

(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
09. Januar 2020 (09.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/007815 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01D 53/86 (2006.01) A23F 5/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/067652

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Juli 2019 (02.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 116 058.5
03. Juli 2018 (03.07.2018) DE

(71) Anmelder: INTERKAT CATALYST GMBH [DE/DE];
Eduard-Rhein-Straße 25, 53639 Königswinter (DE).

(72) Erfinder: IRETSKAYA, Svetlana; Hauptstraße 472,
53639 Königswinter (DE). ZIRPEL, Kevin; Kieselstraße

29, 66125 Saarbrücken (DE). HELMER, Olaf; Jakobstraße
90A, 53721 Siegburg (DE). ZIMMERMANN, Sebastian;
Am Jesuitenhof 8, 53117 Bonn (DE).

(74) Anwalt: RÖBLER, Matthias; karo IP Kahlhöfer Röß-
ler Kreuels Patentanwälte PartG mbB, Postfach 32 01 02,
40416 Düsseldorf (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, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, 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,

(54) Title: USE OF A CATALYST FOR THE SELECTIVE CATALYTIC OXIDATION OF NITROGEN-CONTAINING ORGANIC COMPOUNDS

(54) Bezeichnung: VERWENDUNG EINES KATALYSATORS ZUR SELEKTIVEN KATALYTISCHEN OXIDATION VON STICKSTOFFHALTIGEN ORGANISCHEN VERBINDUNGEN

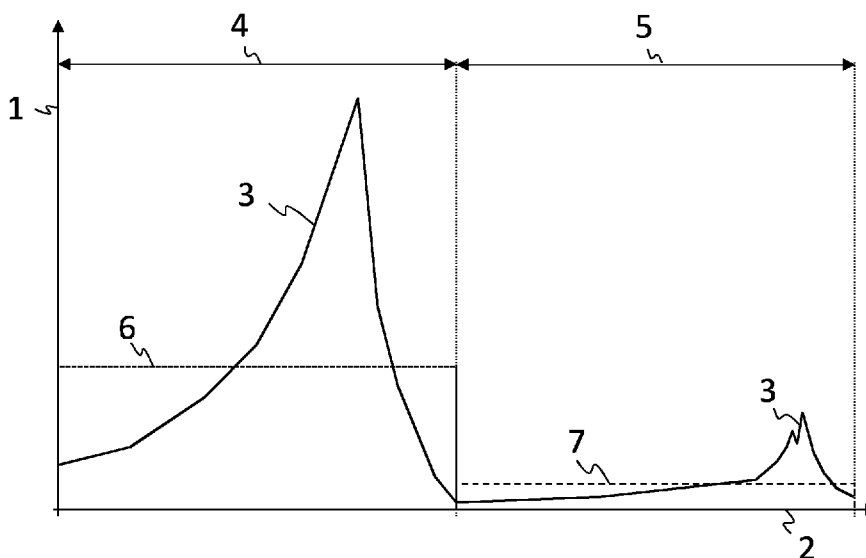


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to the use of a catalyst for the selective catalytic oxidation of nitrogen-containing organic compounds, in particular in the exhaust gas of a coffee roasting device, wherein the catalyst comprises: a first component, comprising at least one element of the group consisting of copper, manganese, iron, or a mixture thereof; a second component, comprising at least one element of the group consisting of cerium, strontium, a lanthanide, a mixture of lanthanides, or a mixture thereof; a third component, comprising at least one element of the group consisting of a zeolite, an oxygen storage material, an inorganic oxide, or a mixture thereof.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, insbesondere im Abgas einer Kaffeeröstvorrichtung, wobei der Katalysator umfasst: - eine erste Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Kupfer, Mangan, Eisen oder eine Mischung davon;



WO 2020/007815 A1

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)

- eine zweite Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Cer, Strontium, einem Lanthanid, einer Mischung von Lanthaniden oder eine Mischung davon; - eine dritte Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus einem Zeolith, einem Sauerstoffspeichermaterial, einem anorganischen Oxid oder eine Mischung davon.

Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen

Die Erfindung betrifft eine Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, insbesondere im Abgas einer Kaffeeröstvorrichtung bzw. eines Kaffeeröstprozesses.

Auch im Zusammenhang mit Kaffeeröstvorgängen sind Emissionsgrenzwerte, etwa für VOC's (flüchtige organische Verbindungen), Kohlenstoffmonoxid und Stickoxide einzuhalten. Hierzu kann eine Abgasnachbehandlung des Abgases aus den Röstvorgängen beitragen. Vorgeschlagen wurde bereits eine Abgasnachbehandlung von Abgas aus Röstvorgängen mit (edelmetallhaltigen) Oxidationskatalysatoren. Entsprechende Oxidationskatalysatoren tragen dazu bei, organische Verbindungen und Kohlenstoffmonoxid zu oxidieren.

