in der zweiten Kammer die Reinigungseinrichtung nebst Feinentstaubungsstufe untergebracht sind.

Gemäß Fig. 2 ist die Grobentstaubungsrichtung des Hybridfilters 19.1 als Schwerkraftabscheider 14.1 ausgebildet. Die Reinigungseinrichtung in der zweiten Kammer des Hybridfilters 19.1 wird durch einen mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider 15.1 gebildet. Im Schwerkraftabscheider wird zunächst der Grobstaub 20 aus dem abgekühlten Bypassgas 11' abgeschieden, der dann vorzugsweise wieder zurückgeführt und beispielsweise dem Rohmehl an geeignete Stelle beigemischt wird. In der Reinigungseinrichtung 15.1 findet die Reaktion von Stickoxiden und ggf. weiterer saurer Gasbestandteile am Abscheider 15.1 statt. Der dort ausgetragene Feinstaub 21 ist stark belastet und wird üblicherweise verworfen. Das Bypassgas verlässt den Abscheider 15.1 dann als gereinigtes Bypassgas 11''.

Der in Fig. 3 dargestellte Hybridfilter 19.2 unterscheidet sich nur im Bereich der ersten Kammer, wobei hier die Grobentstaubungseinrichtung durch einen elektrostatischen Abscheider 14.2 gebildet wird. In der zweiten Kammer ist wiederum ein mit katalytisch aktiven Komponenten dotierter Abscheider 15.2 vorgesehen.

Im dritten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist die Grobentstaubungseinrichtung der ersten Kammer des Hybridfilters 19.3 als filternder Abscheider 14.3 ausgebildet.

Gemäß der Erfindung müssen jedoch die Grobentstaubungseinrichtung und die Reinigungseinrichtung nicht notwendigerweise innerhalb eines gemeinsamen Gehäuses eines Hybridfilters angeordnet werden. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 ist daher die Grobentstaubungseinrichtung als Fliehkraftabscheider 14.4 ausgebildet, der über eine Verbindungsleitung 22 mit einem mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider 15.4 verbunden ist.

Die bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht jedoch darin, die Grobentstaubungseinrichtung 14 und die Reinigungseinrichtung 15 in einem aus zwei Kammer bestehenden Hybridfilter unterzubringen, wobei in der zweiten Kammer nicht nur die bei Hybridfiltern übliche Feinentstaubung, sondern zumindest auch eine Entstickung mit Hilfe eines mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheiders vorgesehen ist. Des Weiteren besteht auch die Möglichkeit, über den Feinstaub 21 saure Bestandteile, wie SO_2 , SO_3 , HCl und HF mit Hilfe eines über die Mittel 17 eingedüsten Sorbens auszuschleusen.

Das auf diese Weise gereinigte, insbesondere entstickte Bypassgas 11'' kann daher problemlos mit dem entstickten Ofenabgas 7' zusammengeführt werden, ohne dass dabei auch bei einem großen Anteil an Bypassgas die Grenzwerte für Stickoxide überschritten werden. Alternativ ist die Einhaltung der Stickoxidemissionen über eine Mischkalkulation möglich oder die Kamine könnten in ihren Genehmigungen auch separate Anforderungen an die Gasreinheit besitzen und diese mittels des beschriebenen Verfahrens einhalten..

