

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1133/2011  
(22) Anmeldetag: 05.08.2011  
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2013

(51) Int. Cl. : **F26B 3/24** (2012.01)  
**F26B 11/04** (2012.01)  
**F26B 23/10** (2012.01)  
**F26B 25/16** (2012.01)  
**B65G 33/12** (2012.01)  
**B65G 33/22** (2012.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
CN 201306908 Y JP 59017934 A  
US 4753019 A1

(73) Patentanmelder:  
ANDRITZ AG  
8045 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:  
TRATTNER KLAUS DIPL.ING.  
GRAZ (AT)  
PAULI HEINRICH ING.  
GRAZ (AT)  
PLIENEGGER WOLFGANG DIPL.ING.  
SEMRIACH (AT)  
JANISCH WOLFGANG DIPL.ING.  
GRAZ (AT)

(54) **ROHRREAKTOR ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON BIOMASSE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rohrreaktor zur thermischen Behandlung von Biomasse mit einem rotierenden Reaktorraum (9). Er ist dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktorraum (9) durch ringförmige Bleche (10) in Zonen unterteilt ist. Durch diese Zonen werden die Partikel in einem bestimmten Bereich zurückgehalten und dort durchmischt, d.h. es erfolgt eine Vergleichmäßigung der behandelten Partikel auch hinsichtlich der Verweilzeit.

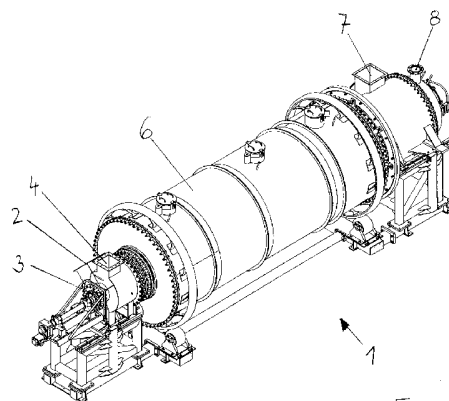
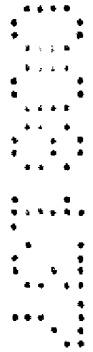


Fig 1

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Rohrreaktor zur thermischen Behandlung von Biomasse mit einem rotierenden Reaktorraum (9). Er ist dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktorraum (9) durch ringförmige Bleche (10) in Zonen unterteilt ist. Durch diese Zonen werden die Partikel in einem bestimmten Bereich zurückgehalten und dort  
5 durchmischt, d.h. es erfolgt eine Vergleichmäßigung der behandelten Partikel auch hinsichtlich der Verweilzeit.

(Fig. 1)



Die Erfindung betrifft einen Rohrreaktor zur thermischen Behandlung von Biomasse mit einem rotierenden Reaktorraum.

Derartige Reaktoren sind auch als beheizte Trommelreaktoren bekannt. Bei der thermischen Behandlung von Biomasse, z.B. Torrefizierung, ist neben der Steuerung und Kontrolle der Prozesstemperatur für eine gleichmäßige Behandlung auch eine Steuerung der Verweilzeit im Rohrreaktor erforderlich. Die Verweilzeitverteilung sollte zur Erreichung eines möglichst gleichförmigen Produktes möglichst eng sein. Bei bekannten Trommelreaktoren ist das Verweilzeitspektrum je nach Länge und Drehzahl jedoch sehr breit.

Ziel der Erfindung ist es daher einen Trommel- oder Rohrreaktor zur Verfügung zu stellen, der ein möglichst gleichförmiges Produkt erzeugt.

Dies erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass der Reaktorraum durch ringförmige Bleche in Zonen unterteilt ist. Durch diese Zonen werden die Partikel in einem bestimmten Bereich zurückgehalten und dort durchmischt, d.h. es erfolgt eine Vergleichmäßigung der behandelten Partikel. Erst bei Erreichen des Innendurchmessers des Bleches kann Material (können Partikel) in die nächste Kammer oder am Ende ausgetragen werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einem Blech ein Förderwerkzeug befestigt ist, wobei das Förderwerkzeug mechanisch verstellbar sein kann. Dadurch wird das Material gleichmäßig in Abhängigkeit der Reaktordrehzahl in die nächste Kammer gefördert und somit auch die Verweilzeit aller Partikel in der Kammer gleichmäßig.

