

(19)



(11)

**EP 2 784 421 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.10.2014 Patentblatt 2014/40**

(51) Int Cl.:  
**F27B 7/28** (2006.01) **F27D 1/00** (2006.01)  
**F27D 1/04** (2006.01) **F27D 1/06** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13161360.6**

(22) Anmeldetag: **27.03.2013**

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

(72) Erfinder:  
• Ing. Wlry, Andreas  
3512 Mautern (AT)  
• Mag. Krischanitz  
3034 Maria Anzbach (AT)

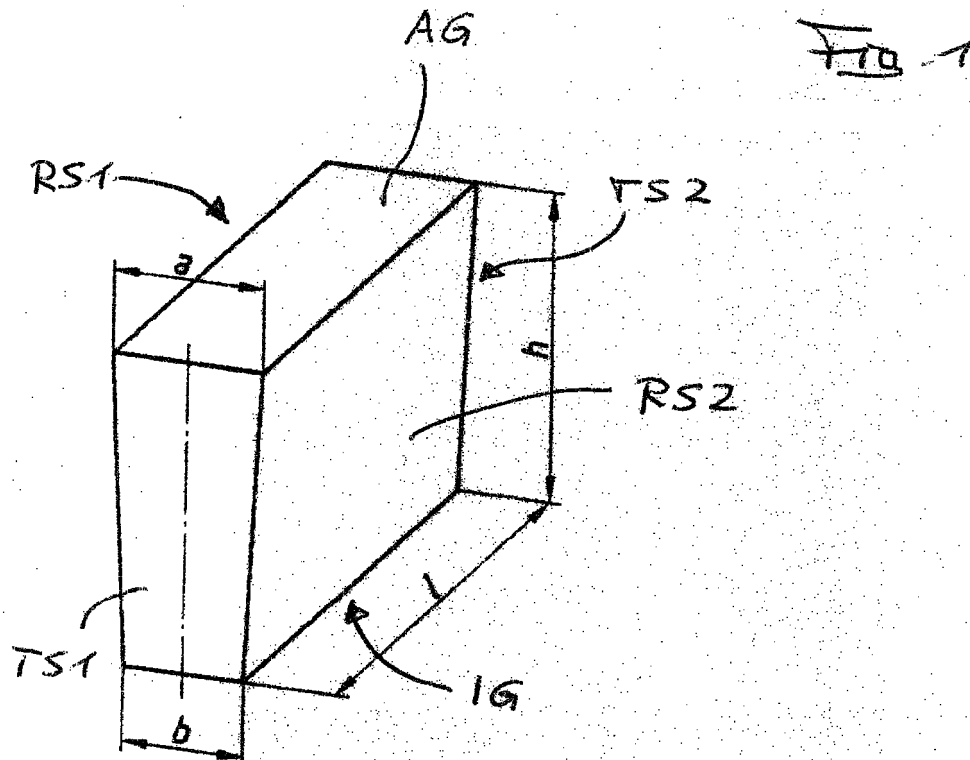
(71) Anmelder: **Refractory Intellectual Property GmbH  
& Co. KG**  
**1100 Wien (AT)**

(74) Vertreter: **Becker, Thomas**  
**Patentanwälte**  
**Becker & Müller**  
**Turmstrasse 22**  
**40878 Ratingen (DE)**

(54) **Wölbstein zylinderförmiger inneren Auskleidung eines Drehrohrofens und Drehrohrföfen**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wölbstein (englisch: arch brick) gemäß DIN1082-4, Ausgabe Januar 2007, eine zylinderförmige innere Auskleidung eines Drehrohr-  
ofens (englisch: cylindrical inner lining of a rotary kiln),

wobei die Auskleidung diese Wölbsteine enthält und einen Drehrohrföfen mit der Auskleidung und den Wölbsteinen.



**EP 2 784 421 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wölbstein (english: arch brick) gemäß DIN1082-4, Ausgabe Januar 2007, eine zylinderförmige innere Auskleidung eines Drehrohrofens (english: cylindrical inner lining of a rotary kiln), wobei die Auskleidung diese Wölbsteine enthält und einen Drehrohrförmigen mit der Auskleidung und den Wölbsteinen.

**[0002]** Die Wölbsteine, die Ausmauerung und der Drehrohrförmigen werden nachstehend in einer Montage-/Betriebsposition des Ofens beschrieben.

**[0003]** Ein Wölbstein gemäß Norm ist in Figur 1 dargestellt und weist folgende sechs Flächen auf:

- eine rechteckige äußere Grundfläche AG mit den Maßen  $a \times l$
- eine rechteckige innere Grundfläche IG mit den Maßen  $b \times l$
- zwei rechteckige Seitenflächen RS1, RS2 mit den Maßen  $l \times h$
- zwei trapezförmige Stirnflächen TS1, TS 2 mit den Maßen  $a/b \times h$ , wobei  $a/b$  zwei unterschiedlich lange Seiten der Stirnflächen beschreibt.

**[0004]** Diese Wölbsteine werden zur Ausmauerung eines Drehrohrofens verwendet, zum Beispiel eines Drehrohrofens zur Herstellung von Zementklinker (english: cement clinker). Die rechteckige größere Grundfläche AG liegt dann außen, dem Drehrohrförmigen-Mantel benachbart, während die rechteckige kleinere Grundfläche IG innen liegt, dem Ofen-Innenraum zugewandt. Die Steine sind so angeordnet, dass ihre Länge ( $l$ ) in Axialrichtung des Ofens verläuft.

**[0005]** Der grundsätzliche Einbau der Wölbsteine in einem Drehrohrförmigen ergibt sich aus der Norm und dem folgenden Stand der Technik: DE 2643412 A, DE 29921607 U1 und lässt sich wie folgt zusammenfassen: Die Wölbsteine sind in ringartigen Segmenten in Umfangsrichtung des Ofens nebeneinander angeordnet. Mehrere Segmente sind in Axialrichtung des Ofens hintereinander angeordnet.