Ein Nachteil solcher Oxidationskatalysatoren ist jedoch die Bildung von Stickoxiden (NO_x) durch die Oxidation stickstoffhaltiger organischer Verbindungen. Um diesem Nachteil entgegenzuwirken, wurden bisher verschiedene Möglichkeiten vorgeschlagen. Eine Möglichkeit besteht in der selektiven nicht katalytischen Reduktion (sog. SNCR-Technologie), die sehr energieaufwendig bei hohen Temperaturen mit Hilfe eines Reduktionsmittels, wie etwa Ammoniak oder Harnstoff erfolgt. Diese ist allerdings platzaufwändig sowie unpraktisch für kleinere Anlagen und lässt sich daher nicht immer realisieren. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, zusätzlich einen Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion (sog. SCR-Technologie) einzusetzen. Dieser dient der Reduktion von Stickoxiden (NO_x) im Abgas, wobei die chemische Reaktion am SCR-Katalysator selektiv ist, d.h., dass die Stickoxide (NO, NO₂) bevorzugt zu Stickstoff reduziert werden, während unerwünschte Nebenreaktionen wie die Bildung von Lachgas (N₂O) weitgehend unterdrückt werden. Nachteile der SCR-Technologie sind jedoch darin zu sehen, dass diese zum einen eine ggf. aufwendige Prozesssteuerung erforderlich macht und zum anderen hierzu ein zusätzliches Additiv bzw. Reduktionsmittel, wie etwa Harnstoff oder Ammoniak notwendig ist. Solche Stoffe sind jedoch in der

Lebensmittelindustrie grundsätzlich unerwünscht, sodass deren Einsatz in diesem Zusammenhang möglichst zu vermeiden ist.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die mit Bezug auf
5 den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise zu lösen. Insbesondere soll eine Verwendung eines Katalysators zur Behandlung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen im Abgas (insbesondere einer Kaffeeröstvorrichtung) angegeben werden, die zumindest dazu beiträgt, dass eine katalytische Umsetzung der stickstoffhaltigen organischen Verbindungen möglichst ohne (be-
10 achtliche) Bildung von Stickoxiden und ohne Zugabe eines Additives (insbesondere Reduktionsmittels, wie etwa Harnstoff oder Ammoniak) möglich ist.

Hierzu trägt eine Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen bei, wobei der Katalysator
15 umfasst:

- eine erste Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Kupfer, Mangan, Eisen oder eine Mischung davon;
- eine zweite Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Cer, Strontium, einem Lanthanid, einer Mischung von Lanthaniden oder eine Mischung davon;
20
- eine dritte Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus einem Zeolith, einem Sauerstoffspeichermaterial, einem anorganischen Oxid oder eine Mischung davon.

25 Die hier vorgeschlagene Lösung erlaubt den besonderen Vorteil, dass eine katalytische Umsetzung der stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, insbesondere aus dem Abgas von (Kaffee-)Röstprozessen, möglichst ohne Bildung von Stickoxiden und ohne Zusatz eines Reduktionsmittels, wie etwa Harnstoff oder Ammoniak möglich ist. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die hier vor-
30 geschlagene Kombination von erster Komponente, zweiter Komponente und dritter Komponente in vorteilhafter Weise dazu beiträgt, dass die Oxidation selektiv ausgeführt wird, was insbesondere bedeutet, dass bei der Oxidation von

stickstoffhaltigen organischen Verbindungen der Stickstoff gezielt nicht oxidiert wird, wodurch die Bildung ungewünschter Stickoxide (NO_x) praktisch vermieden werden kann. Dadurch kann eine (sich an herkömmliche Oxidationskatalysatoren anschließende) Reduktion von Stickoxiden vorteilhaft entfallen, sodass kein Reduktionsmittel verwendet werden muss.

Der Katalysator ist insbesondere zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, insbesondere stickstoffhaltigen organischen Kohlenwasserstoffen, eingerichtet. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass die chemische Reaktion am Katalysator selektiv ist. Hierbei werden bevorzugt Kohlenstoffgruppen innerhalb (organischer Kohlenwasserstoffe zu Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO₂) oxidiert, während unerwünschte Nebenreaktionen wie insbesondere die Totaloxidation von Stickstoff, beispielsweise zu Stickstoffoxid (NO) oder Stickstoffdioxid (NO₂), weitgehend oder nahezu vollständig unterdrückt werden.

Insbesondere ist der Katalysator dazu eingerichtet, nur Kohlenstoffgruppen und/oder nur sich von Stickstoff unterscheidende chemische Elemente zu oxidieren. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass der Katalysator derart selektiv ist, dass er (insbesondere innerhalb einer stickstoffhaltigen organischen Verbindung bzw. bei der Oxidation einer stickstoffhaltigen organischen Verbindung) nur Kohlenstoffgruppen innerhalb einer organischen Verbindung zu CO und CO₂ oxidiert und/oder nur bestimmte chemische Elemente, insbesondere sich von Stickstoff unterscheidende chemische Elemente partiell oder vollständig oxidiert. Dies bedeutet mit noch anderen Worten insbesondere, dass der Katalysator derart selektiv ist, dass er stickstoffhaltige Molekülgruppen innerhalb der Kohlenwasserstoffkette selektiv zu Stickstoff und nicht zu NO_x oxidiert, insbesondere bei der Oxidation einer stickstoffhaltigen organischen Verbindung den Stickstoff nicht zu NO_x oxidiert.

