



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(21) Anmeldenummer: **17187622.0**

(22) Anmeldetag: **24.08.2017**

(51) Int Cl.:
F27B 3/14 (2006.01) **F27B 9/34** (2006.01)
F27D 1/00 (2006.01) **F27D 1/02** (2006.01)
F27D 1/14 (2006.01) **F27D 1/16** (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01)

(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

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

(72) Erfinder: **Kerschbaum, Harald**
7052 Müllendorf (AT)

(74) Vertreter: **Pacher, Peter**
RHI AG
DIP - IP Management
Magnesitstraße 2
8700 Leoben (AT)

(54) **INDUSTRIEOFEN MIT TRAGEKONSTRUKTION**

(57) Die Erfindung betrifft einen Industrieofen (100) mit einer Ofenstruktur (60), insbesondere mit einem Ofenmantel (60), einem Aufbau aus feuerfesten Material, und einer Industrieofen-Tragekonstruktion (10, 10') welche zumindest umfasst:

- ein Tragelement (15, 15', 15'') mit einem ersten Ende (20.1, 20.1') und einem zweiten Ende (20.2, 20.2');
- zwei Führungselementen (70);
- wobei jedes Führungselement (70) umfasst:
- ein Gehäuse (71), ein Abstandselement (72), ein Translationselement (73);

- wobei jedes Gehäuse (71) zumindest ein Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') eines Tragelements (15, 15', 15'') zumindest teilweise umgibt, sodass sich das zumindest eine Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') im Gehäuse (71) in

horizontaler Richtung bewegen kann, also eine horizontale Führung des zumindest einen Endes (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') des Tragelements (15, 15', 15'') erreicht wird;

- und wobei durch das Abstandselement (72) von der Ofenstruktur (60) eines Industrieofens (100) über das Translationselement (73) eine horizontale Kraft auf das zumindest eine Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') des Tragelements (15, 15', 15'') übertragen werden kann;
- und wobei das Translationselement (73) eine Bewegung des Führungselements (70) relativ zu einer Ofenstruktur (60) eines Industrieofens (100) in zumindest vertikaler Richtung ermöglicht und zugleich eine Kraft in zumindest horizontaler Richtung von einer Ofenstruktur (60), insbesondere von einem Ofenmantel (60), eines Industrieofens (100) auf das Abstandselement (72) übertragen wird.

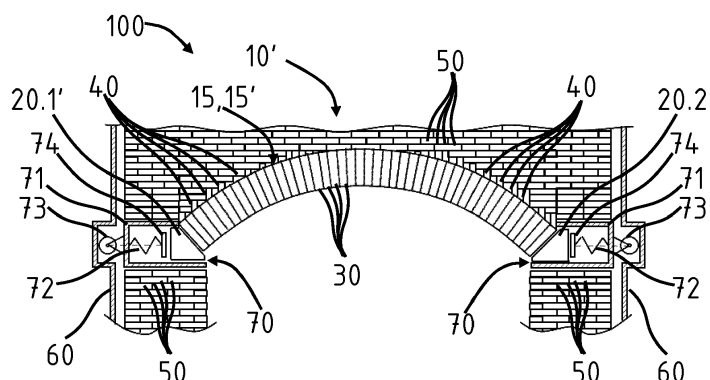


Fig. 1c

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Industrieofen mit einer Ofenstruktur mit einer Industrieofen-Tragekonstruktion.

[0002] Industrieöfen mit einer Industrieofen-Tragekonstruktion finden in verschiedenen Anwendungen, wie z.B. Kalköfen, insbesondere Kalkschachtöfen, Glasöfen, usw. Einsatz. Diese Tragekonstruktionen weisen im allgemeinen ein Tragelement auf. Dieses Tragelement kann beispielsweise ein monolithischer (gerader) Träger sein, oder auch ein gewölbeartiger Tragbogen. Wie in Fig. 5 gezeigt, kann ein Tragelement z.B. aus Widerlager Steinen (20.1', 20.2') und zwischen den Widerlager Steinen angeordneten Tragbogen Steinen (30), bestehen, welche gemeinsam einen gewölbeartigen Tragbogen (15') bilden.