**[0006]** Im Ofenbetrieb unterliegen die feuerfesten Steine der Auskleidung (Ausmauerung) einer erheblichen mechanischen Belastung. Dabei sind folgende Faktoren wichtig:

- eine Druckbelastung in Axialrichtung, in Richtung auf den Ofenausgang, aufgrund der Neigung des Ofens (in Richtung auf den Ofenausgang) und des Eigengewichts der Steine
- die thermische Ausdehnung des Feuerfestmaterials der Steine (am Ofeneingang eines Zement-Drehrohrofens kann die Temperatur zum Beispiel 1000°C betragen, am Ofenausgang kann sie bei ca. 1500°C liegen)
- die Rotation des Ofens
- das Gewicht und die Reibung zwischen Brenngut

## und Ausmauerung.

**[0007]** Ohne besondere Maßnahmen brechen insbesondere die Wölbsteine in der dem Ofenende zugewandten Hälfte des Ofens. Die Folge sind häufige Reparatur- und Produktions-Ausfallzeiten des Ofens sowie hohe Kosten.

**[0008]** Die DE 299 21 607 U1 schlägt vor, einen metallischen Ring am äußeren Ofenmantel anzuschweißen. Der Ring bildet eine Art Gegenlager für den vorstehend beschriebenen Axialdruck. Der Ring ist im Querschnitt rechteckig, wobei die "Höhe" in Radialrichtung nur gering sein kann (in der Praxis: ca. 50-70mm), weil das metallische Material zu wenig temperaturbeständig ist und die Temperatur im Ofen von außen nach innen steigt.

**[0009]** Die geringe Auflage- oder Kontaktfläche zwischen Ring und feuerfestem Auskleidungsstein verursacht eine hohe Flächenpressung. Dabei wird die Festigkeit der keramischen Steine oft überschritten. Es entstehen Rissen oder es werden Steine durch den Axialdruck innerhalb der Stein-Auskleidung zerdrückt.

**[0010]** Gemäß DE 29921607U1 werden auch Gegenlager mit dreieckigem Querschnitt vorgeschlagen. Dabei erstreckt sich die zugehörige Schrägfläche (die als Lagerfläche für die davor angeordneten Wölbsteine dient) von außen (dem Ofenmantel benachbart) nach innen und in Richtung auf den Ofenausgang. Auch die Befestigungen der Metallkeile werden am Ofenmantel angeschweißt, weil Schraubverbindungen bei den hohen Axialbelastungen keine ausreichende Festigkeit aufweisen.

**[0011]** Diese Keile weisen zwar eine größere Lagerfläche auf, aber die Probleme der unzureichenden Temperaturbeständigkeit bleiben bestehen. Entsprechend ist der Neigungswinkel der Gegenlager auf <20 Grad begrenzt, damit die Metallteile noch ausreichend von den radial innen benachbarten Feuerfeststeinen geschützt werden können.

**[0012]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung für die beschriebenen Axialbelastungen in einem Drehrohrförmigen anzubieten, die die genannten Nachteile vermeidet.

**[0013]** Die Erfindung ersetzt die bekannten metallischen Gegenlager und verändert die Geometrie der feuerfesten Wölbsteine, die für die feuerfeste Auskleidung benutzt werden. Dadurch, dass keine Metallteile notwendig sind, ergeben sich mehrere Vorteile:

- es entfällt ein separater Montageschritt
- die Temperaturbeständigkeit der feuerfesten Auskleidung ist sehr viel größer als die der Metallteile
- die größere Feuerfestigkeit (english: refractoriness) macht es möglich, Steine beliebiger Größe und Form zu verwenden
- die Kosten des Systems sind geringer im Vergleich mit den beschriebenen Keilen und Ringen.

**[0014]** Zunächst ist festzustellen, dass sich der Axialdruck innerhalb der feuerfesten keramischen Ofenaus-

kleidung nicht beseitigen lässt. Die Erfindung hat jedoch erkannt, dass die Funktion eines Gegenlagers (zur Kompensation des Axialdrucks innerhalb der Ausmauerung) von der feuerfesten Auskleidung selbst übernommen werden kann, wenn die Auskleidungssteine in Radialrichtung geteilt und dabei Schrägflächen zwischen benachbarten Stein-Elementen ausgebildet werden.

**[0015]** Diese, quasi in-situ gebildeten Schrägflächen sind verantwortlich dafür, dass die axiale Druckbelastung innerhalb der feuerfesten Ofenauskleidung zumindest teilweise in Radial- und Umfangsrichtung abgelenkt und verteilt wird. Dadurch reduziert sich die Axialbelastung der Steine, die dahinter liegen (in Richtung auf den Ofenausgang) und es kommt insgesamt zu einer sehr viel gleichmäßigeren Lastverteilung innerhalb der Steine der Auskleidung.

**[0016]** Durch die Verwendung von feuerfesten keramischen "Gegenlagern" gibt es bezüglich Baugröße und Bauform keine Beschränkungen. Die Stein-Abschnitte können also insbesondere in Radialrichtung größer (tiefer) als die Metallringe sein. Eine Nachrüstung in bestehende Anlagen ist möglich, weil sich die verwendeten Stein-Abschnitte geometrisch zu einem Wölbstein konventioneller Bauform ergänzen und diesen vollständig ersetzen können.

**[0017]** In ihrer allgemeinsten Ausführungsform betrifft die Erfindung einen Wölbstein gemäß DIN 1082-4, Ausgabe Januar 2007, der entlang mindestens einer Trennfläche, die sich von der Grundfläche AG zu einer Stirnfläche TS2 oder einer weiteren Grundfläche IG erstreckt, in mindestens zwei diskrete (separate) Stein-Abschnitte unterteilt ist.