Werden zumindest an einem Blech Förderwerkzeuge für unterschiedliche Drehrichtungen vorgesehen, so fördern diese Material oder sie fördern kein Material, je nach Drehrichtung. Damit ist nach einem Drehrichtungswechsel ein beschleunigtes Entleeren des Reaktors möglich. Es werden somit Anbackungen und/oder Überhitzungen der Partikel bei Stillsetzung des Reaktors vermieden.

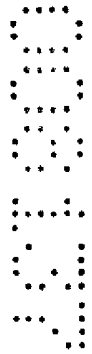
Eine günstige Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass am Reaktor-Innentrommel-Mantel eine Förderspirale vorgesehen ist. Durch eine derartige Förderspirale, vorzugsweise mit geringer Höhe, wird eine vollständige Entleerung des Reaktors ermöglicht. Bei Rotation in die entgegengesetzte



Drehrichtung während des normalen Betriebs wirkt diese Spirale zur zusätzlichen Vermischung innerhalb einer Zone.

Eine günstige Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass im Reaktorraum in Längs(Achs-)richtung verlaufende Heizrohre vorgesehen sind, wobei die Heizrohre in mehreren Ringreihen, vorzugsweise zwei Ringreihen, am Reaktor-Innentrommel-Mantel angeordnet sein können. Durch diese Rohre, durch die ein Heizmedium, z.B. Rauchgas, geleitet wird, wird einerseits eine gleichmäßige Erwärmung und andererseits auch eine gute Durchmischung der Partikel erreicht.

Wird der rotierende Reaktorraum von einer Reaktor-Außentrommel umgeben und zwischen rotierendem Reaktorraum und Reaktor-Außentrommel ein Ringspalt vorgesehen, wobei die Reaktor-Außentrommel mit dem Reaktorraum rotieren kann, so wird eine noch bessere Erwärmung der Partikel bei einer großen Übertragungsfläche ermöglicht.

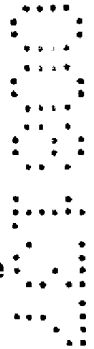


Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen beispielhaft beschrieben, wobei Fig. 1 eine 3-D Ansicht eines erfindungsgemäßen Rohrreaktors, Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Rohrreaktors und Fig. 3 einen Schnitt gemäß Linie III-III in Fig. 2 darstellt.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Rohrreaktor dargestellt. Dieser ist als indirekt beheizter Trommelreaktor 1 ausgeführt. Die zu behandelnde Biomasse z.B. Hackschnitzel, wird über einen Eintragsflansch 2 einer beheizten Eintragungsschnecke 3 und von dieser in den rotierenden Reaktorraum (hier nicht sichtbar) zugeführt. Das Heizmedium, hier Rauchgas, wird mit einer Temperatur von ca. 360 – 450 °C über den Anschluss 4 in den Reaktorraum und zwischen Reaktorraum und Reaktor-Außentrommel 6 eingebracht. Zur Abdichtung gegenüber Atmosphäre werden vor und nach dem Reaktor bzw. Kühlschnecke Zellradschleusen verwendet.

Das abgekühlte Heizmedium, hier Rauchgas, tritt dann mit einer Temperatur von ca. 280 – 300 °C über den Anschluss 7 aus dem Trommelreaktor 1 aus. Das durch die thermische Behandlung erzeugte Gas tritt beim Stutzen 8 aus. Wird der Reaktor zur Torrefizierung verwendet, tritt hier das Torrefikationsgas aus.

5 Fig. 2 zeigt nun schematisch den Aufbau des erfindungsgemäßen Rohrreaktors anhand dessen die Funktionsweise beschrieben werden soll. Der Reaktorraum 9 des Trommelreaktors 1 ist durch ringförmige Zonenbleche 10 in mehrere Zonen eingeteilt um die axiale Vermischung gering zu halten. Im Reaktorraum 9 wird dem Eingangsmaterial über die durch Rauchgas beheizte Reaktor-Innentrommel 10 11 und die durch Rauchgas beheizten Heizrohre 12 Wärme zugeführt. Die 10 Prozesstemperatur beträgt dabei ca. 280 – 300 °C. Die einzelnen Zonenbleche 10 sind mit mindestens einem Förderwerkzeug 13 je Zonenblech 10 bestückt. Die Förderwerkzeuge 13 fördern abhängig von der Reaktordrehzahl und der 15 Reaktoraustritt 15. Die Drehzahl beträgt dabei ca. 8 bis 20 U/min.