Neben der Reinigung, der am Ofeneinlauf abgezogenen Bypassabgase, ist es außerdem möglich einen Gasbypass an anderen Stellen im Ofen-Vorwärmer-System abzuzweigen und dieses Gas den entsprechenden Verfahrensstufen zu zuführen. Die Abkühlung des anderen Gasbypasses könnte beispielsweise für eine Wärmeauskopplung genutzt werden. Hierfür könnte eine Gasentnahme von bis zu 50% des Gesamtgasstroms erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Bypassgasen (11) der Zement- oder Mineralsindustrie mit den wenigstens folgenden Verfahrensschritten:
 - a. Abkühlung des entnommenen Bypassgases (11) auf 500°C bis 150°C,
 - b. Grobentstaubung des Bypassgases (11'), wobei die Staubbelastung um 30 bis 95% reduziert wird, wobei die Verfahrensschritte a) und b) auch in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden können,
 - c. Minderung der im teilentstaubten Bypassgas enthaltenen, gasförmigen Bestandteile, wobei eine weitere Entstaubung erfolgt,dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt c) eine katalytische Minderung von Stickoxiden und/oder Kohlenwasserstoffen und/oder Kohlenstoffmonoxid erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reduktion von Stickoxiden mit Hilfe eines vor oder nach der Grobentstaubung des Bypassgases eingedüsten Reduktionsmittels in Verbindung mit einem mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider (15.1, 15.2, 15.3, 15.4) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für die Verfahrensschritte b) und c) ein aus mindestens zwei Kammern bestehender Hybridfilter (19.1, 19.2, 19.3) eingesetzt wird, wobei in der ersten Kammer die Grobentstaubung und in der zweiten Kammer neben der Feinentstaubung auch die Reduktion der Stickoxide erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Abscheider für die katalytische Minderung Teflon mit katalytisch aktiven Komponenten, keramische Filter mit katalytisch aktiven Komponenten oder Fiberglas mit katalytisch aktiven Komponenten eingesetzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die katalytische Minderung bei Temperaturen zwischen 150°C und 500°C erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt c) saure Bestandteile des Bypassgases mit Hilfe eines eingedüsten Sorbens gemindert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass behandelte Edukte der Klinkerherstellung, wie Rohmehl und Filterstaub oder auch Kalkhydrat oder Branntkalk zur Optimierung der Abscheidung oder des Prozesses eingesetzt werden.
8. Verfahren zur Herstellung von gebranntem Material, wobei eine Teilmenge von in einem Brennofen (3) entstehender Ofenabgase als Bypassgas (11) abgezogen und gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche gereinigt wird und die Stickoxide des verbleibenden Ofenabgases (7) mittels SNCR- und/oder SCR-Verfahren reduziert werden und anschließend das Ofenabgas (7') mit dem gereinigten Bypassgas (11'') zusammengeführt wird oder über einen separaten Kamin emittiert.
9. Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie mit einem Brennofen (3) und einem daran angeschlossenen Bypasssystem (9) zum Abzug eines Bypassgases, wobei das Bypasssystem (9) folgende Einrichtungen umfasst:
 - a. eine Kühleinrichtung (12) zur Abkühlung des entnommenen Bypassgases auf vorzugsweise 500 °C bis 150°C,
 - b. eine Grobentstaubungseinrichtung (14) zur Reduzierung der Staubbeladung des Bypassgases um 30 bis 95%,

c. eine Reinigungseinrichtung (15) zur Minderung der im teilentstaubten Bypassgas enthaltenen, gasförmigen Bestandteile, die eine Feinentstaubungsstufe umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungseinrichtung einen mit katalytisch aktiven Komponenten dotierten Abscheider (15.1, 15.2, 15.3, 15.4) umfasst.

10. Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Grobentstaubungseinrichtung (14) und die Reinigungseinrichtung (15) in einem aus mindestens zwei Kammern bestehenden Hybridfilter (19.1, 19.2, 19.3) untergebracht sind, wobei in der ersten Kammer die Grobentstaubungseinrichtung (14) und in der zweiten Kammer die Reinigungseinrichtung (15) nebst Feinentstaubungsstufe untergebracht sind.

11. Anlage der Zement- oder Mineralsindustrie nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den Brennofen (3) ein Abgasstrang mit einer SNCR-Einrichtung zur Minderung der Stickoxide anschließt, und das Bypasssystem (9) im Bereich des Brennofens (3) vom Abgasstrang abzweigt wird und an den Abgasstrang nach einer SNCR- oder einer SCR-Einrichtung wieder angeschlossen ist oder über einen separaten Kamin emittiert.