**[0018]** Der Kerngedanke der Erfindung besteht also darin, einen bekannten Wölbstein in mehrere Teile (zwei, drei oder mehr) zu teilen. Die Teile dieses Sets lassen sich wieder formschlüssig zu einem Wölbstein zusammenstellen, und zwar exakt formschlüssig oder mit (Dehnungs)Fugen zwischen den einzelnen Abschnitten und/oder so, dass Dehnungsfugen zu benachbarten Wölbsteinen entstehen. Diese Dehnungsfugen können während oder nach der Herstellung der Ausmauerung mit Dichtungen, insbesondere elastische Dichtungen wie Fasermaterialien, ausgefüllt werden.

**[0019]** Durch den beschriebenen Verlauf der "Trennfläche" zwischen Stein-Abschnitten eines Sets ergibt sich unmittelbar, dass diese Trennfläche (Trennfuge) in Radialrichtung des Ofens schräg (geneigt) verläuft. Mit anderen Worten: Die Geometrie und Anordnung zumindest eines Stein-Abschnitts kann ähnlich der Geometrie und Anordnung eines metallischen Einbauteils gemäß DE 29921607 U1 sein.

**[0020]** Diese Schrägfläche verläuft ansteigend (vom Ofeneingang zum Ofenausgang und von der Ofenwand zum Ofeninnenraum betrachtet) und dient auch erfindungsgemäß als Auflauffläche für die davor (in Richtung auf den Ofeneingang) angeordneten Auskleidungssteine. Der Axialdruck der Steine wird also von dieser "Trennfläche", die die Funktion eines Gegenlagers auf-

weist, kompensiert.

**[0021]** Die Schrägfläche dient dazu, den Axialschub der Ausmauerung zu einem erheblichen Teil in Radial- und Umfangsrichtung des zylinderartigen Drehrohrofens umzulenken. Dadurch reduziert sich die mechanische Belastung auf diesen Steinteil und es ergibt sich gleichzeitig eine relativ gleichmäßige Lastverteilung in den benachbarten Bereich der Ofenausmauerung.

**[0022]** Werden erfindungsgemäße Wölbsteine nebeneinander platziert, um einen kompletten Ausmauerung-Ring zu bilden, so ergibt sich aufgrund der Ringgeometrie eine Einleitung der Kraft in den metallischen Ofenmantel und damit eine weitere Druckentlastung für das feuerfeste Material.

**[0023]** Im Vergleich mit den Metallteilen gemäß Stand der Technik ergeben sich zusätzliche Vorteile wie:

- die sehr viel höhere Temperaturbeständigkeit
- dadurch können die Fläche und der Winkel der Schrägfläche (zum axial verlaufenden Ofenmantel) größer sein
- es entfällt die Verwendung unterschiedlicher Werkstofftypen mit völlig unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten

**[0024]** Die Stein-Abschnitte können aus konventionellen feuerfesten Materialien hergestellt werden, beispielsweise aus Materialien auf Basis Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Siliciumcarbid, Zirkoniumdioxid etc..

**[0025]** Der Stein-Abschnitt, der dazu dient, die axiale Schublast aufzufangen, kann aus einem Werkstoff mit besonders hoher Druckfestigkeit, insbesondere hoher Heißdruckfestigkeit hergestellt werden, zum Beispiel aus einem Versatz (english: batch) mit folgender Zusammensetzung (alle Angaben in Masse-%):

Beispiel A:	Beispiel B:
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 40 - 95 (85)	MgO: 80 - 95 (90)
SiO <sub>2</sub> : 2 - 50 (12)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 2 - 15 (4)
SiC: 0 - 50	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0 - 15
ZrO <sub>2</sub> : 0 - 40	SiO <sub>2</sub> : 0,1 - 2 (0,5)
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0 - 10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0,1 - 10 (4)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0 - 3 (0,5)	CaO: 0,1 - 3 (1)
Sonstige: 0 - 3 (2,5)	sonstige: 0 - 3 (0,5)

**[0026]** Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf eine konkrete mögliche Zusammensetzung.

**[0027]** Nach einer Ausführungsform verläuft die Trennfläche zwischen benachbarten Stein-Teilen unter einem Winkel  $\geq 20$  Grad zur äußeren Grundfläche AG, wobei dieser Winkel auch sehr viel größer sein kann, beispielsweise  $\geq 25$  Grad,  $\geq 30$  Grad oder  $\geq 40$  Grad. Der Winkel muss selbstverständlich kleiner 90 Grad sein, um die gewünschte Aufgabe als "Drucklager" bzw. Auflauf-Lager erfüllen zu können. Der Winkel ist nach einer Ausführungsform  $\geq 75$  Grad, oft  $\leq 60$  Grad oder  $\leq 45$  Grad.

**[0028]** Die Schrägfläche innerhalb des Wölbstein-Formats kann durch Teilung eines Wölbsteins in 2 Stein-Abschnitte erfolgen. Allerdings sind Ausführungsvarianten mit 3 oder mehr Stein-Abschnitten grundsätzlich möglich, wie die folgenden Figuren zeigen, die mögliche Geometrien von Stein-Abschnitten und Wölbsteinen illustrieren:

- Figur 2 zeigt eine Seitenansicht auf ein Set aus zwei Stein-Abschnitten, die zusammen ein Wölbstein gemäß DIN 1082-4 (Fig. 1) bilden. Der rechte Stein-Abschnitt 10 weist zwei gegenüberliegende gleiche Seitenflächen RS1, RS2 in Trapezform auf, von denen nur die eine (RS2) zu sehen ist. Der linke Stein-Abschnitt 12 ist korrespondierend zum Abschnitt 10 geformt, so dass sich beide Steinabschnitte 10, 12 form- und kraftschlüssig zu einem Wölbstein gemäß DIN 1082-4 (Ausgabe Januar 2007) ergänzen. Die Steinabschnitte 10, 12 können in separaten Formen gepresst werden. Sie lassen sich auch herstellen, wenn ein konventioneller Wölbstein zwischen seinen Grundflächen AG und IG im rechten Winkel zu den Seitenflächen RS1, RS2 durchgeschnitten wird. Die Seitenflächen RS1, RS2 des Stein-Abschnitts 10 haben zwei rechte Winkel, einen spitzen und einen stumpfen Winkel. Die rechte trapezförmige Stirnfläche TS2 ist unverändert geblieben, eine neue trapezförmige Stirnfläche TS1\* wird von der beschriebenen Trennfläche TF zwischen den Stein-Abschnitten 10, 12 gebildet. Die innere (in der Figur die untere) Grundfläche IG\* und die äußere (in der Figur obere) Grundfläche AG\* sind Teilflächen der entsprechenden Grundflächen AG, IG des Wölbsteins gemäß Norm. Die Schrägfläche/Trennfläche TF zwischen den Stein-Abschnitten 10, 12 verläuft unter einem Winkel  $\alpha$  von ca. 45 Grad zu den Grundflächen AG\*, IG\* und von einer Grundfläche AG zur anderen Grundfläche IG. Die linke Steinhälfte 12 ist so geformt, dass sie zusammen mit dem Teil 10 unter Formschluss einen kompletten Wölbstein ergibt.
- Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Trennfuge TF zwischen zwei Stein-Abschnitten 10, 12 im Wesentlichen von der äußeren Grundfläche AG zur hinteren Stirnfläche TS2 verläuft, so dass der Stein-Abschnitt 10 in der Seitenansicht angenähert ein Dreieckprofil besitzt. Die Trennfläche TF ist - wie bei Fig. 2- planar, sie könnte aber auch leicht gewölbt oder mit unterschiedlichen Neigungswinkeln ausgebildet sein. Der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen der Grundfläche AG\* des Teils 10 und der Schrägfläche/Trennfläche TF beträgt ca. 35Grad. Um zu verhindern, dass Kanten abplatzen, können diese abgekantet werden, wie mit K in Fig. 3 dargestellt. Die grundsätzliche Geometrie und der grund-

sätzliche Erfindungsgedanke ändern sich dadurch nicht.

Wie Figur 3 zeigt weist der zweite Stein-Abschnitt 12 in der Seitenansicht die Form eines Fünfecks auf, so dass beide Teile 10, 12 nach Zusammenbau wieder einen kompletten Wölbstein ergeben.

Die in der Figur gezeigt Stirnfläche TS2\*\* des Teils 12 ist gegenüber der Stirnfläche TS2\* des Teils 10 etwas versetzt. Dadurch entsteht zu einem in Axialrichtung des Ofens benachbarten Wölbstein eine Dehnungsfuge, die mit einer Dichtung, wie einem Fasermaterial, ausgefüllt werden kann.

- Bei der Variante gemäß Figur 4 ist die Trennfuge TF abgekantet, so dass sich für den oberen rechten Teil 10 in der Seitenansicht eine Trapezform ergibt und die Seitenflächen RS1\*, RS2\* des korrespondierenden Teils 12 jeweils sechs Ecken haben. Ansonsten ist das Beispiel gemäß Figur 4 ähnlich dem gemäß Fig. 3.

In Figur 4 ist eine mögliche weitere Unterteilung des Steinabschnitts 12 dargestellt, und zwar gestrichelt, wobei die dadurch gebildete Trennfläche TF\* ähnlich verläuft wie die Teilung der Abschnitte 10, 12 in Fig. 2.

**[0029]** Wie bereits erwähnt steigt der Axialdruck in der feuerfesten Ausmauerung in Richtung auf den Ofenausgang. Es ist deshalb sinnvoll, in diesem Bereich einen Ring aus erfindungsgemäßen Wölbsteinen vorzusehen.

**[0030]** Folgende Varianten liegen im Rahmen der Erfindung:

- Anordnung mehrerer Ringe (Reihen) aus den neuen Wölbsteinen in Axialrichtung des Ofens hintereinander, und zwar direkt hintereinander oder mit Abstand. Im letztgenannten Fall können entweder konventionelle Ausmauerungssteine zwischen den Ringen/Reihen mit erfindungsgemäßen Wölbsteinen vorgesehen werden oder es wird eine Dehnungsfuge dazwischen angeordnet, die mit einem elastischen Fugenmaterial wie einer Fasermatte, ausgefüllt sein kann.
- Eine weitere Alternative besteht darin, hinter einer Steinreihe aus erfindungsgemäßen Wölbsteinen einen konventionellen Metallring als zusätzliche Rückhalteeinrichtung einzubauen, der dann kleiner konfektioniert werden kann, da er deutlich kleinere Kräfte aufnehmen muss.
- Ausbildung eines Rings aus Wölbsteinen, wobei die neuen (mehnteiligen) Wölbsteine mit konventionellen (einteiligen) Wölbsteinen abwechselnd verlegt sind.
- Die Steinreihen können formschlüssig oder mit Abstand zueinander, auch in Kombination mit konventionellen Steinformaten (DE 2643412 A, DE 29921607 U1) verlegt werden.
- Die Steine können trocken oder mit Mörtel verlegt werden.

- Die Trennfläche zwischen benachbarten Stein-Abschnitten kann ungleich 90 Grad zu den Seitenflächen erfolgen, planar oder nicht planar sein.
- Gegenüberliegende Oberflächen (RS1, RS2; RS1\*, RS2\*) eines Stein-Abschnitts können eine Trapezform, eine Dreieckform, eine Fünfeckform aufweisen und gleich oder ungleich gestaltet sein.