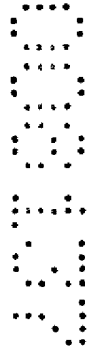
Die Förderwerkzeuge 13 werden in besonderer Weise ausgestaltet um in Abhängigkeit von der Drehrichtung Material zu fördern oder kein Material zu fördern. Dazu werden zusätzlich vorzugsweise mehrere Förderwerkzeuge 13' montiert, die nur bei gegensinniger Drehrichtung Material fördern. Damit ist nach 20 einem Drehrichtungswechsel ein beschleunigtes Entleeren des Reaktors möglich und es kann zu keinen Anbackungen und auch keinen Materialüberhitzungen kommen. So wird auch verhindert, dass ein Brand entsteht.

Zusätzlich zu den Förderwerkzeugen 13, 13' ist am Reaktor-Innentrommel-Mantel 11 eine Förderspirale 14 mit geringer Höhe angebracht, welche die vollständige 25 Entleerung des Reaktors bei einer Drehrichtung ermöglicht. Bei Rotation in die entgegengesetzte Drehrichtung bewirkt diese Spirale eine zusätzliche Vermischung innerhalb einer Zone. Innerhalb einer Zone stellt sich entsprechend der Förderleistung der Förderwerkzeuge 13 ein bestimmter Füllgrad ein. Die Verweilzeit des Materials im Rohrreaktor 1 beträgt ca. 20 bis 40 min.

30 Am Reaktoraustritt 15 ist ein konisches Rohrstück 16 angebracht durch welches unabhängig von der Drehzahl Material in Richtung Kühlschnecke 17 gefördert wird.

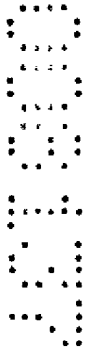
In der Kühlschnecke 17 wird über ein Düsensystem 18, welches aus mehreren Düsen aufgebaut ist, feinst verstäubtes Wasser auf das heiße Produkt aufgesprüht. Die Wassermenge wird über Zu- und Wegschalten von einzelnen Düsen geregelt. Als Leitgröße wird eine Temperaturmessung am Schneckenmantel verwendet. Der entstehende Wasserdampf wird über den Anschluss 8 gemeinsam mit dem Torrefikationsgas oder über einen zusätzlichen Anschluss 19 abgezogen.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch Fig. 2 entlang der Linie III-III in Blickrichtung auf den Reaktoreintritt. Man erkennt das Zonenblech 10 mit den Heizrohren 12, die hier beispielhaft in zwei Reihen angeordnet sind, aber auch eine oder mehrere Reihen sein können. Zwischen dem Reaktor-Innentrommel-Mantel 11 und der Reaktor-Außentrommel 6 befindet sich ein Ringraum 20, durch den hier beispielhaft das Rauchgas geführt wird. Dadurch wird der Reaktor-Innentrommel-Mantel 11 erwärmt und vergrößert somit die Wärmeübertragungsfläche. Weiters kann man das Förderwerkzeug 13 erkennen, das in Betriebsdrehrichtung 21 das Material in Richtung Reaktoraustritt 15 fördert. Es können allerdings auch mehrere derartige Förderwerkzeuge vorgesehen sein. Zur schnellen Entleerung wird die Drehrichtung umgekehrt und die Förderwerkzeuge 13' (hier drei dargestellt) fördern das Material schnell und vollständig aus der jeweiligen Zone hinaus. Es können auch hier mehr Förderwerkzeuge vorgesehen sein, wobei jedoch die Anzahl der Förderwerkzeuge 13' zur Entleerung stets (wesentlich) größer als die Förderwerkzeuge 13 zur Verweilzeitsteuerung bei normalem Betrieb sein muss.



## Patentansprüche:

1. Rohrreaktor zur thermischen Behandlung von Biomasse mit einem rotierenden Reaktorraum (9), dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktorraum (9) durch ringförmige Bleche (10) in Zonen unterteilt ist.
2. Rohrreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens  
5 einem Blech (10) ein Förderwerkzeug (13, 13') befestigt ist.
3. Rohrreaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderwerkzeug (13, 13') mechanisch verstellbar ist.
4. Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass zumindest an einem Blech (10) Förderwerkzeuge (13, 13') für unterschiedliche Drehrichtungen vorgesehen sind.
5. Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Reaktor-Innentrommel-Mantel (11) eine Förderspirale (14) vorgesehen ist.
6. Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass im Reaktorraum (9) in Längs(Achs-)richtung verlaufende Heizrohre (12) vorgesehen sind.
7. Rohrreaktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizrohre (12) in mehreren Ringreihen, vorzugsweise zwei Ringreihen, am Reaktor-Innentrommel-Mantel (11) angeordnet sind.
8. Rohrreaktor, nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der rotierende Reaktorraum (9) von einer Reaktor-Außentrommel (6) umgeben und zwischen rotierendem Reaktorraum (9) und Reaktor-Außentrommel (6) ein Ringraum (20) vorgesehen ist.
9. Rohrreaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktor-Außentrommel (6) mit dem Reaktorraum (9) mitrotiert.



