



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.04.2018 Patentblatt 2018/17**

(51) Int Cl.:  
**F27B 9/24 (2006.01) F27D 3/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17190030.1**

(22) Anmeldetag: **08.09.2017**

(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**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(30) Priorität: **14.10.2016 DE 102016220099**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**  
**80686 München (DE)**

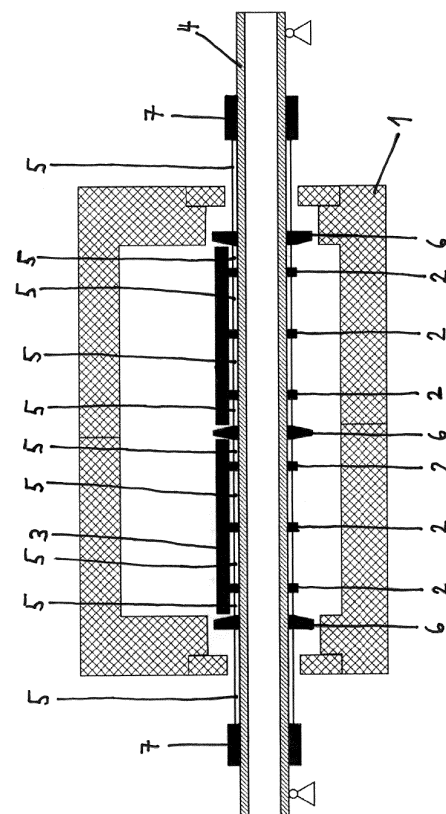
(72) Erfinder:  
• **Hausherr, Jan Marcel**  
**95473 Altencreussen (DE)**  
• **Toma, Liviu**  
**95448 Bayreuth (DE)**  
• **Schmidt, Jens**  
**95445 Bayreuth (DE)**  
• **Raether, Friedrich**  
**95117 Emtmannsberg (DE)**

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Theresienhöhe 11a**  
**80339 München (DE)**

(54) **ROLLENOFEN ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG EINES BRENNGUTS, VERWENDUNGEN HIERVON UND VERFAHREN ZUR ÖKONOMISCHEN BEHANDLUNG EINES BRENNGUTS MIT WÄRME**

(57) Es wird ein Rollenofen zur thermischen Behandlung eines Brennguts bereitgestellt, der auf mindestens einer Rolle mindestens zwei Abstandsringe und mindestens drei, in der Ausdehnung breitere, Abstandshülsen aufweist, wobei sich die Abstandsringe und die Abstandshülsen gegenseitig kontaktieren. Die Abstandsringe und Abstandshülsen sind auf der mindestens einen Rolle ohne stoffschlüssige Verbindung zur mindestens einen Rolle angeordnet und sind über mindestens einen Klemmflansch untereinander und mit der Rolle fixiert. Abstandsringe und Abstandshülsen auf der Rolle schützen diese vor Verschleiß und sind einfache und schnell austauschbar. Der Rollenofen lässt sich verglichen mit Rollenöfen aus dem Stand der Technik deutlich ökonomischer betreiben. Es wird die Verwendung des erfindungsgemäßen Rollenofens zur thermischen Behandlung eines Brennguts vorgeschlagen und ein Verfahren zur ökonomischen Behandlung eines Brennguts mit Wärme vorgestellt.

Figur



## Beschreibung

**[0001]** Es wird ein Rollenofen zur thermischen Behandlung eines Brennguts bereitgestellt, der auf mindestens einer Rolle mindestens zwei Abstandsringe und mindestens drei, in der Ausdehnung breitere, Abstandshülsen aufweist, wobei sich die Abstandsringe und die Abstandshülsen gegenseitig kontaktieren. Die Abstandsringe und Abstandshülsen sind auf der mindestens einen Rolle ohne stoffschlüssige Verbindung zur mindestens einen Rolle angeordnet und sind über mindestens einen Klemmflansch untereinander und mit der Rolle fixiert. Abstandsringe und Abstandshülsen auf der Rolle schützen diese vor Verschleiß und sind einfache und schnell austauschbar. Der Rollenofen lässt sich vergleichen mit Rollenöfen aus dem Stand der Technik deutlich ökonomischer betreiben. Es wird die Verwendung des erfindungsgemäßen Rollenofens zur thermischen Behandlung eines Brennguts vorgeschlagen und ein Verfahren zur ökonomischen Behandlung eines Brennguts mit Wärme vorgestellt.