**[0031]** Entsprechend weist eine zylinderförmige innere Auskleidung eines Drehrohrofens allgemein folgende Merkmale auf:

- die Auskleidung verläuft zwischen einem Ofeneingang an einem ersten Ende des Drehrohrofens und einem Ofenausgang an einem zweiten Ende des Drehrohrofens
- die Auskleidung besteht im Wesentlichen aus hintereinander angeordneten ringförmigen Segmenten, wobei
- mindestens ein ringförmiges Segment zumindest überwiegend aus Wölbsteinen gemäß Anspruch 1 gebildet ist, die in Umfangsrichtung mit ihren Seitenflächen RS1, RS2 aneinander und mit ihren größeren Grundflächen AG außen liegen, wobei
- die Trennflächen TF der Wölbsteine sich von der äußeren Grundfläche AG in Richtung auf die den Ofenausgang erstrecken.

**[0032]** Diese Wölbsteine können verändert werden wie oben beschrieben.

**[0033]** Zur Erfindung gehört auch ein industrieller Drehrohrofen mit einer zylinderförmigen inneren Auskleidung der vorstehend erläuterten Art.

**[0034]** Figur 5 zeigt - in stark schematisierter Darstellung - einen vertikalen Längsschnitt durch einen Zement-Drehrohrofen mit einem äußeren Ofenmantel 20 und radial innenseitig angeordneten, zylindrischen feuerfesten Auskleidung 30 zwischen einem Ofeneingang OE und einem Ofenausgang OA. In Axialrichtung (Pfeil A) sind hintereinander mehrere Ringe 30a... 30z aus konventionellen Wölbsteinen angeordnet, wie dies bekannt ist. Etwa 1 m vor dem Ofenausgang OA ist ein Ring 30w zu erkennen, der aus erfindungsgemäß geformten Wölbsteinen gebildet ist, und zwar Wölbsteinen gemäß Figur 2.

**[0035]** Die Trennfläche/Schrägfläche TF zwischen den Stein-Teilen 10, 12 übernimmt erfindungsgemäß die Funktion eines Gegenlagers, um den Axialdruck ( $P_A$ ) der in Richtung auf den Ofeneingang OE davor angeordneten Wölbsteine zumindest teilweise aufzunehmen und in die Ofenwand 20 sowie benachbarte Wölbsteine, abzuwickeln.

**[0036]** Figur 6 zeigt eine perspektivische, teilweise aufgeschnittene Innenansicht auf einen Teil der feuerfesten Ausmauerung 30 eines Drehrohrofens im Bereich einer

Steinreihe 30w aus erfindungsgemäßen mehrteiligen Wölbsteinen analog Fig. 3.

**[0037]** In der Steinreihe 30x dahinter ist ein konventioneller Stahlring 40 gemäß Stand der Technik als zusätzliche Rückhalteeinrichtung gegen den Axialdruck  $P_A$  eingebaut. Dies ist aber fakultativ.

## Patentansprüche

1. Wölbstein gemäß DIN 1082-4, Ausgabe Januar 2007, der entlang mindestens einer Trennfläche (TF), die sich von der Grundfläche (AG) zu einer Stirnfläche (TS2) oder zu einer weiteren Grundfläche (IG) erstreckt, in mindestens zwei diskrete Stein-Abschnitte (10, 12) unterteilt ist.
2. Wölbstein gemäß Anspruch 1, dessen Trennfläche (TF) unter einem Winkel  $>20$  Grad zur Grundfläche (AG) verläuft.
3. Wölbstein gemäß Anspruch 1, dessen Trennfläche (TF) unter einem Winkel  $\leq 75$  Grad zur Grundfläche (AG) verläuft.
4. Wölbstein gemäß Anspruch 1, dessen Trennfläche (TF) unter einem Winkel  $\leq 60$  Grad zur Grundfläche (AG) verläuft.
5. Wölbstein nach Anspruch 1 mit mindestens einem Stein-Abschnitt (10, 12), der zwei gegenüberliegende Oberflächen (RS1\*, RS2\*) jeweils mit Trapezform aufweist.
6. Wölbstein nach Anspruch 1 mit mindestens einem Stein-Abschnitt (10), der zwei gegenüberliegende Oberflächen (RS1\*, RS2\*) jeweils mit Dreieckform aufweist.
7. Wölbstein nach Anspruch 1 mit mindestens einem Stein-Abschnitt (10), der zwei gegenüberliegende Oberflächen (RS1\*, RS2\*), jeweils mit Fünfeckform aufweist.
8. Wölbstein nach Anspruch 5, 6 oder 7, bei dem die gegenüberliegenden Oberflächen (RS1\*, RS2\*) gleich sind.
9. Wölbstein nach Anspruch 1, dessen Trennfläche (TF) planar ist.
10. Zylinderförmige innere Auskleidung (30) eines industriellen Drehrohrofens mit folgenden Merkmalen:
  - a) die Auskleidung (30) verläuft zwischen einem Ofeneingang (OE) an einem ersten Ende des Drehrohrofens und einem Ofenausgang (OA) an einem zweiten Ende des Drehrohrofens

b) die Auskleidung (30) besteht im Wesentlichen aus hintereinander angeordneten ringförmigen Segmenten (30a ... 30z), wobei

c) mindestens ein ringförmiges Segment (30w) zumindest überwiegend aus Wölbsteinen gemäß Anspruch 1 gebildet ist, die in Umfangsrichtung mit ihren Seitenflächen (RS1, RS2) aneinander und mit ihren großen Grundflächen (AG) außen liegen, wobei

d) die Trennflächen (TF) der Wölbsteine sich von der großen Grundfläche (AG) in Richtung auf den Ofenausgang (OA) erstrecken.