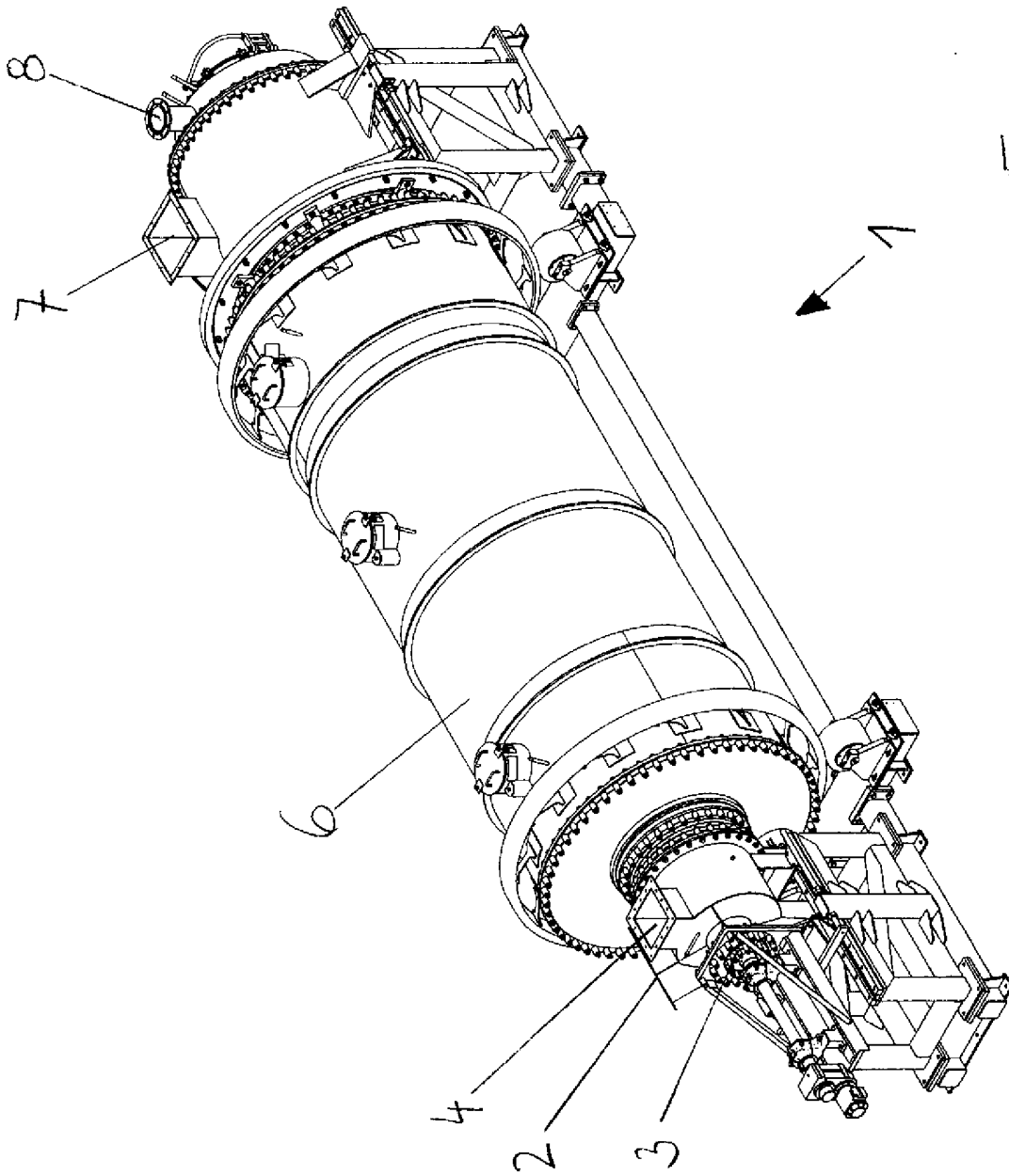


Fig. 1

2599-AT

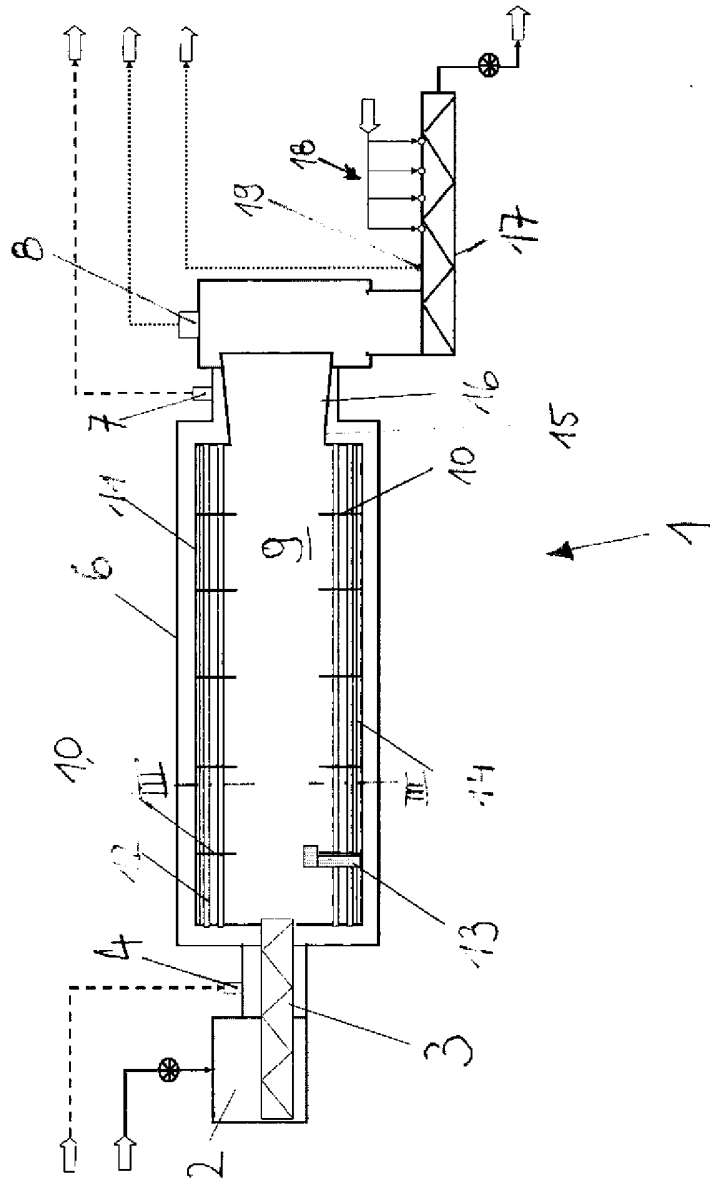


Fig 2

2599-AT