**[0002]** Bei Rollenöfen wird das zu behandelnde Brenngut üblicherweise auf temperaturbeständigen, mehrfach verwendbaren keramischen Trägergestellen platziert und sequentiell durch den Heizraum geführt. Der Transport erfolgt dabei über Rollen, die hintereinander im Ofenraum liegen und den Weitertransport des Brennguts gewährleisten. Ein gravierendes Werkstoffproblem bei diesem Aufbau ist der Kontakt zwischen Rolle und Trägergestell, welches das Brenngut enthält. Der Transport über die Rollen erzeugt Reibung zwischen dem Trägergestell und der Rolle, was zu Verschleiß von Rolle und Trägergestell führt. Dieser Verschleiß führt dazu, dass die eingesetzten Rollen nach wenigen Monaten ausgetauscht werden müssen. Da die Rollen ans sich und deren Montage kostenintensiv ist führt dies zu hohen Betriebskosten der Rollenöfen.

**[0003]** Ausgehend hiervon war es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Rollenofen bereitzustellen, der sich mit niedrigeren Betriebskosten, d.h. ökonomischer, betreiben lässt.

**[0004]** Die Aufgabe wird gelöst durch den Rollenofen gemäß Anspruch 1, das Verfahren gemäß Anspruch 12 und die Verwendung gemäß Anspruch 15. Die abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird ein Rollenofen zur thermischen Behandlung eines Brennguts bereitgestellt, enthaltend

- a) einen Heizraum, der eine mindestens eine Wärmequelle enthält;
- b) mindestens eine Rolle zum Transport eines Brennguts durch den Heizraum, wobei die Rolle einen Mittelbereich aufweist, der sich innerhalb des Heizraums befindet und einen ersten und einen zweiten Endbereich aufweist, wobei sich der erste und zweite Endbereich außerhalb des Heizraums an sich gegenüberliegenden Stellen des Heizraums be-

findet;

c) mindestens zwei Abstandsringe, die auf der mindestens einen Rolle angeordnet sind;

d) mindestens drei Abstandshülsen, die auf der mindestens einen Rolle angeordnet sind, wobei die mindestens drei Abstandshülsen eine größere Längenausdehnung entlang der Drehachse der Rolle und eine kleinere Längenausdehnung senkrecht zur Drehachse der Rolle aufweisen als die mindestens zwei Abstandsringe und wobei die mindestens drei Abstandshülsen jeweils mindestens einen Abstandsring kontaktieren;

e) mindestens einen Klemmflansch und mindestens ein Gegenstück, wobei der mindestens eine Klemmflansch in dem ersten Endbereich der mindestens einen Rolle angeordnet ist und mindestens eine der Abstandshülsen kontaktiert und das mindestens eine Gegenstück in dem zweiten Endbereich der Rolle angeordnet ist und mindestens eine der Abstandshülsen kontaktiert;

dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandsringe und Abstandshülsen auf der mindestens einen Rolle ohne stoffschlüssige Verbindung zur mindestens einen Rolle angeordnet sind und der mindestens eine Klemmflansch die mindestens zwei Abstandsringe und mindestens drei Abstandshülsen untereinander und mit der Rolle über eine Klemmverbindung fixiert.

**[0006]** Der erfindungsgemäße Rollenofen weist den Vorteil auf, dass durch die Gegenwart von Abstandsringen und Abstandshülsen ein direkter Kontakt von dem Brenngut, bzw. dem Gestell mit Brenngut, zur Rolle verhindert wird und somit der Reibungsverschleiß der Rolle signifikant reduziert ist. Es ergibt sich dadurch eine erheblich höhere Lebensdauer der Rolle, was die Betriebskosten des Rollenofens senkt und somit seinen Betrieb ökonomischer macht. Darüberhinaus weisen die Abstandsringe und Abstandshülsen keine stoffschlüssige Verbindung zur Rolle auf und sind somit, z.B. nach deren Verschleißens, auf einfache und schnelle Art und Weise austauschbar (einfaches Entfernen und Aufschieben neuer Ringe und Hülsen). Als Folge hiervon wird der ökonomische Betrieb des Rollenofens weiter gesteigert. Die Abstandshülsen gewährleisten zudem, dass die Position der Abstandsringe (und optional enthaltender Führungsringe) während dem Betrieb des Rollenofens konstant bleibt, wodurch das (Trägergestell mit) Brenngut gezielt durch den Rollenofen geführt werden kann.