2/3

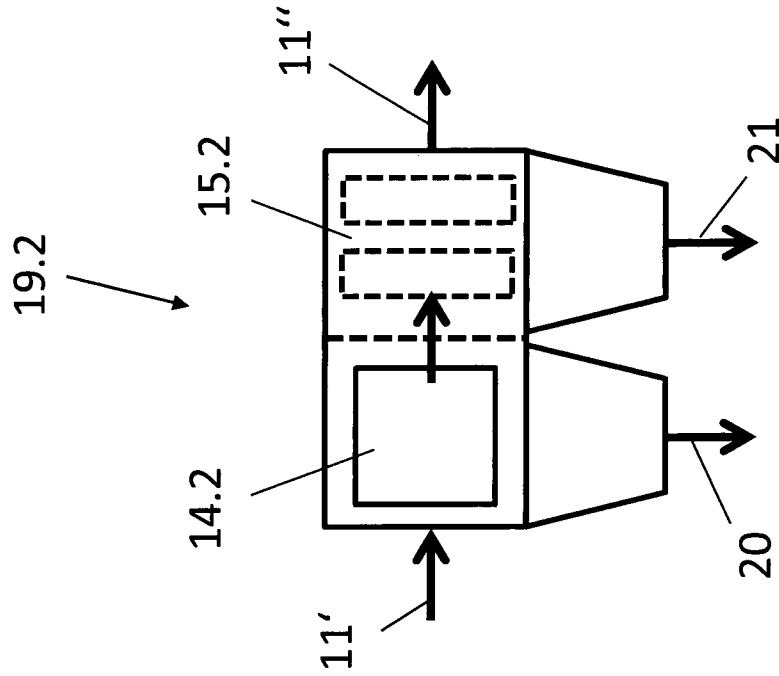


Fig. 2

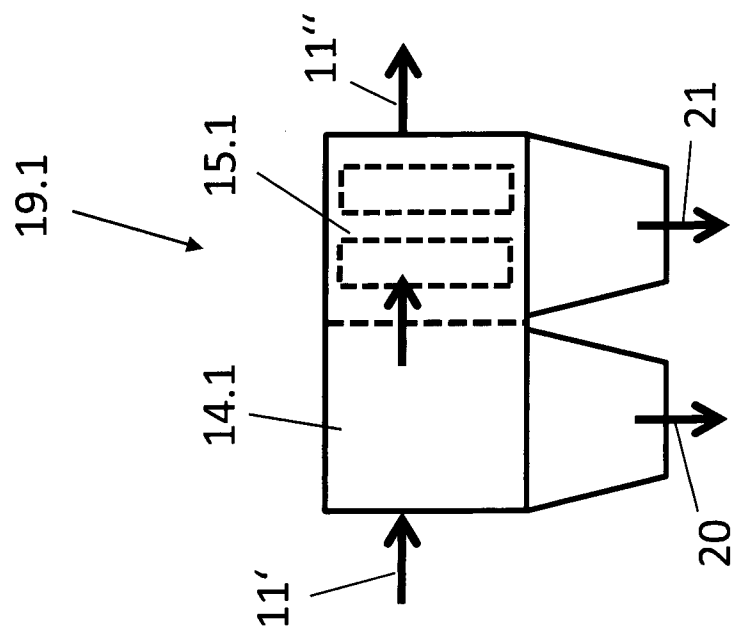


Fig. 3

3/3

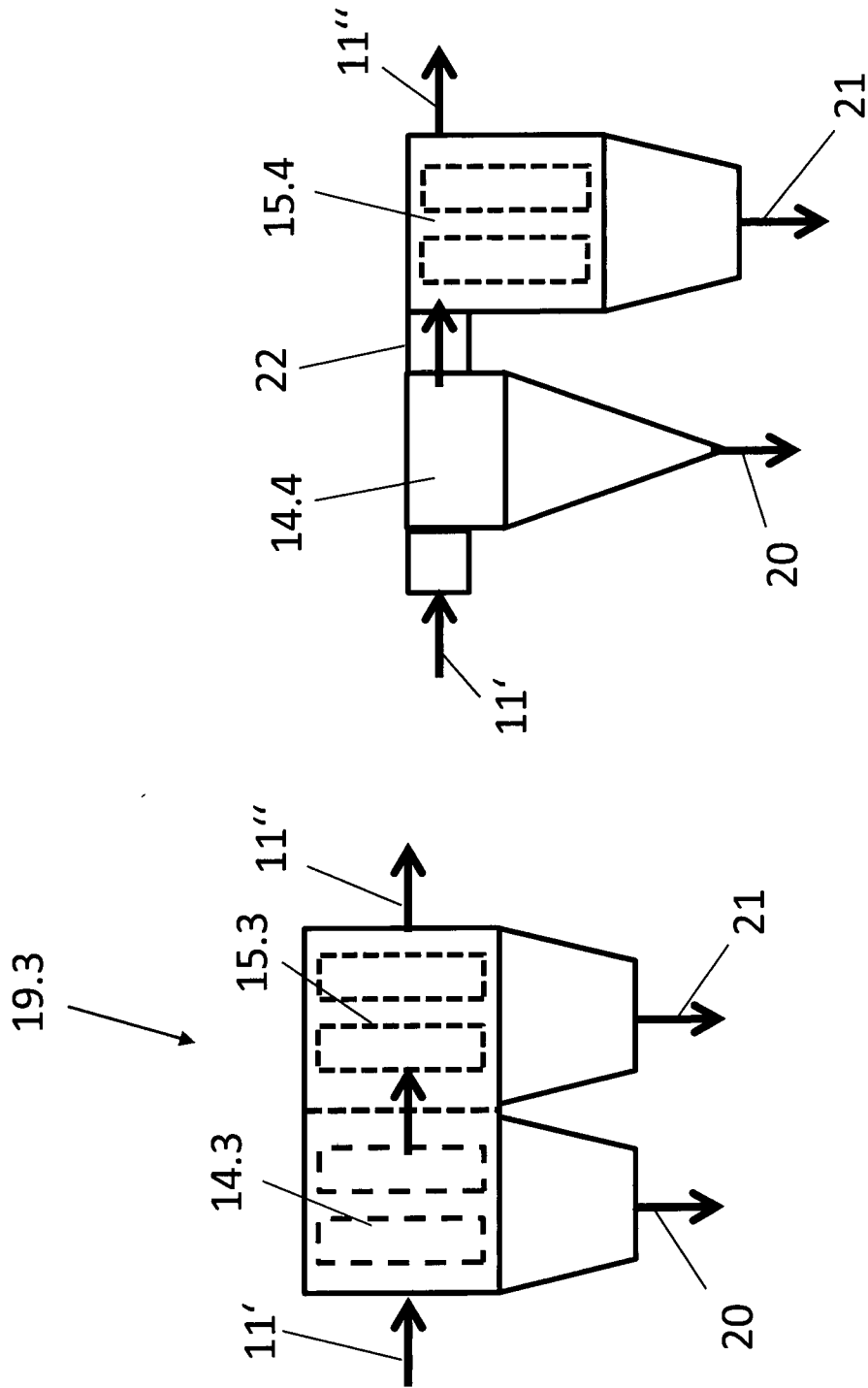


Fig. 5

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/002966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D53/86
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010 195615 A (TAIHEIYO CEMENT CORP) 9 September 2010 (2010-09-09)	1,5-7,9
Y	figure 1	3,4,10
X	AT 10 369 U1 (KIRCHDORFER ZEMENTWERK HOFMANN [AT]) 15 February 2009 (2009-02-15)	1,2,5,6, 8,9,11
Y	page 4, line 32 - page 5, line 2; figure 1	3,4,10
X	JP 2009 298677 A (TAIHEIYO CEMENT CORP) 24 December 2009 (2009-12-24)	1,2,4-9, 11
Y	paragraphs [0026] - [0029]; figures 1-3	3,10
X	EP 2 287 126 A1 (TAIHEIYO CEMENT CORP [JP]) 23 February 2011 (2011-02-23)	1,2,5-9, 11
Y	paragraphs [0043] - [0048]; figure 2	3,4,10
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 January 2015

Date of mailing of the international search report

05/02/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bergt, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/002966

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	AT 507 773 A4 (SCHEUCH GMBH [AT]) 15 August 2010 (2010-08-15) figure 1	3,10
Y	----- WO 03/055577 A1 (PALL CORP [US]; HEIDENREICH STEFFEN [DE]) 10 July 2003 (2003-07-10) abstract; figures 1-11	3,4,10
A	----- EP 0 534 225 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]) 31 March 1993 (1993-03-31) page 3, lines 2-3; figure 1 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/002966

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2010195615	A	09-09-2010	NONE