[0003] Beim Aufheizen und Abkühlen (z.B. Abheizen oder Niederfahren) des Ofens kommt es zwangsläufig zu thermischen Dehnungen des Tragelements bzw. der Steine der Tragkonstruktion. Bei bekannten Trägern oder gewölbeartige Industrieofen-Tragekonstruktion besteht das Problem, dass solche Dehnungen nicht oder nur schlecht kompensiert werden können. So werden beispielsweise beim Aufheizen z.B. bei gewölbeartigen Industrieofen-Tragekonstruktionen einzelne Steine nach außen und nach oben gedrückt. Dabei entstehen Relativbewegungen zwischen der Tragekonstruktion und der restlichen Ofenkonstruktion. So werden beispielsweise beim Aufheizen die Enden des Tragelements (bzw. die Widerlager Steine) irreversibel nach außen horizontal gedrückt, was zu einer teilweisen irreversiblen Verschiebung der darunterliegenden Mauerwerk Steine führt. Beim Abkühlen (Abheizen) kommt es dann zu Rissbildungen, und bei Tragbogen Konstruktionen zusätzlich aufgrund der nun weiter auseinander liegenden Widerlager Steine zu Senkungen der Tragbogen Steine, so dass der Steinverbund des Tragbodens geschwächt wird. Dies kann im schlechtesten Fall dazu führen, dass Steine brechen oder herausfallen, so dass die gesamte Tragekonstruktion zusammenbricht. Diese Zusammenbrechen wird im Stand der Technik für Tragbogen durch Stabilisierung der Steine untereinander verhindert. Die Stabilisierung kann z.B. durch verschiedene Profilierungen der Steine erfolgen, wie in der EP 2 796 821 A1 beschrieben. Teilweise wurde versucht, durch unter Druck stehende Blattsegmente aus Asbest Fasern einen Ausgleich von thermischen Spannungen zu erzielen, wie etwa in der US 3,489,401 beschrieben.

[0004] Ein weiteres Problem tritt auf, indem die nach außen gedrückten Enden / Steine direkt oder indirekt auf die Ofenkonstruktion / den Ofenmantel drücken. Dies hat zur Folge, dass in diesem Bereich eine erhöhte Reibung bzw. ein Verkleben / Verkeilen der Feuerfeststeine gegenüber der Ofenkonstruktion / dem Ofenmantel stattfindet. Beim Aufheizen dehnen sich die unter der Tragekonstruktion liegenden Mauerwerk Steine in vertikaler Richtung aus. Im Bereich der Tragekonstruktion kann

diese vertikale Ausdehnung aufgrund der genannten Verklebungen nicht bzw. nur schlecht (unter hoher Krafteinwirkung) erfolgen und es können sich Risse bilden, welche den Steinverbund schwächen und die Ofenlaufzeit reduzieren.

[0005] Dabei treten die genannten Probleme verstärkt im Zusammenhang mit großen Träger / Tragbogen-Spannweiten aus, beispielsweise bei Tragbogen mit mehr als 3 m oder 4 m Spannweite. Hier erlaubt die erfindungsgemäße Tragelement-Konstruktion neue Freiheiten im Ofendesign, da beispielsweise zwei Bögen mit mittlerem Stützpfeiler durch eine einzelne Tragekonstruktion ersetzt werden können, wobei die Ofenlaufzeit dadurch keine Reduktion erfährt, bzw. teilweise die Ofenlaufzeit sogar erhöht werden konnte.

[0006] Der Erfindung setzt sich zum Ziel, die Spannungsrisse im Übergangsbereich der Tragekonstruktion und der seitlichen Mauerwerk Steine in einem Industrieofen zu reduzieren.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen alternativen Industrieofen mit einer Industrieofen-Tragekonstruktion bereitzustellen, welche einen einfachen Aufbau eines Tragelements (z.B. eines Tragbogens) in einem Industrieofen ermöglicht und einen langen und sicheren Betrieb des Industrieofens ermöglicht.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Industrieofen mit einer Ofenstruktur, insbesondere eines Ofenmantels, und einem in der Ofenstruktur befindlichen Aufbau aus feuerfesten Material, mit einer Industrieofen-Tragekonstruktion gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Unter Ofenstruktur wird im weiteren eine äußere Umhüllung eines Industrieofens verstanden, welche vorzugsweise zum Großteil aus einem metallischen Werkstoff gebildet wird. Die Ofenstruktur kann insbesondere einen Ofenmantel umfassen. Die Ofenstruktur kann insbesondere weitere Verstärkungselemente umfassen, wie etwa verschiedene Tragelemente. Die Ofenstruktur kann also zum Beispiel einen Ofenmantel mit weiteren Verstärkungselementen, wie etwa I- oder T-Träger umfassen. Die Ofenstruktur kann aber auch in der Art einer (umlaufenden) Schelle auf der Höhe der Tragekonstruktion sein.