**[0007]** Die Oberfläche der Abstandsrollen und/oder der Abstandshülsen kann eine Beschichtung (z.B. aus einem Hartstoff, wie z.B. einem Metall-Karbid, Keramiken) aufweisen. Dies kann den mechanischen bzw. chemischen Verschleiß und auch die Temperaturbeständigkeit der Abstandsrollen bzw. Abstandshülsen weiter steigern.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Rollenofen kann dadurch gekennzeichnet, dass er

- i) mindestens zwei, bevorzugt mindestens vier, besonders bevorzugt mindestens acht, insbesondere mindestens zwanzig, Rollen; und/oder
- ii) mindestens drei, bevorzugt mindestens vier, besonders bevorzugt mindestens fünf, insbesondere mindestens sechs, Abstandsringe auf der mindestens einen Rolle, optional auf allen Rollen; und/oder
- iii) mindestens vier, bevorzugt mindestens fünf, besonders bevorzugt mindestens sechs, insbesondere mindestens sieben, Abstandshülsen auf der mindestens einen Rolle, optional auf allen Rollen;

aufweist.

**[0009]** Hierbei kann das mindestens eine Gegenstück

- i) einen Klemmflansch enthalten oder daraus bestehen; und/oder
- ii) einen stoffschlüssig mit der Rolle verbundenen Ring oder eine stoffschlüssig mit der Rolle verbundene Hülse enthalten oder daraus bestehen, wobei die stoffschlüssige Verbindung bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Klebeverbindung, Schweißverbindung und Mischungen hiervon; und/oder
- iii) eine Ausbuchtung der Rolle darstellen, die monolithisch zur Rolle ist.

**[0010]** Die Rollen, die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen können

- i) ein Metall, bevorzugt Stahl, besonders bevorzugt Edelstahl; und/oder
- ii) ein oxidisches Material, bevorzugt ein oxidisches Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}$  und Mischungen hiervon; und/oder
- iii) einen Hartstoff, bevorzugt einen Hartstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$  und Mischungen hiervon, besonders bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{SiSiC}$ ,  $\text{RSiC}$  und Mischungen hiervon;

enthalten oder daraus bestehen, wobei bevorzugt Abstandshülsen, die zumindest bereichsweise im ersten oder zweiten Endbereich außerhalb des Heizraums angeordnet sind ein Metall, bevorzugt Stahl, besonders bevorzugt Edelstahl, enthalten oder daraus bestehen (z.B. in Form eines gewalzten Blechs). Abstandshülsen aus diesen kostengünstigen Materialien haben hat den Vorteil, dass in dem Endbereich außerhalb des Heizraums ("Kaltbereich") die Anschaffungskosten für die Abstandshülsen geringer sind und damit der Betrieb des Rollenofens (noch) ökonomischer wird ohne dadurch einen Nachteil zu erleiden, da die Anforderung an die Hitzetoleranzen im Kaltbereich geringer sind.

**[0011]** Die Rollen, die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen, insbesondere die Abstandsrollen, können Verstärkungsfasern enthalten, wobei die Verstärkungsfasern bevorzugt ausgewählt sind aus der Gruppe be-

stehend aus Glasfasern, Kohlenstofffasern, Kohlenstoffnanoröhrchen, Siliziumkarbidfasern Basaltfasern,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Stahlfasern und Kombinationen hiervon.

**[0012]** Die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen können einen Innendurchmesser aufweisen, der 0,01 bis 2 mm, bevorzugt 0,05 bis 1,5 mm, besonders bevorzugt 0,1 bis 1,0 mm, insbesondere 0,2 bis 0,5 mm, größer ist als der Durchmesser der Rolle.