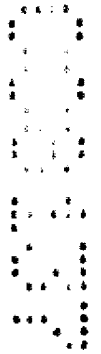
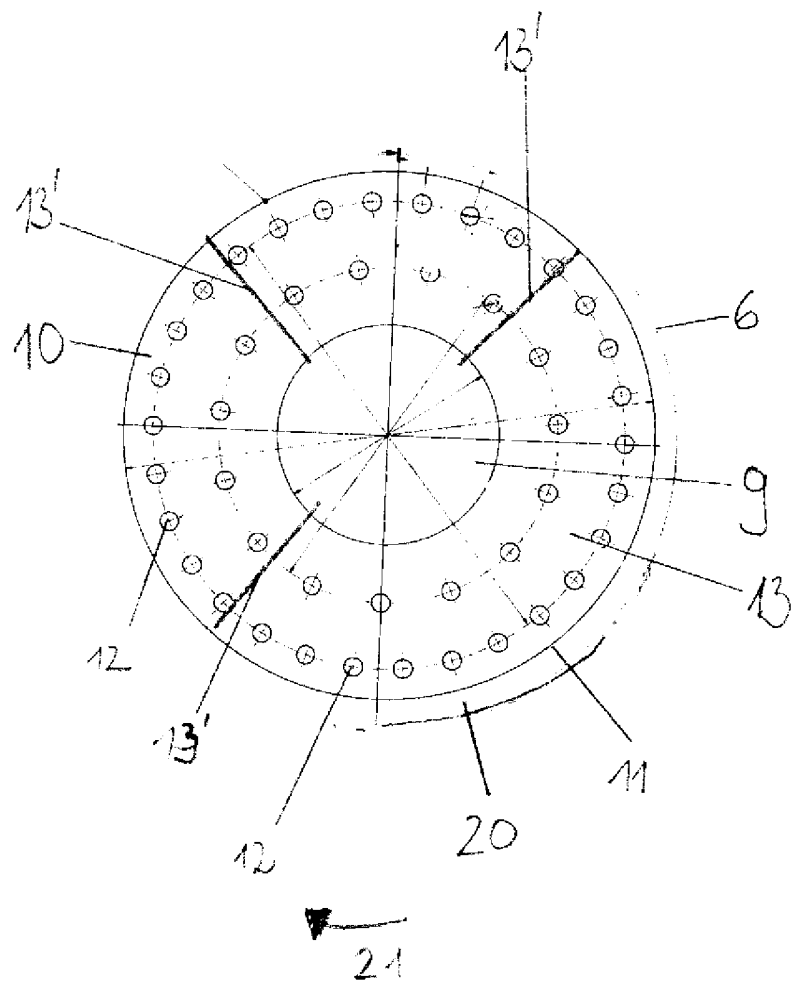
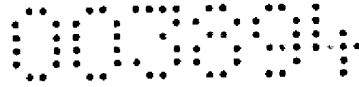