[0010] Unter in der Ofenstruktur befindlichen Aufbau aus feuerfesten Material wird ein Aufbau (wie z.B. Mauerwerk, Wände, Säulen, Träger etc.) aus feuerfesten Steinen und / oder aus feuerfesten Massen verstanden (feuerfest gem DIN 51060:2000-06 / ISO/R 836). Die Steine (wie etwa die Widerlager Steine, Tragbogen Steine, Ausgleichslagen Steine, Mauerwerk Steine) sind aus feuerfesten Materialien, bevorzugt sind gebrannte Steine (z.B. MgO, Al₂O₃ / SiO₂). Als Mauerwerk Steine werden alle Steine des Mauerwerks bezeichnet, also insbesondere die Steine der seitlichen Mauern / Wände eines Industrieofens, aber auch die Steine von z.B. Mauerteilen die über dem Tragelement (wie z.B. dem Träger / Tragbogen) angeordnet sind. Im Übergang zwischen der ge-

wölbeförmigen (runden) Geometrie des Tragbogens zu einer möglichen darüberliegenden Mauer können sogenannte Ausgleichslagen Steine angeordnet sein.

[0011] Die Anwendungstemperaturen in einem Industrieofen, wie beispielsweise im Überströmkanal in einem Kalkofen, liegen regelmäßig bei ca. 900-1100 °C.

[0012] Der Kerngedanke der Erfindung beruht insbesondere auf dem Zusammenspiel folgender Erkenntnisse:

- dass eine Reduzierung der Relativbewegung zwischen zumindest folgenden Komponenten eines Aufbaus einer Tragekonstruktion in einem Industrieofen notwendig ist: den Enden des Tragelement (z.B. der Widerlager Steine) gegenüber den seitlichen Aufbau / Mauerwerksteinen in vertikaler Richtung - oder in anderen Worten: dass die Tragkonstruktion sich mit den seitlichen Mauerwerk Steinen bei Ausdehnung derselben in vertikaler Richtung mit der Ausdehnung mitbewegen kann, also quasi auf dem seitlichen Mauerwerk "schwimmt";
- dass ein reversibler Dehnungsausgleich des Tragelement (bzw. der Tragbogen Steine und der Widerlager Steine) in horizontaler Richtung erreicht werden soll, sodass ein Angleich der Dehnung des Tragelements (zB. der Tragbogen Steine und Widerlager Steine) zur Dehnung der darüberliegenden Mauerwerk Steine erreicht wird (bzw. zusätzlich auch der darüberliegenden Ausgleichslagen Steine);
- wobei insbesondere beim Abkühlen der reversible Dehnungsausgleich in horizontaler Richtung dafür sorgt, dass das Tragelement keiner Belastung aus einer Zugspannungskomponente ausgesetzt wird, bzw. der Tragbogen sich nicht, bzw. nur geringfügig, setzen kann.

[0013] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform betrifft einen Industrieofen mit einer Ofenstruktur, insbesondere mit einem Ofenmantel, und einem einem (integralen, in der Ofenstruktur befindlichen) Aufbau aus feuerfestem Material (wie etwa Steinen), insbesondere mit einer seitlichen Wand, mit einer Industrieofen-Tragekonstruktion zumindest umfassend:

- ein Tragelement mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende;
- zwei Führungselementen;
- wobei jedes Führungselement umfasst:
 - ein Gehäuse, ein Abstandselement, ein Translationselement und optional eine Platte;
- wobei jedes Gehäuse zumindest ein Ende eines Tragelements zumindest teilweise umgibt, sodass sich das zumindest eine Ende im Gehäuse in horizontaler Richtung bewegen kann, also eine horizontale Führung des zumindest einen Endes des Tragelements erreicht wird;

- und wobei durch das Abstandselement von der Ofenstruktur über das Translationselement und optional über die Platte eine horizontale Kraft auf das zumindest eine Ende des Tragelements übertragen werden kann bzw. übertragen wird;
- und wobei das Translationselement eine Bewegung des Führungselements relativ zu einer Ofenstruktur eines Industrieofens in (zumindest) vertikale Richtung ermöglicht und zugleich eine Kraft in (zumindest) horizontaler Richtung von einer Ofenstruktur, insbesondere von einem Ofenmantel, eines Industrieofens auf das Abstandselement überträgt.