**[0013]** Eine Wanddicke

- i) der Abstandsringe kann 1 bis 20 mm, bevorzugt 2 bis 16 mm, besonders bevorzugt 3 bis 12 mm, insbesondere 5 bis 10 mm, betragen; und/oder
- ii) der Abstandshülsen kann 0,1 mm bis < 1 mm, 0,2 mm bis 0,9 mm, besonders bevorzugt 0,3 mm bis 0,8 mm, insbesondere 0,4 mm bis 0,6 mm, betragen.

Da die Abstandshülsen eine kleinere Längenausdehnung senkrecht zur Drehachse der Rolle aufweisen als die Abstandsringe weisen diese im Betrieb des Rollenofens keinen Kontakt zum (Trägergestell mit) Brenngut auf und können somit auch dünnwandig ausgestaltet sein. Eine dünne Wanddicke der Abstandshülsen ist somit in dem erfindungsgemäßen Rollenofen nicht nachteilig und vielmehr mit dem Vorteil verbunden, dass die Produktions- und Anschaffungskosten der Abstandshülsen geringer sind und dadurch der Rollenofen (noch) ökonomischer betrieben werden kann.

**[0014]** Der Heizraum kann mindestens eine Zufuhr für Gas enthalten, bevorzugt mindestens eine Zufuhr für ein Gas ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Wasserdampf,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  und Mischungen hiervon.

**[0015]** Die Wärmequelle kann dazu geeignet ist, eine Temperatur von 400 bis 1600 °C in dem Heizraum zu erzeugen.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausgestaltungsform enthält der Rollenofen ferner mindestens zwei Führungsringe, bevorzugt mindestens drei Führungsringe, die auf der mindestens einen Rolle ohne stoffschlüssige Verbindung zur mindestens einen Rolle angeordnet sind und an den Abstandsringen und Abstandshülsen und an der mindestens einen Rolle über den mindestens einen Klemmflansch und das mindestens eine Gegenstück fixiert sind, wobei die Führungsringe eine größere Längenausdehnung senkrecht zur Drehachse der Rolle aufweisen als die mindestens zwei Abstandsringe. Optional sind die Führungsringe zumindest bereichsweise, z.B. an einer Seite des Führungsringes oder an beiden Seiten des Führungsringes, angeschrägt und/oder abgerundet. Diese Führungsringe unterbinden ein seitliches "Abwandern" des Brennguts bzw. des Gestells mit Brenngut und verhindern somit eine Beschädigung der (Wärmeisolierung der) Seitenwände des Rollenofens. Dadurch erhöht sich zum Einen die Lebensdauer des Rollenofens und es wird sichergestellt, dass die seitliche Wärmeisolierung des Rollenofens über seine gesamte Lebensdauer aufrecht erhalten bleibt. Beide Faktoren machen den Betrieb des Rollenofens ökonomischer.

**[0017]** Der Rollenofen kann mindestens ein Gestell zum Transport von einem Brenngut aufweisen, wobei das Gestell bevorzugt

- i) ein Metall, bevorzugt Stahl, besonders bevorzugt Edelstahl; und/oder
- ii) ein oxidisches Material, bevorzugt ein oxidisches Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}$  und Mischungen hiervon; und/oder
- iii) einen Hartstoff, bevorzugt einen Hartstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$  und Mischungen hiervon, besonders bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{SiSiC}$ ,  $\text{RSiC}$  und Mischungen hiervon;

enthält oder daraus besteht.

**[0018]** Ferner wird ein Verfahren zur ökonomischen Behandlung eines Brennguts mit Wärme bereitgestellt, umfassend die Schritte

- a) Behandlung von Brenngütern in dem Heizraum eines Rollenofens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche;
- b) Messung einer Wandstärke der Abstandsringe und/oder der Abstandshülsen; und
- c) Austausch von einzelnen Abstandsringen und/oder einzelnen Abstandshülsen, wenn die Wandstärke einen kritischen Wert unterschritten hat, wobei der Austausch das Lösen und Wiederherstellen der Klemmverbindung des mindestens einen Klemmflansches umfasst.