Ein Beispiel für eine stickstoffhaltige organische Verbindung, die im Zusammenhang mit Röstvorgängen eine Rolle spielen kann, ist Koffein. Koffein hat die

chemische Summenformel $C_8H_{10}N_4O_2$. Nachfolgend wird am Beispiel von Koffein eine selektive Oxidation dieser stickstoffhaltigen organischen Verbindung anhand einer entsprechenden Reaktionsgleichung veranschaulicht:



Der Katalysator wird bevorzugt zur selektiven katalytischen Oxidation bzw. zum selektiven katalytischen Oxidieren von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen im Abgas einer Kaffeeröstvorrichtung verwendet. Das Abgas der Kaffeeröst-
10 vorrichtung betrifft hierbei regelmäßig die Abluft aus den Röstvorgängen. Diese Abluft enthält in der Regel stickstoffhaltige organische Verbindungen, wie etwa Koffein.

Röstkaffe enthält ca. 835 flüchtige Verbindungen. Diese können in 21 Verbindungs-
15ungsklassen eingeteilt werden. Zu diesen Verbindungsklassen zählen aliphatische Kohlenwasserstoffe (mit 45 flüchtigen Verbindungen), aromatische Kohlenwasserstoffe (mit 35 flüchtigen Verbindungen), Alkohole (mit 25 flüchtigen Verbindungen), Aldehyde (mit 37 flüchtigen Verbindungen), Ketone (mit 85 flüchtigen Verbindungen), Säuren (mit 28 flüchtigen Verbindungen), Ester (mit 33 flüchtigen
20 Verbindungen), Amine (mit 13 flüchtigen Verbindungen), Pyrrole (mit 72 flüchtigen Verbindungen), Pyridine (mit 20 flüchtigen Verbindungen), Pyrazine (mit 89 flüchtigen Verbindungen), Chinoxaline (mit 11 flüchtigen Verbindungen), Furanone (mit 128 flüchtigen Verbindungen), Oxazole (mit 35 flüchtigen Verbindungen), Thiole (mit 7 flüchtigen Verbindungen), Sulfide (mit 13 flüchtigen Verbindungen), Disulfide
25 (mit 10 flüchtigen Verbindungen), Thiophene (mit 28 flüchtigen Verbindungen), Thiazole (mit 27 flüchtigen Verbindungen), Phenole (mit 49 flüchtigen Verbindungen) und sonstige (mit 45 flüchtigen Verbindungen).

Der Katalysator (zur selektiven katalytischen Oxidation) umfasst mindestens drei
30 Komponenten, nämlich zumindest eine erste Komponente, eine zweite Komponente und eine dritte Komponente. Darüber hinaus kann der Katalysator grundsätzlich auch noch weitere Komponenten umfassen. Nach einer vorteilhaften

Ausgestaltung besteht der Katalysator (nur) aus der ersten Komponente, der zweiten Komponente und der dritten Komponente.

Der Katalysator hat eine erste Komponente, umfassend zumindest ein Element
5 der Gruppe bestehend aus Kupfer, Mangan, Eisen oder eine Mischung davon. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass die erste Komponente Kupfer, Mangan und/oder Eisen umfasst und/oder eine Mischung von Kupfer, Mangan und/oder Eisen umfasst. Als erste Komponente werden besonders bevorzugt Man-
gan und/oder Kupfer verwendet.

10

Die chemischen Elemente aus der ersten Komponentengruppe weisen eine (ge-
genüber Edelmetallen) milde Oxidationsaktivität auf und können daher besonders
gut für die partielle Oxidation der stickstoffhaltigen organischen Verbindungen im
Vergleich zu Edelmetallen, die zu ihrer vollständigen Oxidation führen würden, ge-
eignet sein.

15

Der Katalysator hat weiterhin eine zweite Komponente, umfassend zumindest ein
Element der Gruppe bestehend aus Cer, Strontium, einem Lanthanid, einer Mi-
schung von Lanthaniden oder eine Mischung davon. Dies bedeutet mit anderen
20 Worten insbesondere, dass die zweite Komponente Cer, Strontium, ein Lanthanid und/oder eine Mischung von Lanthaniden umfasst und/oder eine Mischung von Cer, Strontium, einem Lanthanid und/oder eine Mischung von Lanthaniden um-
fasst. Als zweite Komponente wird bevorzugt Cer und/oder Strontium verwendet. Besonders bevorzugt wird als zweite Komponente Cer verwendet.

25

Die Elemente der zweiten Komponente können Mischoxide mit Elementen der ers-
ten Komponente bilden, welche insbesondere vorteilhaft zur selektiven Oxidation
sind.

30 Der Katalysator hat zudem eine dritte Komponente, umfassend zumindest ein Ele-
ment der Gruppe bestehend aus einem Zeolith, einem Sauerstoffspeichermaterial,
einem anorganischen Oxid oder eine Mischung davon. Dies bedeutet mit anderen

Worten insbesondere, dass die dritte Komponente einen Zeolith, ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein anorganisches Oxid umfasst und/oder eine Mischung von einem Zeolith, einem Sauerstoffspeichermaterial und/oder einem anorganischen Oxid umfasst.

5

Die dritte Komponente dient als Träger für die aktiven Metalle der ersten Komponente und/oder zweiten Komponente.