[0014] Das Führungselement kann in allen Ausführungsformen in den Aufbau aus feuerfesten Material integriert sein. Der Aufbau aus feuerfesten Steinen kann beispielsweise Mauerwerk-Steine umfassen, welche eine seitliche Wand bilden. Beispielsweise kann das Führungselement auf eine seitliche Wand gestützt sein.

[0015] Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen gewölbeartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfestem Material (z.B. Steinen) kann dabei folgende Merkmale aufweisen umfassen:

- zwei Widerlager-Steine;
- einer Mehrzahl von Tragbogen-Steine angeordnet zwischen den zwei Widerlager-Steinen, sodass die Widerlager-Steine und die Tragbogen-Steine zusammen einen gewölbeartigen Tragbogen bilden;
- sowie zwei Führungselemente;
- wobei jedes Führungselement beinhaltet:
 - ein Gehäuse, vorzugsweise aus Stahl, ein Abstandselement (auch Abstandshalter), ein Translationselement und optional eine Platte;
- wobei jedes Gehäuse zumindest einen Widerlager Stein zumindest teilweise umgibt, sodass sich der Widerlager Stein im Gehäuse in horizontaler Richtung bewegen kann, also eine horizontale Führung des Widerlager Steines erreicht wird;
- und wobei durch das Abstandselement von der Ofenstruktur über das Translationselement und optional über die Platte eine horizontale Kraft auf den Widerlager-Stein übertragen werden kann, bzw. übertragen wird;
- und wobei das Translationselement derart ausgebildet ist, dass eine Bewegung des Führungselements relativ zu einer Ofenstruktur, insbesondere eines Ofenmantels, eines Industrieofens in vertikale Richtung ermöglicht wird und zugleich eine Kraft in horizontaler Richtung von einer Ofenstruktur, insbesondere eines Ofenmantels, eines Industrieofens auf das Abstandselement übertragen werden kann, bzw. übertragen wird.

[0016] Eine erfindungsgemäße Ausführung betrifft einen Industrieofen mit einer Ofenstruktur, insbesondere

mit einem Ofenmantel, und einem (integralen, in der Ofenstruktur befindlichen) Aufbau aus feuerfesten Material (Steinen), insbesondere mit einer seitlichen Wand, mit einer gewölbte Industriofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen umfassend:

- zwei Widerlager-Steine;
- einer Mehrzahl von Tragbogen-Steine angeordnet zwischen den zwei Widerlager-Steinen, sodass die Widerlager-Steine und die Tragbogen-Steine zusammen einen gewölbte Tragbogen bilden;
- sowie zwei Führungselemente;
- wobei jedes Führungselement umfasst:
 - ein Gehäuse, vorzugsweise aus Stahl, ein Abstandselement (auch Abstandshalter), ein Translationselement und optional eine Platte;
- wobei jedes Gehäuse zumindest einen Widerlager Stein zumindest teilweise umgibt, sodass sich der Widerlager Stein im Gehäuse in horizontaler Richtung bewegen kann, also eine horizontale Führung des Widerlager Steines erreicht wird;
- und wobei durch das Abstandselement von der Ofenstruktur eines Industriofens über das Translationselement und optional über die Platte eine horizontale Kraft auf den Widerlager-Stein übertragen werden kann, bzw. übertragen wird;
- und wobei das Translationselement eine Bewegung des Führungselements relativ zu einer Ofenstruktur eines Industriofens in vertikale Richtung ermöglicht und zugleich eine Kraft in horizontaler Richtung von einer Ofenstruktur eines Industriofens auf das Abstandselement übertragen werden kann bzw. übertragen wird.