**[0019]** Der Austausch einzelner Abstandsringe kann erfolgen, wenn sich die Wandstärke um 0,1 bis 2 mm reduziert hat.

**[0020]** Die Behandlung von Brenngütern in dem Heizraum des Rollenofens kann bei einer Temperatur von 400 bis 1600 °C erfolgen.

**[0021]** Darüberhinaus wird die Verwendung des erfindungsgemäßen Rollenofens zur thermischen Behandlung eines Brennguts, bevorzugt zur thermischen Behandlung eines Brennguts bei Temperaturen von 400 bis 1600 °C, vorgeschlagen.

**[0022]** Anhand der nachfolgenden Figur und des nachfolgenden Beispiels soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier dargestellten spezifischen Ausgestaltungsformen einschränken zu wollen.

**[0023]** Figur 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine spezifische Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Rollenofens 1. Die Abstandsringe 2 sorgen dafür, dass das Trägergestell 3 mit Brenngut keinen Kontakt zur Rolle 4 hat. Die Abstandshülsen 5 definieren die Position der Abstandsringe 2 entlang der Rolle 4 und stellen einen zusätzlichen Schutz der Rolle 4 dar. In dieser Ausgestaltungsform enthält die Rolle 4 zudem drei Führungsringe 6. Die zwei äußeren Führungsringe 6 sind hier bereichsweise an einer Seite (hier die zum Inneren

des Rollenofens gewandte Seite) angeschrägt und der mittlere Führungsring 6 ist hier bereichsweise beidseitig angeschrägt. Die Abstandsringe 2 und Abstandshülsen 5 sind über zwei Klemmflansche 7 (hier zwei verschraubbare Schellen) untereinander und zur Rolle 4 fixiert.

#### Beispiel - Mögliche Materialien für die Rolle, die Abstandsringe und die Abstandshülsen

**[0024]** Die Rolle, die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen können die folgenden Materialien enthalten oder daraus bestehen

- hochveredelte Stähle (bis 900°C im Rollenofen);
- gegossene Hartlegierungen (Co, Ni) (bis ca. 1000 °C im Rollenofen);
- Hartmetalle (CerMet, TiC, WC, TaC) (bis ca. 1000°C im Rollenofen);
- $\text{Al}_2\text{O}_3$  (bis ca. 1200°C im Rollenofen);
- $\text{ZrO}$  (bis ca. 1200°C im Rollenofen);
- $\text{Si}_3\text{N}_4$  (bis ca. 1200°C im Rollenofen)
- $\text{SiSiC}$  (bis über 1200°C im Rollenofen);
- $\text{RSiC}$  (bis über 1200°C im Rollenofen);
- LPI-SiC (bis über 1200°C im Rollenofen).

#### Patentansprüche

1. Rollenofen zur thermischen Behandlung eines Brennguts, enthaltend

a) einen Heizraum, der eine mindestens eine Wärmequelle enthält;

b) mindestens eine Rolle zum Transport eines Brennguts durch den Heizraum, wobei die Rolle einen Mittelbereich aufweist, der sich innerhalb des Heizraums befindet und einen ersten und einen zweiten Endbereich aufweist, wobei sich der erste und zweite Endbereich außerhalb des Heizraums an sich gegenüberliegenden Stellen des Heizraums befindet;

c) mindestens zwei Abstandsringe, die auf der mindestens einen Rolle angeordnet sind;

d) mindestens drei Abstandshülsen, die auf der mindestens einen Rolle angeordnet sind, wobei die mindestens drei Abstandshülsen eine größere Längenausdehnung entlang der Drehachse der Rolle und eine kleinere Längenausdehnung senkrecht zur Drehachse der Rolle aufweisen als die mindestens zwei Abstandsringe und wobei die mindestens drei Abstandshülsen jeweils mindestens einen Abstandsring kontaktieren;

e) mindestens einen Klemmflansch und mindestens ein Gegenstück, wobei der mindestens eine Klemmflansch in dem ersten Endbereich der mindestens einen Rolle angeordnet ist und mindestens eine der Abstandshülsen kontaktiert

und das mindestens eine Gegenstück in dem zweiten Endbereich der Rolle angeordnet ist und mindestens eine der Abstandshülsen kontaktiert;

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandsringe und Abstandshülsen auf der mindestens einen Rolle ohne stoffschlüssige Verbindung zur mindestens einen Rolle angeordnet sind und der mindestens eine Klemmflansch die mindestens zwei Abstandsringe und mindestens drei Abstandshülsen untereinander und mit der Rolle über eine Klemmverbindung fixiert.