AT 10369	U1	15-02-2009	AT 10369 U1 15-02-2009 CN 101977668 A 16-02-2011 EP 2237861 A1 13-10-2010 RU 2010134000 A 27-02-2012 US 2010307388 A1 09-12-2010 WO 2009089559 A1 23-07-2009
JP 2009298677	A	24-12-2009	NONE
EP 2287126	A1	23-02-2011	CN 102066282 A 18-05-2011 EP 2287126 A1 23-02-2011 JP 5522740 B2 18-06-2014 KR 20110030446 A 23-03-2011 TW 201002413 A 16-01-2010 WO 2009154088 A1 23-12-2009
AT 507773	A4	15-08-2010	AT 507773 A4 15-08-2010 AU 2010273179 A1 02-02-2012 CA 2767341 A1 20-01-2011 CN 102470320 A 23-05-2012 CO 6491036 A2 31-07-2012 DE 202010018000 U1 08-07-2013 DK 2454008 T3 12-08-2013 EG 26752 A 27-07-2014 EP 2454008 A1 23-05-2012 EP 2628528 A1 21-08-2013 ES 2409706 T3 27-06-2013 HR P20130736 T1 25-10-2013 JP 2012532750 A 20-12-2012 KR 20120049263 A 16-05-2012 MA 33524 B1 01-08-2012 PT 2454008 E 04-06-2013 RS 52803 B 31-10-2013 SI 2454008 T1 30-08-2013 UA 103403 C2 10-10-2013 US 2012183463 A1 19-07-2012 WO 2011006175 A1 20-01-2011
WO 03055577	A1	10-07-2003	CA 2471288 A1 10-07-2003 DE 10164480 A1 17-07-2003 EP 1458457 A1 22-09-2004 JP 4807935 B2 02-11-2011 JP 2005512799 A 12-05-2005 US 2005095178 A1 05-05-2005 US 2008286166 A1 20-11-2008 WO 03055577 A1 10-07-2003
EP 0534225	A1	31-03-1993	AT 126787 T 15-09-1995 DE 4132167 A1 01-04-1993 DE 59203371 D1 28-09-1995 DK 0534225 T3 18-09-1995 EP 0534225 A1 31-03-1993 ES 2075987 T3 16-10-1995 NO 923747 A 29-03-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01D53/86
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2010 195615 A (TAIHEIYO CEMENT CORP) 9. September 2010 (2010-09-09)	1,5-7,9
Y	Abbildung 1	3,4,10