[0017] Diese erfindungsgemäße Ausführung beschreibt einen Industriofen mit einer gewölbte Industriofen-Tragekonstruktion (arch like industrial furnace support construction), wobei das Tragelement als Tragbogen (supporting arch) ausgebildet ist und der Tragbogen umfasst:

- zwei Widerlager Steine (skewback brick), wobei das erste Ende des Tragelements durch den ersten Widerlager Stein und das zweite Ende des Tragelements durch den zweiten Widerlager Stein gebildet wird;
- und wobei eine Mehrzahl von Tragbogen-Steinen (arch bricks) zwischen den zwei Widerlager-Steinen angeordnet sind, sodass die Widerlager-Steine und die Tragbogen-Steine zusammen einen gewölbte Tragbogen als Tragelement bilden.

[0018] Das Translationselement erlaubt also gegenüber der Ofenstruktur einerseits eine Bewegung des gesamten Führungselements in vertikaler Richtung und überträgt (zusammen mit dem Translationselement) zu-

gleich von der Ofenstruktur eine Kraft in horizontaler Richtung auf das Ende des Tragelement (zB. den Widerlager Stein bei einer gewölbte Industriofen-Tragekonstruktion) und somit auf das gesamte Tragelement (zB. den Tragbogen). In einem Industriofen mit dem erfindungsgemäßen Aufbau wird durch die in vertikaler Richtung beweglichen Führungselemente das gesamte Tragelement (zB. Tragbogen) in vertikaler Richtung beweglich und dadurch wiederum auch der gesamte auf dem Tragelement (zB. Tragbogen) ruhende Aufbau (also beispielsweise darüberliegende Ausgleichslagesteine und darüberliegende Mauerwerk Steine).

[0019] Zur horizontalen Kraftübertragung auf das Ende des Tragelements (zB. den Widerlager Stein) kann im allgemeinen eine Platte verwendet werden, wobei diese Platte auch Teil einer zusammengesetzten Einheit sein kann, wie etwa einem Winkel oder einem Gehäuse. Die Platte sorgt für eine gleichmäßige (flächige) Übertragung der Kraft auf das Ende des Tragelements (zB. den Widerlager Stein). Die Platte bildet also vorzugsweise einen flächigen Kontakt mit dem Ende des Tragelements (zB. mit dem Widerlager Stein) an dessen äußerer Fläche, wobei die Platte einen flächige Kontakt mit einer Fläche von vorzugsweise zumindest 80 % der äußeren Fläche des Ende des Tragelements (zB. des Widerlager Steins) erzeugt.

[0020] Das Ende des Tragelements (zB. der Widerlager Stein) kann sich insbesondere im Gehäuse in horizontaler Richtung hin- und her- bewegen, also z.B. bei thermischer Expansion des Tragelements in Richtung der Ofenstruktur ("nach außen") und bei thermischer Kontraktion in Richtung der Mitte des Tragelements (zB. des Tragbogens) ("nach innen") bewegen.

[0021] Der (in der Ofenstruktur befindlichen) Aufbau aus feuerfestem Material (z.B. Steinen) umfasst eine Industriofen-Tragekonstruktion (z.B. aus feuerfesten Steinen) insbesondere als integralen Bestandteil dieses Aufbaus und somit des Industriofens, die Tragekonstruktion ist damit mit der restlichen Ofenstruktur (nicht reversibel lösbar) verbunden, oder in anderen Worten: die Industriofen-Tragekonstruktion ist insbesondere nicht Bestandteil eines reversibel lösbaren Teiles des Industriofens, wie beispielsweise einer zu öffnenden Ofendecke.

[0022] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industriofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industriofen sieht vor, dass das Abstandselement eine Druckfeder umfasst. Eine Druckfeder erlaubt eine reversible Positionsänderung des Ende des Tragelements (z.B. des Widerlager Steins). Bei Vorspannung der Druckfeder kann eine im großen und ganzen konstante Kraft auf das Ende des Tragelements übertragen wird.

[0023] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industriofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industriofen sieht vor, dass das Abstandselement eine Stahlfeder, insbesondere eine Blattfeder oder eine Tellerfeder umfasst. Dabei

erlaubt vor allem die besonders bevorzugte Tellerfeder eine sehr kompakte Bauweise bei gleichzeitig großem Kraftübertrag.