11. Auskleidung nach Anspruch 10 mit Wölbsteinen gemäß einem der Ansprüche 2-9.

12. Industrieller Drehrohrofen mit einer zylinderförmigen inneren Auskleidung (30) nach Anspruch 10 oder 11.

20

25

30

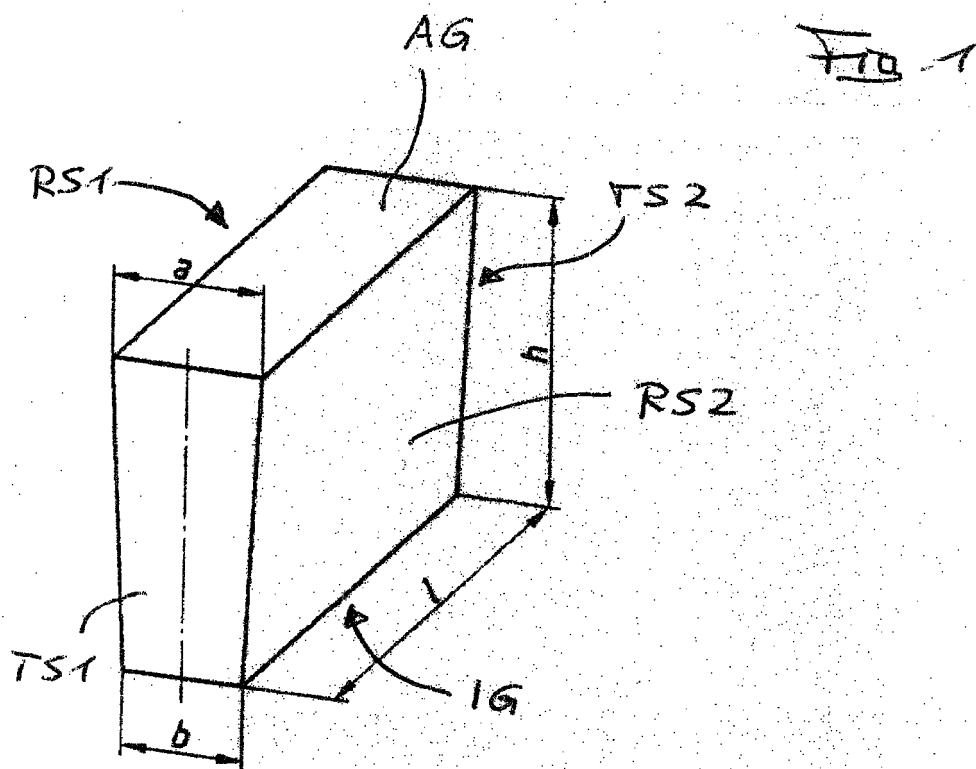
35

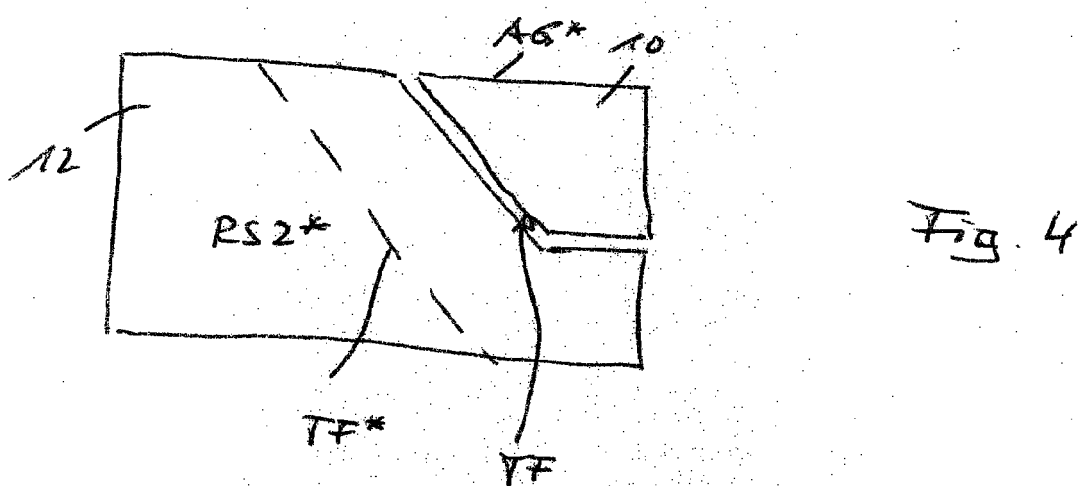
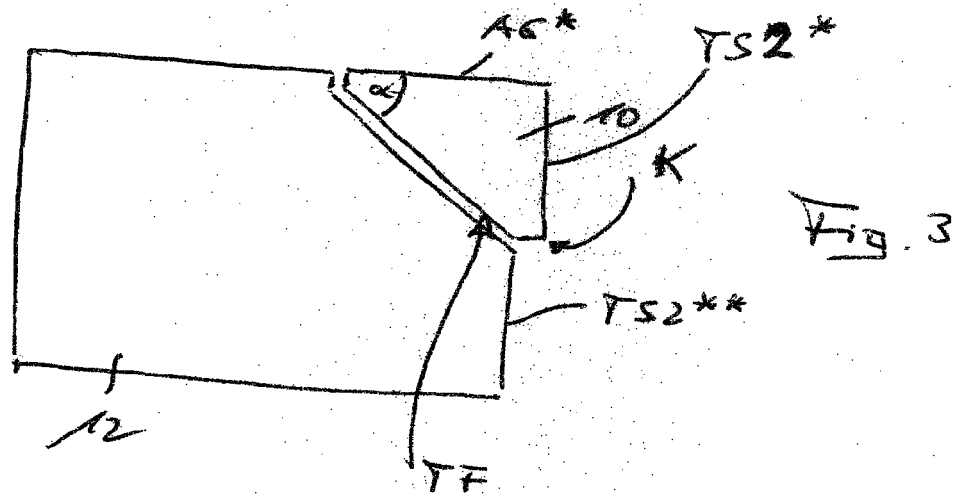
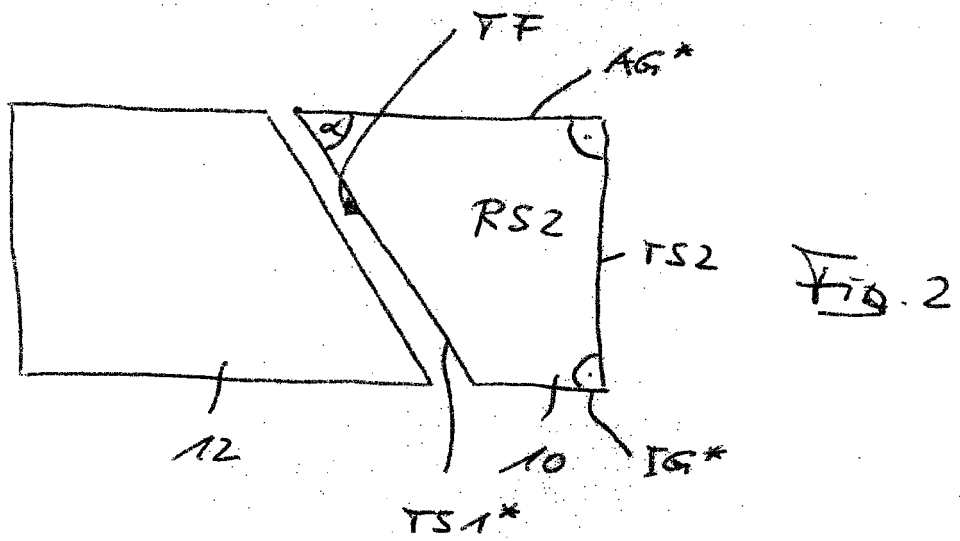
40