Fig. 3



### Patentansprüche:

1. Rohrreaktor zur thermischen Behandlung von Biomasse mit einem rotierenden Reaktorraum (9), dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Reaktorraum (9) durch ringförmige Bleche (10) in mehrere Zonen unterteilt ist.
2. Rohrreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens  
5 einem Blech (10) ein Förderwerkzeug (13, 13') befestigt ist.
3. Rohrreaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderwerkzeug (13, 13') mechanisch verstellbar ist.
4. Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass zumindest an einem Blech (10) Förderwerkzeuge (13, 13') für unterschiedliche Drehrichtungen vorgesehen sind.
5. Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Reaktor-Innentrommel-Mantel (11) eine Förderspirale (14) vorgesehen ist.
6. Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass im Reaktorraum (9) in Längs(Achs-)richtung verlaufende Heizrohre (12) vorgesehen sind.
7. Rohrreaktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizrohre (12) in mehreren Ringreihen, vorzugsweise zwei Ringreihen, am Reaktor-Innentrommel-Mantel (11) angeordnet sind.
8. Rohrreaktor, nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der rotierende Reaktorraum (9) von einer Reaktor-Außentrommel (6) umgeben und zwischen rotierendem Reaktorraum (9) und Reaktor-Außentrommel (6) ein Ringraum (20) vorgesehen ist.
9. Rohrreaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktor-Außentrommel (6) mit dem Reaktorraum (9) mitrotiert.

**NACHGEREICHT**



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC:  
**F26B3/24** (2012.01); **F26B11/04** (2012.01); **F26B23/10** (2012.01); **F26B25/16** (2012.01);  
**B65G33/12** (2012.01); **B65G33/22** (2012.01)

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA:  
 F26B3/24, F26B11/04B2, F26B11/04E, F26B23/10, F26B25/16, B65G33/12, B65G33/22

Recherchiertes Prüfobjekt (Klassifikation):  
 F26B, B65G

Konsultierte Online-Datenbank:  
 EPODOC, WPI, X-FULL, IPDL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **5. August 2011** eingereichten Ansprüchen **1 - 9** erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 201306908 Y (Lanzhou Ruide Drying Technology) 09. September 2009 (09.09.2009) Zusammenfassung; Fig. 1	1, 6, 7
X	JP 59017934 A (Arai Kikai Seisakusho) 30. Jänner 1984 (30.01.1984) Zusammenfassung; Fig. 2	1, 5
X	US 4753019 A1 (Holopainen) 28. Juni 1988 (28.06.1988) Beschreibung, Sp. 2, Z. 26 - 68, Sp. 3, Z. 1 - 3, 32- 65, Sp. 4, Z. 32 - 45; Fig. 1, 3; Ansprüche 1, 9 - 13	1

Datum der Beendigung der Recherche: 27. Jänner 2012  Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): AIGNER M.

<sup>1)</sup> **Kategorien der angeführten Dokumente:**

<p><b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b>: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.</p> <p><b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b>: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.</p>	<p><b>A</b> Veröffentlichung, die den <b>allgemeinen Stand der Technik</b> definiert.</p> <p><b>P</b> Dokument, das <b>von Bedeutung</b> ist (Kategorien X oder Y), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde.</p> <p><b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie X), aus dem ein <b>älteres Recht</b> hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).</p> <p><b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.</p>
---	---