Die komplexe Struktur von Zeolithen als Träger für die aktiven Metalle kann dazu beitragen, eine selektive Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Materialien zu erreichen. Diese Wirkungsweise wird auch als „shape selectivity“ bezeichnet.

10

Das Sauerstoffspeichermaterial unterstützt die Oxidation von organischen Materialien, die an der Katalysatoroberfläche adsorbiert sind, indem es ein hochreaktives Sauerstoffatom aus dem Gitter bereitstellt.

15

Als dritte Komponente wird besonders bevorzugt ein Zeolith verwendet. Als dritte Komponente kann darüber hinaus auch eine Mischung von Zeolithen verwendet werden. Der Zeolith oder die Mischung von Zeolithen kann in der H-Form, der Na-Form, der Ammoniumform oder einer Mischung davon vorliegen. Besonders bevorzugt liegt der Zeolith oder die Mischung von Zeolithen in der H-Form vor.

20

Alternativ oder kumulativ kann als dritte Komponente bevorzugt ein Sauerstoffspeichermaterial verwendet werden. Ein Sauerstoffspeichermaterial kann ein Material auf Cer-Oxid-Basis umfassen. Ein Sauerstoffspeichermaterial kann Sauerstoff aus sauerstoffreichen Zufuhrströmen aufnehmen und (den gespeicherten) Sauerstoff (wieder) an sauerstoffarme Zufuhrströme abgeben. Das Sauerstoffspeichermaterial kann auch ein Träger für die erste Komponente und/oder die zweite Komponente sein.

25

30

Besonders bevorzugt ist die Verwendung einer Mischung aus einem Zeolith und einem Sauerstoffspeichermaterial.

Alternativ oder kumulativ kann als dritte Komponente bevorzugt ein anorganisches Oxid verwendet werden. Bei dem anorganischen Oxid kann es sich beispielsweise um zumindest eines der Gruppe bestehend aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Ti-
5 tandioxid und Siliciumdioxid-Aluminiumoxid handeln. Darüber hinaus kann das anorganische Oxid als feste Lösung, als Verbundstoff und/oder als Mischungen aus der genannten Gruppe von anorganischen Oxiden vorliegen. Ein bevorzugt verwendetes anorganisches Oxid ist Siliziumoxid.

10 Die anorganischen Oxide können beispielsweise als Teil eines Washcoats verwendet werden. Anorganische Oxide können in vorteilhafter Weise die Rheologie von wässrigen Aufschlämmungen für den (optionalen) Washcoat verbessern und/oder die Washcoat-Haftung an einem Substrat verbessern, insbesondere wenn der Katalysator auf einen Monolithen aufgetragen werden soll.

15 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die erste Komponente (etwa) 1 bis (etwa) 15 Gewichtsprozent des Katalysators bildet. Bevorzugt bildet die erste Komponente 2 bis 10 Gewichtsprozent des Katalysators.

20 Die Gewichtsprozentangaben beziehen sich auf die Trockenmasse des Katalysators.

Mit dem angegebenen Minimum kann erreicht werden, dass noch ausreichend aktive Metalle auf der Oberfläche des Katalysators vorhanden sind, um genügend
25 aktive Stellen für die Adsorption und die katalytische Reaktion bereitzustellen. Die maximale Menge sollte basierend auf der verfügbaren Oberfläche des Trägers bestimmt werden. Ein zu großer Anteil an aktiven Metallen der ersten Komponente könnte zu einer reduzierten Dispergierung und damit zu einem schnellen Sintern der aktiven Metalle während des Einsatzes und damit zum Aktivitätsverlust führen.

30

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die zweite Komponente (etwa) 2 bis (etwa) 25 Gewichtsprozent des Katalysators bildet. Bevorzugt bildet die zweite Komponente 5 bis 20 Gewichtsprozent des Katalysators.

- 5 Ein (vor)bestimmbare Verhältnisbereich zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente kann zu einer besseren Aktivität des Katalysators führen. Daher sollte die Menge der zweiten Komponente in dem Katalysator von der Menge der ersten Komponente abhängen. Beispielsweise kann die zweite Komponente mit einem größeren, etwa gleichen oder kleineren Gewichtsanteil als die
- 10 erste Komponente vorgesehen sein.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die dritte Komponente (etwa) 5 bis (etwa) 95 Gewichtsprozent des Katalysators bildet. Bevorzugt bildet die dritte Komponente 50 bis 85 Gewichtsprozent des Katalysators.

- 15 Die dritte Komponente liefert eine Oberfläche für eine gute Dispersion der gewählten aktiven Metalle (Kombination der ersten Komponente und zweiten Komponente). Daher ist ein angepasster Verhältnisbereich zwischen der dritten Komponente und der Summe der ersten Komponente und zweiten Komponenten zu wählen.
- 20

- Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die dritte Komponente einen Zeolith umfasst. In diesem Zusammenhang ist es besonders bevorzugt, wenn der Zeolith einer aus der Gruppe bestehend aus EMC-2, Beta-Zeolith, Mordenit, Faujasit, AIPO-5, Theta-1, ZSM-Zeolith, MCM-Zeolith, Ferrierit oder eine Mischung davon ist. Bevorzugt wird ZSM-5 als Zeolith verwendet.
- 25

- Zeolithe, die im Gerüst große Ringe (8 oder mehr T-Atome) enthalten, können für die Anwendung besonders vorteilhaft sein („*shape selectivity*“).
- 30

Der Katalysator wird insbesondere so verwendet, dass die Bildung von Stickoxiden im Abgas zumindest teilweise unterbunden wird.