2. Rollenofen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rollenofen

- i) mindestens zwei, bevorzugt mindestens vier, besonders bevorzugt mindestens acht, insbesondere mindestens zwanzig, Rollen; und/oder
- ii) mindestens drei, bevorzugt mindestens vier, besonders bevorzugt mindestens fünf, insbesondere mindestens sechs, Abstandsringe auf der mindestens einen Rolle, optional auf allen Rollen; und/oder
- iii) mindestens vier, bevorzugt mindestens fünf, besonders bevorzugt mindestens sechs, insbesondere mindestens sieben, Abstandshülsen auf der mindestens einen Rolle, optional auf allen Rollen;

aufweist.

3. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Gegenstück

- i) einen Klemmflansch enthält oder daraus besteht; und/oder
- ii) einen stoffschlüssig mit der Rolle verbundenen Ring oder eine stoffschlüssig mit der Rolle verbundene Hülse enthält oder daraus besteht, wobei die stoffschlüssige Verbindung bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Klebeverbindung, Schweißverbindung und Mischungen hiervon; und/oder
- iii) eine Ausbuchtung der Rolle darstellt, die monolithisch zur Rolle ist.

4. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rollen, die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen,

- i) ein Metall, bevorzugt Stahl, besonders bevorzugt Edelstahl; und/oder
- ii) ein oxidisches Material, bevorzugt ein oxidisches Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $ZrO$  und Mischungen hiervon; und/oder

- iii) einen Hartstoff, bevorzugt einen Hartstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $Si_3N_4$ , SiC und Mischungen hiervon, besonders bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus SiSiC, RSiC und Mischungen hiervon;

enthalten oder daraus bestehen, wobei bevorzugt Abstandshülsen, die zumindest bereichsweise im ersten oder zweiten Endbereich außerhalb des Heizraums angeordnet sind ein Metall, bevorzugt Stahl, besonders bevorzugt Edelstahl, enthalten oder daraus bestehen.

5. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rollen, die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen, insbesondere die Abstandsrollen, Verstärkungsfasern enthalten, wobei die Verstärkungsfasern bevorzugt ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern, Kohlenstofffasern, Kohlenstoffnanoröhrchen, Siliziumkarbidfasern, Basaltfasern,  $Al_2O_3$ -Fasern, Stahlfasern und Kombinationen hiervon.

6. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandsringe und/oder die Abstandshülsen einen Innendurchmesser aufweisen, der 0,01 bis 2 mm, bevorzugt 0,05 bis 1,5 mm, besonders bevorzugt 0,1 bis 1,0 mm, insbesondere 0,2 bis 0,5 mm, größer ist als der Durchmesser der Rolle.

7. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wanddicke

- i) der Abstandsringe 1 bis 20 mm, bevorzugt 2 bis 16 mm, besonders bevorzugt 3 bis 12 mm, insbesondere 5 bis 10 mm, beträgt; und/oder
- ii) der Abstandshülsen 0,1 mm bis < 1 mm, 0,2 mm bis 0,9 mm, besonders bevorzugt 0,3 mm bis 0,8 mm, insbesondere 0,4 mm bis 0,6 mm, beträgt.