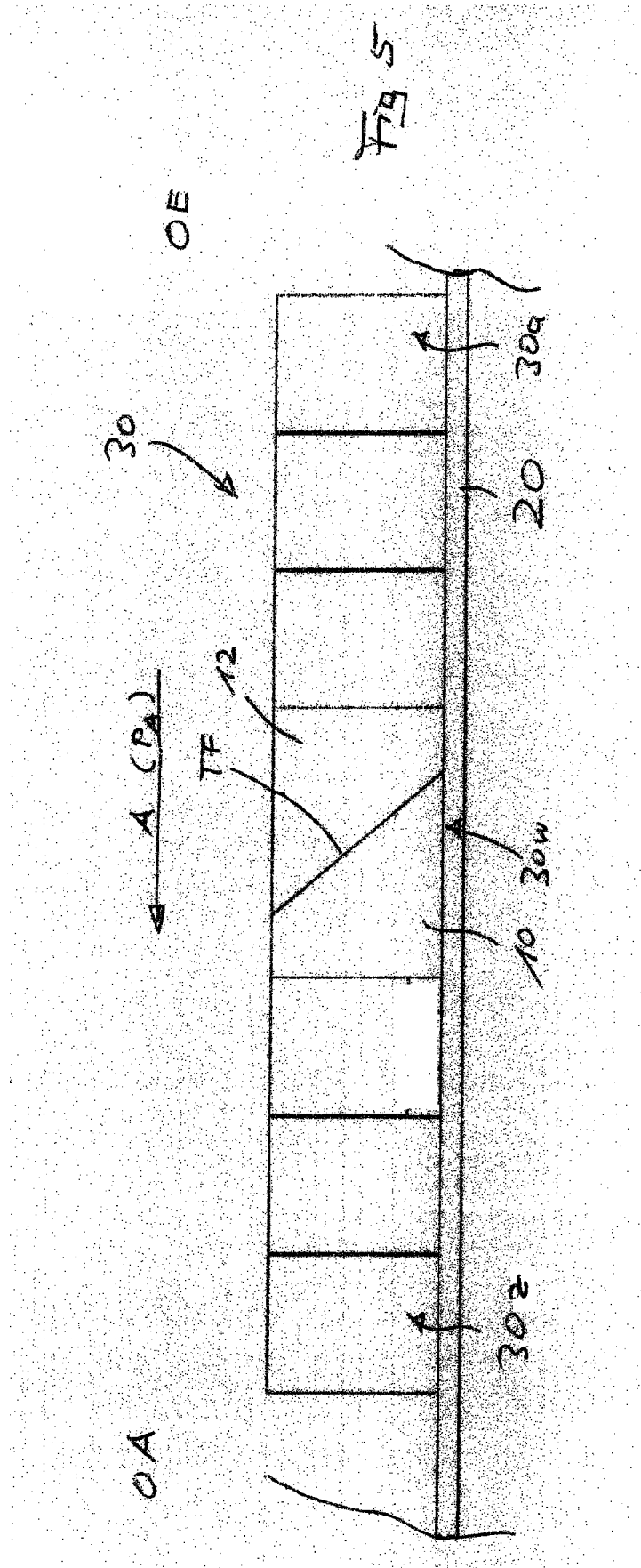
45

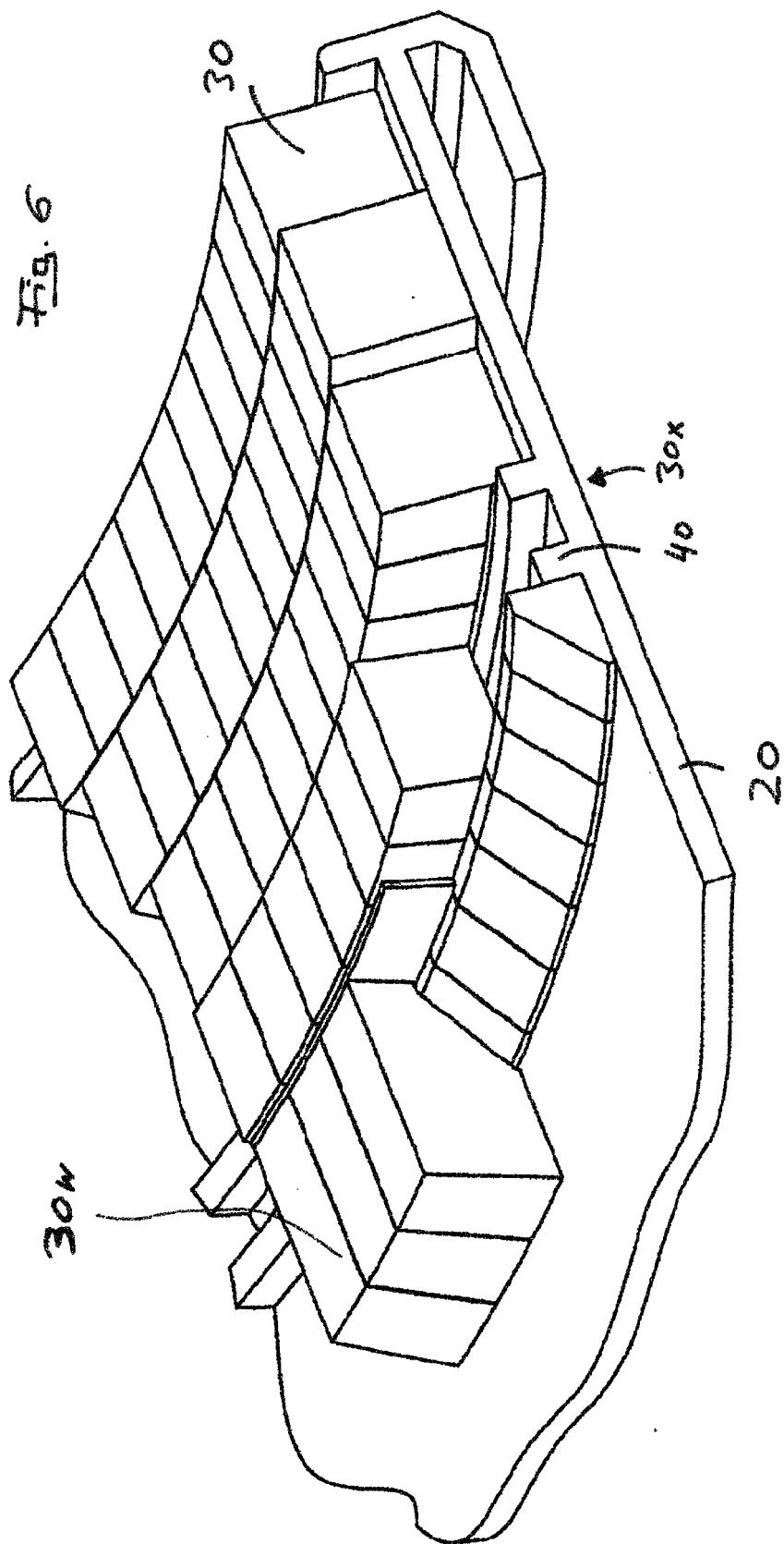
50

55











## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 13 16 1360

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 23 15 898 A1 (DOLOMITWERKE GMBH) 10. Oktober 1974 (1974-10-10) * Seite 4, Absatz 2 - Seite 6, Absatz 3; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1-10 *	1,10,12	INV. F27B7/28 F27D1/00 F27D1/04 F27D1/06
X	US 6 309 211 B1 (DOCK NEIL R [US] ET AL) 30. Oktober 2001 (2001-10-30) * Spalte 8, Zeile 38 - Zeile 57; Ansprüche 1,11,20,; Abbildungen 13-14 *	1,10,12	
A	CN 201 852 430 U (XINXING ENERGY EQUIPMENT CO LTD) 1. Juni 2011 (2011-06-01) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	1-12	
A	US 4 015 929 A (KAMSTRUP-LARSEN HARRY) 5. April 1977 (1977-04-05) * das ganze Dokument *	1-12	
A	CN 102 788 497 A (BO HOU) 21. November 2012 (2012-11-21) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1	
A	US 2012/282563 A1 (FILIUS JOEL R [US]) 8. November 2012 (2012-11-08) * das ganze Dokument *	1-12	F27B F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. August 2013</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 : nichtschriftliche 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	

 1  
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 16 1360

08-08-2013