X	AT 10 369 U1 (KIRCHDORFER ZEMENTWERK HOFMANN [AT]) 15. Februar 2009 (2009-02-15)	1,2,5,6, 8,9,11
Y	Seite 4, Zeile 32 - Seite 5, Zeile 2; Abbildung 1	3,4,10

X	JP 2009 298677 A (TAIHEIYO CEMENT CORP) 24. Dezember 2009 (2009-12-24)	1,2,4-9, 11
Y	Absätze [0026] - [0029]; Abbildungen 1-3	3,10

X	EP 2 287 126 A1 (TAIHEIYO CEMENT CORP [JP]) 23. Februar 2011 (2011-02-23)	1,2,5-9, 11
Y	Absätze [0043] - [0048]; Abbildung 2	3,4,10

	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Januar 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bergt, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	AT 507 773 A4 (SCHEUCH GMBH [AT]) 15. August 2010 (2010-08-15) Abbildung 1	3,10
Y	----- WO 03/055577 A1 (PALL CORP [US]; HEIDENREICH STEFFEN [DE]) 10. Juli 2003 (2003-07-10) Zusammenfassung; Abbildungen 1-11	3,4,10
A	----- EP 0 534 225 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]) 31. März 1993 (1993-03-31) Seite 3, Zeilen 2-3; Abbildung 1 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/002966

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2010195615	A	09-09-2010	KEINE
AT 10369	U1	15-02-2009	AT 10369 U1 15-02-2009
			CN 101977668 A 16-02-2011
			EP 2237861 A1 13-10-2010
			RU 2010134000 A 27-02-2012
			US 2010307388 A1 09-12-2010
			WO 2009089559 A1 23-07-2009
JP 2009298677	A	24-12-2009	KEINE
EP 2287126	A1	23-02-2011	CN 102066282 A 18-05-2011
			EP 2287126 A1 23-02-2011
			JP 5522740 B2 18-06-2014
			KR 20110030446 A 23-03-2011
			TW 201002413 A 16-01-2010
			WO 2009154088 A1 23-12-2009
AT 507773	A4	15-08-2010	AT 507773 A4 15-08-2010
			AU 2010273179 A1 02-02-2012
			CA 2767341 A1 20-01-2011
			CN 102470320 A 23-05-2012
			CO 6491036 A2 31-07-2012
			DE 202010018000 U1 08-07-2013
			DK 2454008 T3 12-08-2013
			EG 26752 A 27-07-2014
			EP 2454008 A1 23-05-2012
			EP 2628528 A1 21-08-2013
			ES 2409706 T3 27-06-2013
			HR P20130736 T1 25-10-2013
			JP 2012532750 A 20-12-2012
			KR 20120049263 A 16-05-2012
			MA 33524 B1 01-08-2012
			PT 2454008 E 04-06-2013
			RS 52803 B 31-10-2013
			SI 2454008 T1 30-08-2013
			UA 103403 C2 10-10-2013
			US 2012183463 A1 19-07-2012
			WO 2011006175 A1 20-01-2011
WO 03055577	A1	10-07-2003	CA 2471288 A1 10-07-2003
			DE 10164480 A1 17-07-2003
			EP 1458457 A1 22-09-2004
			JP 4807935 B2 02-11-2011
			JP 2005512799 A 12-05-2005
			US 2005095178 A1 05-05-2005
			US 2008286166 A1 20-11-2008
			WO 03055577 A1 10-07-2003
EP 0534225	A1	31-03-1993	AT 126787 T 15-09-1995
			DE 4132167 A1 01-04-1993
			DE 59203371 D1 28-09-1995
			DK 0534225 T3 18-09-1995
			EP 0534225 A1 31-03-1993
			ES 2075987 T3 16-10-1995
			NO 923747 A 29-03-1993