[0024] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Abstandselement zumindest eine Schraube umfasst. Im Gegensatz zu Druckfedern kann durch von außen (außerhalb der Ofenkonstruktion) zugängliche Schrauben eine sehr exakte Positionierung des Ende des Tragelements (zB. der Widerlager Steine) erfolgen. Bei innen (innerhalb der Ofenkonstruktion) liegenden Schrauben kann eine Einstellung z.B. der Vorspannung der Druckfeder bei Installation erfolgen. Eine Ausführungsform sieht vor, dass das Abstandselement sowohl Schrauben als auch zumindest eine Druckfeder umfasst. Damit lässt sich der Bereich der Positionierung des Ende des Tragelements (zB. die Widerlagerpositionierung) erhöhen.

[0025] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Translationselement eine Rolle oder ein Gleitlager umfasst. Vor allem die bevorzugte Rolle erlaubt eine Bewegung in vertikaler Richtung mit sehr geringer Reibung.

[0026] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Abstandselement direkt mit der Platte verbunden ist. In anderen Worten: das Abstandselement ist an dessen ersten Ende mit der Platte verbunden und beispielsweise an dessen zweiten Ende mit dem Gehäuse verbunden, und dieses ist dann mit dem Translationselement verbunden. Das Translationselement kann sich in (zumindest) vertikaler Richtung auf der Ofenstruktur bewegen, somit ist das gesamte Führungselement in (zumindest) vertikaler Richtung beweglich. Zugleich ist in diesem Fall ist eine sehr gleichmäßige horizontale Kraftübertragung vom Abstandselement auf die Platte gegeben, was dazu führt, dass Spannungen im Bereich des Ende des Tragelements (zB. im Widerlager Stein) minimiert werden und die Lebensdauer des Aufbaus im Bereich des Endes des Tragelements (zB. des Widerlager Steins) erhöht wird.

[0027] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Abstandselement direkt mit der Ofenstruktur verbunden ist. In anderen Worten: Das Abstandselement ist an dessen ersten Ende direkt mit der Ofenstruktur verbunden und an dessen zweiten Ende mit dem Translationselement verbunden. Das Gehäuse kann eine Ausnehmung oder ein gänzlich offene Seite aufweisen, durch die das Abstandselement bzw. die Verbindung zwischen Abstandselement und Translationselement hindurchgeht. Das Gehäuse ist relativ zu Abstandselement und Translationselement in (zumindest) vertikaler Rich-

tung beweglich. Das Translationselement kann sich in (zumindest) vertikaler Richtung auf dem Ende des Tragelements oder auf der optionalen Platte bewegen. Somit ist das Gehäuse, die optionale Platte und das Ende des Tragelements (zB. der Widerlager Stein) in (zumindest) vertikaler Richtung (gemeinsam) beweglich. In diesem Fall ist die horizontale Kraftübertragung das Ende des Tragelement (bzw. auf die Platte) weniger gleichmäßig, dafür wird durch die direkte Verbindung von Abstandselement und Ofenstruktur erreicht, dass nur wenige bewegliche Teile vorhanden sind und die Konstruktion der Kraftübertragung sehr einfach instandzuhalten ist.

[0028] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Gehäuse des Führungselements fest mit dem darunterliegenden (und bevorzugt auch mit dem darüberliegenden) Mauerwerk Steinen verbunden ist. In anderen Worten: das Gehäuse des Führungselements ist Teil der seitlichen Wände des Ofens. Jede Bewegung / Dehnung des Mauerwerks wird direkt auf das Gehäuse des Führungselements übertragen. Es kommt also zu keinen Relativbewegungen zwischen dem Gehäuse des Führungselements und den Mauerwerk Steinen. Die Verbindung des Gehäuses mit den Mauerwerk Steinen kann dabei einfach durch die Reibungskräfte zwischen dem Gehäuse und den Mauerwerk Steinen erfolgen, oder durch zusätzliche Verbindungselemente, wie etwa Anker, Schrauben oder Vorsprünge im Gehäuse oder dergleichen, erfolgen.