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

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2315898 A1	10-10-1974	DE 2315898 A1	10-10-1974
		JP S572990 B2	19-01-1982
		JP S49130405 A	13-12-1974
		NL 7305137 A	02-10-1974
US 6309211 B1	30-10-2001	AU 6667601 A	24-12-2001
		CA 2412727 A1	20-12-2001
		SE 524022 C2	15-06-2004
		SE 0203615 A	28-01-2003
		US 6309211 B1	30-10-2001
		WO 0196799 A1	20-12-2001
CN 201852430 U	01-06-2011	KEINE	
US 4015929 A	05-04-1977	AT 343035 B	10-05-1978
		AU 8772975 A	19-05-1977
		BE 837797 A1	14-05-1976
		BR 7600367 A	31-08-1976
		CA 1053458 A1	01-05-1979
		CH 606954 A5	30-11-1978
		DE 2557479 A1	29-07-1976
		DK 21475 A	24-07-1976
		EG 12645 A	30-06-1979
		FI 753724 A	24-07-1976
		FR 2298779 A1	20-08-1976
		GB 1534302 A	29-11-1978
		GR 58600 A1	10-11-1977
		IT 1073737 B	17-04-1985
		JP S5198707 A	31-08-1976
		JP S5629187 B2	07-07-1981
		LU 74224 A1	23-07-1976
		NL 7600449 A	27-07-1976
		NO 760088 A	26-07-1976
		NZ 179572 A	06-03-1978
		SE 7600653 A	26-07-1976
		US 4015929 A	05-04-1977
		YU 2276 A	31-05-1982
CN 102788497 A	21-11-2012	KEINE	
US 2012282563 A1	08-11-2012	KEINE	

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 2643412 A [0005] [0030]
- DE 29921607 U1 [0005] [0008] [0010] [0019] [0030]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- DIN 1082-4. Januar 2007 [0017] [0028]