Der Katalysator wird insbesondere so verwendet, dass für die Reaktion mit dem Abgas kein Additiv zugegeben wird. Das meint insbesondere, dass das „unbehandelte“ Abgas direkt bzw. ohne Hinzufügen eines abgasexternen Fluids oder Feststoffs dem Katalysator zugeführt wird.

Die Verwendung ist so bevorzugt, dass das (gesamte) Abgas im ersten (katalytischen) Behandlungsschritt dem Katalysator zugeführt wird.

10 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass zusätzlich zu dem Katalysator zur selektiven katalytischen Oxidation ein Oxidationskatalysator zur Nachbehandlung des Abgases der Kaffeeröstvorrichtung verwendet wird.

15 In der Regel kommt der Oxidationskatalysator dabei insbesondere erst (räumlich und/oder zeitlich) nach dem Katalysator zur selektiven katalytischen Oxidation in Kontakt mit dem Abgas. Das bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass der Oxidationskatalysator stromab des Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation angeordnet ist. Der Oxidationskatalysator wird insbesondere dazu verwendet, im Kohlenmonoxid im (vorbehandelten) Abgas zu oxidieren.

20

Als Beispiel für einen solchen Oxidationskatalysator sei hier einer angegeben, der Platin (Pt) oder/und Palladium (Pd) als Träger auf einem anorganischen Oxid (z.B. Aluminiumoxid, Titanoxid, oder dergleichen) umfasst.

25 Grundsätzlich wird der Katalysator ohne Zusatz eines Additivs, z. B. eines Reduktionsmittels für die SCR-Reaktion verwendet. Bei dem Reduktionsmittel handelt es sich beispielsweise um Harnstoff oder Ammoniak. In diesem Zusammenhang wird Harnstoff auch als sog. Reduktionsmittelvorläufer bezeichnet, aus dem das eigentliche Reduktionsmittel Ammoniak generiert werden kann. Der Katalysator kommt
30 insbesondere deshalb ohne ein solches Reduktionsmittel aus, da der Katalysator (nur) zur selektiven Oxidation (und nicht zur Reduktion) dient.

Bevorzugt wird der Katalysator bei einer Abgastemperatur größer oder gleich 350°C [Grad Celsius] verwendet. Besonders bevorzugt wird der Katalysator bei einer Abgastemperatur größer oder gleich 400°C verwendet. Für den Fall der Kaffeeröstung kann vorgesehen sein, dass das Abgas zunächst noch erhitzt wird, bevor es dem Katalysator zugeführt wird.

In einer Ausführungsform kann der Katalysator in eine Form, wie etwa eine Wabenstruktur, Pellets oder Kügelchen geformt sein. Bevorzugt ist der Katalysator auf eine metallische oder keramische Wabenstruktur aufgebracht. In einer alternativen Ausführungsform kann der Katalysator zu einem Extrudat, insbesondere Monolith extrudiert sein.

Darüber hinaus kann der Katalysator ein Substrat und eine mit dem Substrat verbundene katalytische Schicht, insbesondere katalytische Beschichtung aufweisen. Das Substrat kann in der Art eines (festen) Katalysatorträgerkörpers, beispielsweise mittels eines keramischen oder metallischen Monoliths gebildet sein. Alternativ oder kumulativ kann das Substrat Pellets oder Kügelchen umfassen. Bei dem Substrat kann es sich beispielsweise um eine insbesondere für das Abgas durchströmbare Kanäle ausbildende Struktur handeln. Die Struktur kann metallisch oder keramisch sein. Bevorzugt handelt es sich bei der Struktur um eine insbesondere keramische oder metallische Wabenstruktur. Wenn der Katalysator ein Substrat aufweist, beziehen sich die obigen Gewichtsprozentangaben grundsätzlich auf die darauf befindliche katalytische Schicht bzw. Beschichtung und nicht auf das Gesamtgewicht inklusive Substrat.

Die Verwendung des Katalysators eignet sich insbesondere zur Nachbehandlung eines Abgases eines Kaffeeröstprozesses.

Bei einem Kaffeeröstprozess werden Kaffeebohnen einer großen Hitze ausgesetzt (also geröstet), um ihre Aromastoffe zu lösen. Dies erfolgt insbesondere in einer trockenen oder wasserdampfhaltigen Umgebung bei Temperaturen von ca. 100 °C bis ca. 500 °C (Rösttemperatur) über eine vorgegebene Zeit von beispielsweise 2

bis 20 min. Die während der Röstung entstehenden Gase werden einer Abgasnachbehandlung unterzogen, wobei bevorzugt der hier vorgeschlagenen Katalysator verwendet wird.