[0029] Das Ende des Tragelements (zB. der Widerlager Stein) ist vorzugsweise derart im Gehäuse angeordnet, dass sich das Ende des Tragelements (z.B. der

[0030] Widerlager) Stein bei einer thermischen Expansion des Tragelements (z.B. des Tragbogens), aufgrund der thermischen Expansion der des Tragelements (z.B. der Tragbogen Steine und der Widerlager Steine) innerhalb des Gehäuses und gegenüber (also relativ zu) dem Gehäuse in vertikaler Richtung bewegen kann, sodass die thermische Expansion durch diese Bewegung ausgeglichen werden kann.

[0031] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Führungselement so ausgebildet ist, dass sich das Ende des Tragelements (zB. der Widerlager Stein) im Gehäuse in horizontaler Richtung in einem Bereich von mindestens 1% bis 1.8% der Länge des Tragelements (also des Abstandes der äußersten Enden des Tragelement, also bei einem Tragebogen der Abstandes der Widerlager Steine, bei einem Träger der Abstand der Enden) (also z.B. 50 mm bis maximal 63 mm bei 3.5 m Spannweite oder auch 64 mm bis maximal 81 mm bei 4.5 m Spannweite) bewegen kann. Das Führungselement ist dabei so ausgebildet, dass diese die maximal auftretenden Druckspannungen im Bereich von 30N/cm² bis 140 N/cm² aufnehmen können. Somit werden die aus

diesen Druckspannungen in Abhängigkeit der Übertragungsfläche (= Fläche der Rückseite der Widerlager oder der Enden) auftretenden Horizontalkräfte, aufgenommen. Damit kann einerseits eine thermische Expansion des Tragelements (z.B. des Tragbogens) auf beiden Seiten des Tragelements (z.B. des Tragbogens) durch die Bewegung der zwei Enden des Tragelements (z.B. der zwei Widerlager Steine) "nach außen" aufgenommen werden. Andererseits führt die gleichmäßige Kraft dazu, dass beim Abkühlen die thermische Kontraktion des Tragelements kontinuierlich durch die Bewegung der zwei Enden des Tragelements (z.B. der zwei Widerlager Steine) "nach innen" kompensiert wird und damit eine Zugspannungskomponente des Tragelements (bzw. ein Senken des Tragbogens) verhindert wird.

[0032] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass das Führungselement einen mechanischen oder elektronischen Sensor zur Messung der in horizontaler Richtung aufgenommenen Kraft und/oder den vom Ende des Tragelements zurückgelegten Weges umfasst. Dies erlaubt einerseits eine Zustandskontrolle des Führungselements und zusätzlich eine Eingriffsmöglichkeit (z.B. Steuerung von außen), beispielsweise über Einstellung des Abstandselementes, also etwa durch Verstellung der Schrauben.

[0033] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen mit einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion sieht vor, dass die Tragbogen-Steine der gewölbartige Industrieofen-Tragekonstruktion in zumindest zwei übereinander liegenden Reihen angeordnet werden, sodass sich zwei übereinander liegende, gewölbartige Tragbogen ergeben. Dies erlaubt eine einfache Austauschbarkeit des unteren Bogens, da der obere Bogen das darüberliegende Mauerwerk halten kann.

[0034] Eine erfindungsgemäße Ausführung einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen oder eines erfindungsgemäßen Industrieofen sieht vor, dass die gewölbartige Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen eine Spannweite mehr als 3 m, insbesondere mehr als 4 m, umfasst, also der Abstand zwischen den zwei Widerlager Steinen mehr als 3 m, insbesondere mehr als 4 m, beträgt. Damit wird erreicht, dass die derzeit im Einsatz befindlichen Doppelbögen (mit mittigem Pfeiler) durch einen einzelnen Bogen ersetzt werden können. Dies erleichtert die Installation (Entfall eines Pfeileraufbaus) und Verlängert die Betriebszeit (kein Verschleiß / keine Risse im Bereich des Pfeilers) des Industrieofens.

[0035] Eine erfindungsgemäße Ausführung eines Industrieofen sieht vor, dass der Industrieofen ein Kalkofen ist.