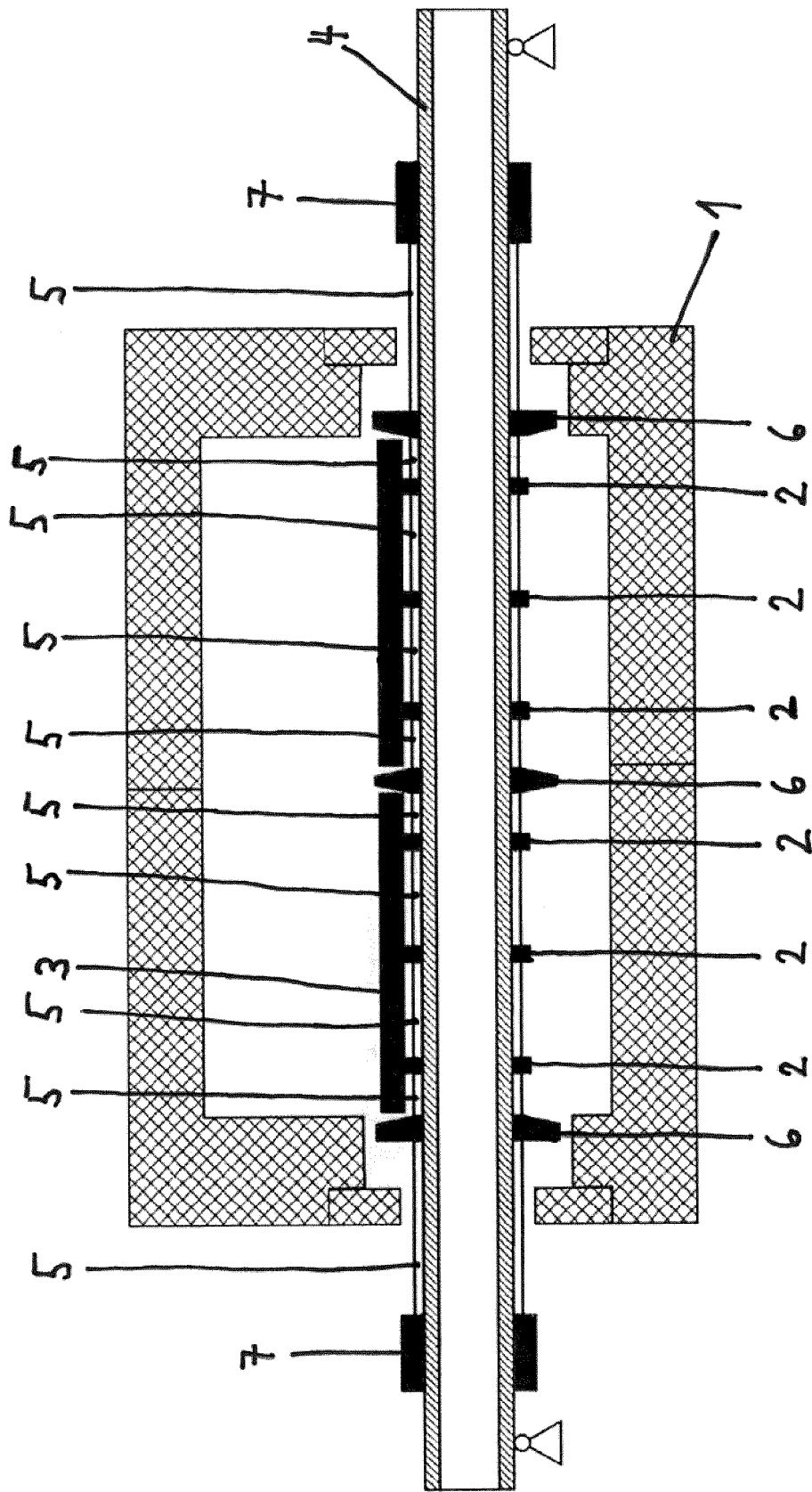
8. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizraum mindestens eine Zufuhr für Gas enthält, bevorzugt mindestens eine Zufuhr für ein Gas ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Wasserdampf,  $N_2$ , CO,  $H_2$  und Mischungen hiervon.

9. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmequelle dazu geeignet ist, eine Temperatur von 400 bis 1600 °C in dem Heizraum zu erzeugen.

10. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rol-

- lenofen ferner mindestens zwei Führungsringe, bevorzugt mindestens drei Führungsringe, enthält, die auf der mindestens einen Rolle ohne stoffschlüssige Verbindung zur mindestens einen Rolle angeordnet sind und an den Abstandsringen und Abstandshülsen und an der mindestens einen Rolle über den mindestens einen Klemmflansch und das mindestens eine Gegenstück fixiert sind, wobei die Führungsringe eine größere Längenausdehnung senkrecht zur Drehachse der Rolle aufweisen als die mindestens zwei Abstandsringe, wobei die Führungsringe optional zumindest bereichsweise angeschrägt und/oder abgerundet sind.
- 5 10
11. Rollenofen gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rollenofen mindestens ein Gestell zum Transport von einem Brenngut aufweist, wobei das Gestell bevorzugt
- 15 20
- i) ein Metall, bevorzugt Stahl, besonders bevorzugt Edelstahl; und/oder
  - ii) ein oxidisches Material, bevorzugt ein oxidisches Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}$  und Mischungen hiervon; und/oder
  - iii) einen Hartstoff, bevorzugt einen Hartstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$  und Mischungen hiervon, besonders bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $\text{SiSiC}$ ,  $\text{RSiC}$  und Mischungen hiervon;
- 25 30
- enthält oder daraus besteht.
12. Verfahren zur ökonomischen Behandlung eines Brennguts mit Wärme, umfassend die Schritte
- 35 40
- a) Behandlung von Brenngütern in dem Heizraum eines Rollenofens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche;
  - b) Messung einer Wandstärke der Abstandsringe und/oder der Abstandshülsen; und
  - c) Austausch von einzelnen Abstandsringen und/oder einzelnen Abstandshülsen, wenn die Wandstärke einen kritischen Wert unterschritten hat, wobei der Austausch das Lösen und Wiederherstellen der Klemmverbindung des mindestens einen Klemmflansches umfasst.
- 45 50
13. Verfahren gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Austausch einzelner Abstandsringe erfolgt, wenn sich die Wandstärke um 0,1 bis 2 mm reduziert hat.
- 55
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlung von Brenngütern in dem Heizraum des Rollenofens bei einer Temperatur von 400 bis 1600 °C erfolgt.
15. Verwendung des Rollenofens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 zur thermischen Behandlung eines Brennguts, bevorzugt zur thermischen Behandlung eines Brennguts bei Temperaturen von 400 bis 1600 °C.

Figur





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 19 0030

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	DE 40 41 217 A1 (REINING HEISSKUEHLUNG GMBH & C [DE]; BLOOM ENG EUROPA GMBH [DE]) 11. Juli 1991 (1991-07-11)	1-11,15	INV. F27B9/24 F27D3/02
A	* Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 40; Abbildung 1 *	12,13	
	* Spalte 8, Zeile 34 - Zeile 50; Anspruch 1; Abbildungen 7-14 *		
	-----		
X	EP 1 197 721 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 17. April 2002 (2002-04-17)	1-11,15	
A	* Absätze [0020], [0022], [0024], [0027]; Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-3 *	12,13	
	-----		
X	US 2007/232471 A1 (SONG HWA W [KR] ET AL) 4. Oktober 2007 (2007-10-04)	1-11,15	
	* Ansprüche 1-7; Abbildungen 1,2,4,7 *		
	-----		
A	US 5 370 530 A (FACCO GIUSEPPE [US]) 6. Dezember 1994 (1994-12-06)	1-15	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
A	DE 196 53 045 A1 (GROOS HORST [DE]) 25. Juni 1998 (1998-06-25)	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* das ganze Dokument *		F27B
	-----		F27D
A	GB 782 632 A (WHEELABRATOR CORP) 11. September 1957 (1957-09-11)	1-15	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>12. März 2018</b>	Prüfer <b>Gavriliu, Alexandru</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



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

EP 17 19 0030

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.

12-03-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4041217 A1	11-07-1991	KEINE	
EP 1197721 A1	17-04-2002	AT 312326 T DE 10047046 A1 EP 1197721 A1 JP 5000821 B2 JP 2002172452 A US 2002079624 A1	15-12-2005 11-04-2002 17-04-2002 15-08-2012 18-06-2002 27-06-2002
US 2007232471 A1	04-10-2007	CN 1989260 A EP 1751319 A1 KR 20050110979 A US 2007232471 A1 WO 2005113843 A1	27-06-2007 14-02-2007 24-11-2005 04-10-2007 01-12-2005
US 5370530 A	06-12-1994	US 5370530 A US 5421724 A	06-12-1994 06-06-1995
DE 19653045 A1	25-06-1998	KEINE	
GB 782632 A	11-09-1957	KEINE	

EPO FORM P0461

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