- 5 Nach einem weiteren Aspekt wird hier auch ein Katalysator für eine Kaffeeröstvorrichtung vorgeschlagen, wobei der Katalysator zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen im Abgas der Kaffeeröstvorrichtung eingerichtet ist und wobei der Katalysator umfasst:
- eine erste Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Kupfer, Mangan, Eisen oder eine Mischung davon;
 - 10 - eine zweite Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Cer, Strontium, einem Lanthanid, einer Mischung von Lanthaniden oder eine Mischung davon;
 - eine dritte Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus einem Zeolith, einem Sauerstoffspeichermaterial, einem anorganischen Oxid oder eine Mischung davon.
 - 15

Die im Zusammenhang mit der Verwendung erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei dem hier vorgestellten Katalysator auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

20

Nach einem weiteren Aspekt wird hier auch eine Kaffeeröstvorrichtung vorgeschlagen, die einen hier vorgeschlagenen Katalysator zur selektiven katalytischen Oxidation aufweist.

25

Die im Zusammenhang mit der Verwendung und/oder dem Katalysator erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei der hier vorgestellten Kaffeeröstvorrichtung auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

30

Die hier vorgestellte Lösung sowie deren technisches Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und/oder Erkenntnissen aus anderen Figuren und/oder der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Es zeigt schematisch:

Fig. 1: eine Veranschaulichung einer Reduzierung der Stickoxid-Emission in Kaffee-Röstabgasen, die mit der hier vorgeschlagenen Lösung erzielt werden konnte.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Veranschaulichung einer Reduzierung der Stickoxid-Emission in Kaffee-Röstabgasen, die mit der hier vorgeschlagenen Lösung erzielt werden konnte. Hierbei ist die NO_x-Konzentration 1 über der Zeit 2 aufgetragen. Die Veranschaulichung zeigt einen Verlauf 3 der NO_x-Konzentration über der Zeit.

Die Veranschaulichung gemäß Fig. 1 betrifft ein Abgasmessergebnis bei einem Versuch, für den als Röstvorrichtung ein Trommelröster verwendet wurde, bei dem die Röstdauer jeweils zwölf Minuten betragen hat und bei dem als Bohnenart eine Robusta-Bohne verwendet wurde.

Es wurden zwei Röstvorgänge durchgeführt, die jeweils eine Röstdauer von zwölf Minuten aufwiesen. Während der ersten Röstdauer 4 wurden die Röstabgase mit einem herkömmlichen Oxidationskatalysator behandelt. Während der zweiten Röstdauer 5 wurden die Röstabgase zusätzlich unter Verwendung der hier vorgeschlagenen Lösung behandelt (und mit dem Oxidationskatalysator nachbehandelt).

Während der ersten Röstdauer 4 konnte eine erste mittlere NO_x-Konzentration 6 von ca. 500 mg/Nm³ gemessen werden. Während der zweiten Röstdauer 5 konnte eine zweite mittlere NO_x-Konzentration 7 von ca. 100 mg/Nm³ gemessen werden.

Somit konnte die hier vorgeschlagenen Lösung zu einer deutlichen Reduzierung der Stickoxid-Emission (hier um ca. 80%) beitragen.

Der dazu verwendete, beispielhafte Katalysator umfasste:

- 5 - als erste Komponente: Kupfer und Mangan (ca. 9 Gewichtsprozent);
 - als zweite Komponente: Cer (ca. 12 Gewichtsprozent);
 - als dritte Komponente: einen Zeolith, nämlich ZSM-5, ein Sauerstoffspeicher-
material und Siliziumoxid (ca. 79 Gewichtsprozent).
- 10 Der bei dem Versuch verwendete herkömmliche Oxidationskatalysator weist folgende Merkmale auf: 60 g / ft³ Edelmetallbeladung im Verhältnis 1/2/0 (Pt / Pd / Rh) auf Basismetalloxid.

- Hier vorgeschlagen wird (somit) eine Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen im Abgas einer Kaffeeröstvorrichtung, welche die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise löst. Insbesondere wird eine Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen im Abgas einer Kaffeeröstvorrichtung angegeben, die zumindest dazu beiträgt, dass eine katalytische Umsetzung der stickstoffhaltigen organischen Verbindungen aus der Abluft von Röstprozessen möglichst ohne Bildung von Stickoxiden und ohne Zusatz eines Reduktionsmittels, wie etwa Harnstoff oder Ammoniak möglich ist.
- 15
- 20

Bezugszeichenliste

	1	NOx-Konzentration
	2	Zeit
5	3	Verlauf
	4	erste Röstdauer
	5	zweite Röstdauer
	6	erste mittlere NOx-Konzentration
	7	zweite mittlere NOx-Konzentration
10		

Ansprüche

1. Verwendung eines Katalysators zur selektiven katalytischen Oxidation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, wobei der Katalysator umfasst:
 - eine erste Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Kupfer, Mangan, Eisen oder eine Mischung davon;
 - eine zweite Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus Cer, Strontium, einem Lanthanid, einer Mischung von Lanthaniden oder eine Mischung davon;
 - eine dritte Komponente, umfassend zumindest ein Element der Gruppe bestehend aus einem Zeolith, einem Sauerstoffspeichermaterial, einem anorganischen Oxid oder eine Mischung davon.
2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die erste Komponente 1 bis 15 Gewichtsprozent des Katalysators bildet.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zweite Komponente 2 bis 25 Gewichtsprozent des Katalysators bildet.
4. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dritte Komponente 5 bis 95 Gewichtsprozent des Katalysators bildet.
5. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dritte Komponente einen Zeolith umfasst.
6. Verwendung nach Anspruch 5, wobei der Zeolith einer aus der Gruppe bestehend aus EMC-2, Beta-Zeolith, Mordenit, Faujasit, AIPO-5, Theta-1, ZSM-Zeolith, MCM-Zeolith, Ferrierit oder eine Mischung davon ist.
7. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bildung von Stickoxiden im Abgas zumindest teilweise unterbunden wird.

8. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Abgas ohne Additiv mit dem Katalysator verwendet wird.
- 5 9. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zusätzlich und nachfolgend zu dem Katalysator zur selektiven katalytischen Oxidation ein Oxidationskatalysator verwendet wird.
- 10 10. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Nachbehandlung eines Abgases eines Kaffeeröstprozesses.

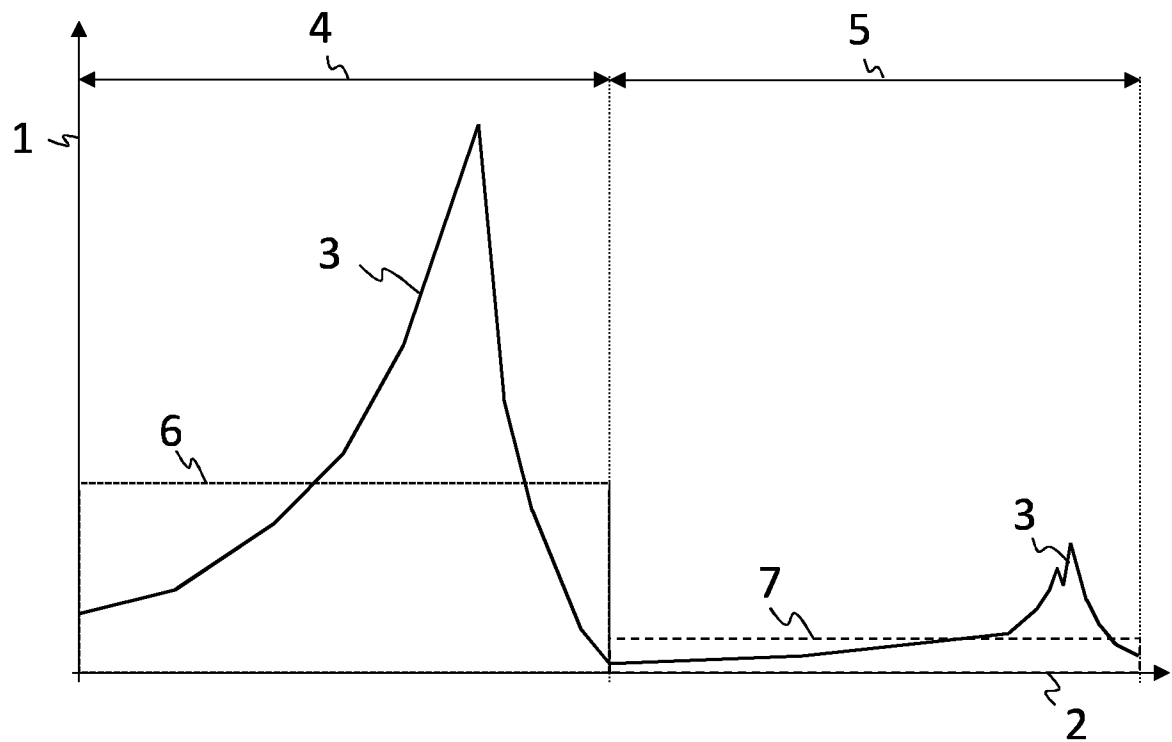


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B01D 53/86**(2006.01)i; **A23F 5/04**(2006.01)i

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; A23F

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 A	US 2016001228 A1 (CHANG HSIAO-LAN [US] ET AL) 07 January 2016 (2016-01-07) paragraphs [0001], [0011] - [0013], [0028] - [0031], [0038], [0041] - [0045]; examples 1,2	1-7,9,10 8
X A	DE 102011012799 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 15 March 2012 (2012-03-15) paragraphs [0001], [0012] - [0014], [0023], [0028] - [0033]; example 1	1-7,9,10 8
X	WO 2017064654 A1 (LAVAZZA LUIGI SPA [IT]) 20 April 2017 (2017-04-20) page 1, lines 3-15; figures 1-4 page 2, line 23 - page 3, line 7 page 5, line 11 - page 6, line 14	1-10
X	WO 2012085157 A1 (SUED CHEMIE AG [DE]; SAUERBECK SILKE [DE] ET AL.) 28 June 2012 (2012-06-28) page 1, line 6 - page 2, line 3; examples 1,2 page 5, lines 14-34 page 15, lines 18-31	1-10
X	EP 1197259 A1 (SUED CHEMIE MT SRL [IT]) 17 April 2002 (2002-04-17) paragraphs [0001], [0002], [0004], [0005], [0007]; example 1	1-10

☐ 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

14 August 2019

Date of mailing of the international search report

21 August 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Howe, Patrick

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067652

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016001228	A1	07 January 2016	CN	107073460	A	18 August 2017
				DE	102015212356	A1	03 March 2016
				EP	3164211	A1	10 May 2017
				GB	2531389	A	20 April 2016
				JP	2017521246	A	03 August 2017
				KR	20170026584	A	08 March 2017
				US	2016001228	A1	07 January 2016
				WO	2016004151	A1	07 January 2016
DE	102011012799	A1	15 March 2012	NONE			
WO	2017064654	A1	20 April 2017	AU	2016337566	A1	10 May 2018
				CA	3001650	A1	20 April 2017
				EP	3361878	A1	22 August 2018
				US	2018304197	A1	25 October 2018
				WO	2017064654	A1	20 April 2017
WO	2012085157	A1	28 June 2012	DE	102010055728	A1	28 June 2012
				EP	2654928	A1	30 October 2013
				JP	5622944	B2	12 November 2014
				JP	2014501612	A	23 January 2014
				US	2014072508	A1	13 March 2014
				WO	2012085157	A1	28 June 2012
EP	1197259	A1	17 April 2002	AT	285834	T	15 January 2005
				CN	1346704	A	01 May 2002
				DE	60108033	T2	08 December 2005
				DK	1197259	T3	07 February 2005
				EP	1197259	A1	17 April 2002
				ES	2233541	T3	16 June 2005
				IT	MI20002193	A1	11 April 2002
				JP	3989216	B2	10 October 2007
				JP	2002191978	A	10 July 2002
				KR	20020028791	A	17 April 2002
				PT	1197259	E	28 February 2005
				RU	2279314	C2	10 July 2006
				US	2002064492	A1	30 May 2002
				US	2004121904	A1	24 June 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01D53/86 A23F5/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01D A23F

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	US 2016/001228 A1 (CHANG HSIAO-LAN [US] ET AL) 7. Januar 2016 (2016-01-07)	1-7,9,10
A	Absätze [0001], [0011] - [0013], [0028] - [0031], [0038], [0041] - [0045]; Beispiele 1,2	8
X	DE 10 2011 012799 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 15. März 2012 (2012-03-15)	1-7,9,10
A	Absätze [0001], [0012] - [0014], [0023], [0028] - [0033]; Beispiel 1	8
X	WO 2017/064654 A1 (LAVAZZA LUIGI SPA [IT]) 20. April 2017 (2017-04-20) Seite 1, Zeilen 3-15; Abbildungen 1-4 Seite 2, Zeile 23 - Seite 3, Zeile 7 Seite 5, Zeile 11 - Seite 6, Zeile 14	1-10
	-/--	



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

14. August 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2019

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

Howe, Patrick

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2012/085157 A1 (SUED CHEMIE AG [DE]; SAUERBECK SILKE [DE] ET AL.) 28. Juni 2012 (2012-06-28) Seite 1, Zeile 6 - Seite 2, Zeile 3; Beispiele 1,2 Seite 5, Zeilen 14-34 Seite 15, Zeilen 18-31 -----	1-10
X	EP 1 197 259 A1 (SUED CHEMIE MT SRL [IT]) 17. April 2002 (2002-04-17) Absätze [0001], [0002], [0004], [0005], [0007]; Beispiel 1 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/067652

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016001228	A1	07-01-2016	CN 107073460 A	18-08-2017
			DE 102015212356 A1	03-03-2016
			EP 3164211 A1	10-05-2017
			GB 2531389 A	20-04-2016
			JP 2017521246 A	03-08-2017
			KR 20170026584 A	08-03-2017
			US 2016001228 A1	07-01-2016
			WO 2016004151 A1	07-01-2016

DE 102011012799	A1	15-03-2012	KEINE	

WO 2017064654	A1	20-04-2017	AU 2016337566 A1	10-05-2018
			CA 3001650 A1	20-04-2017
			EP 3361878 A1	22-08-2018
			US 2018304197 A1	25-10-2018
			WO 2017064654 A1	20-04-2017

WO 2012085157	A1	28-06-2012	DE 102010055728 A1	28-06-2012
			EP 2654928 A1	30-10-2013
			JP 5622944 B2	12-11-2014
			JP 2014501612 A	23-01-2014
			US 2014072508 A1	13-03-2014
			WO 2012085157 A1	28-06-2012

EP 1197259	A1	17-04-2002	AT 285834 T	15-01-2005
			CN 1346704 A	01-05-2002
			DE 60108033 T2	08-12-2005
			DK 1197259 T3	07-02-2005
			EP 1197259 A1	17-04-2002
			ES 2233541 T3	16-06-2005
			IT MI20002193 A1	11-04-2002
			JP 3989216 B2	10-10-2007
			JP 2002191978 A	10-07-2002
			KR 20020028791 A	17-04-2002
			PT 1197259 E	28-02-2005
			RU 2279314 C2	10-07-2006
			US 2002064492 A1	30-05-2002
			US 2004121904 A1	24-06-2004