[0036] Eine erfindungsgemäße Ausführung eines Industrieofen sieht vor, dass der Industrieofen ein Kalkofen, insbesondere ein GGR Kalkofen (Gegenstrom-Re-

generativ-Kalkofen) ist, mit einem ersten Schacht und einem zweiten Schacht und einem den ersten Schacht mit dem zweiten Schacht verbindenden Überströmkanal ist, wobei der obere Teil des Überströmkanals durch die Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen gebildet wird. In einer speziellen Ausführungsform wird der obere Teil des Überströmkanals durch genau eine Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen gebildet, also insbesondere ohne einen Doppelbogen mit mittigem Pfeiler. Durch den erfindungsgemäßen Aufbau werden signifikant längere Betriebszeiten von Kalköfen erreicht. Insbesondere wird für diese Ausführung die gewölbartige Industrieofen-Tragekonstruktion vorgesehen.

[0037] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie den sonstigen Anmeldeunterlagen, und werden anhand der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen schematisch:

Fig. 1a zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Industrieofen-Tragekonstruktion mit einem als Träger ausgebildeten Tragelement.

Fig. 1b zeigt eine schematische Darstellung mit einer erfindungsgemäßen gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen.

Fig. 1c zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Industrieofens mit einer erfindungsgemäßen gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen.

Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Industrieofens mit einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen.

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Industrieofens mit einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion aus feuerfesten Steinen.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt eines Kalkofens mit Schnittlinie A-A.

Fig. 5 zeigt einen Querschnitt A-A eines Kalkofens mit Doppelbogen und mittigem Pfeiler.

Fig. 6 zeigt einen Querschnitt A-A einer erfindungsgemäßen Ausführung eines Kalkofens mit einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion.

[0038] Fig. 1a zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Industrieofen-Tragekonstruktion (10) mit einem als Träger (15) ausgebildeten Tragelement (15), mit einem ersten Ende des Trägers (20.1) und einem zweiten Ende des Trägers (20.2). Der Träger (15) ist dabei ein monolithisch gegossener und getrockneter Träger (15) z.B. aus einer feuerfesten Masse, wie etwa eine Hochtonerde Masse. Fig. 1b zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion (10') aus feuerfesten Steinen mit einem Tragbogen (15'), und Fig. 1c zeigt einen Industrieofen (100) mit einer erfindungsgemäßen

gewölbeartigen Industrieofen-Tragekonstruktion (10') aus feuerfesten Steinen.

[0039] In der Ausführung gemäß Fig. 1b und 1c werden durch den ersten Widerlager Stein (20.1') und den zweiten Widerlager Stein (20.2') sowie den zwischen diesen zwei Widerlager Steinen (20.1', 20.2') angeordneten Tragbogen Steinen (30) wird ein gewölbeartiger Tragbogen (15') gebildet. Die Widerlager Steine (20.1', 20.2') werden durch ein Führungselement (70) geführt.

[0040] Das Führungselement (70) ist in vertikaler Richtung gegenüber einer Ofenstruktur (60) beweglich, sodass sich bei einer thermischen Expansion

[0041] (Wärmeausdehnung) der unter dem Führungselement (70) liegenden Mauerwerk Steine (50) das Führungselement (70) entlang der Ofenstruktur (60) aufwärts, bzw. bei thermischen Kontraktion (Wärmeschrumpfung) abwärts bewegen kann. Zugleich wird auch die thermische Expansion des Tragelements (15) durch Führung der Enden (20.1, 20.2) des Tragelements (15) bzw. der Widerlager Steine (20.1', 20.2') durch das Führungselement (70) ausgeglichen. Es wird durch das Führungselement (70) auf die Enden (20.1, 20.2) des Trägers (15''), bzw. die Widerlager Steine (20.1', 20.2') eine horizontale Kraft aufgebracht. Im Fall der Expansion wandern die Enden (20.1, 20.2) des Tragelements (15) bzw. die zwei Widerlager Steine (20.1', 20.2') kontrolliert durch diese horizontale Kraft auseinander. Bei thermischer Kontraktion des Tragelements (15) (des Trägers (15'') oder des Tragbogens (15')) wandern die Enden (20.1, 20.2) des Trägers (15'') bzw. die Widerlager Steine (20.1', 20.2') wieder kontrolliert zusammen. Bei der gewölbeartigen Tragekonstruktion (10') wird dadurch ein Setzen des Tragbogens (15') verhindert.

[0042] Bei Installation der erfindungsgemäßen gewölbeartigen Industrieofen-Tragekonstruktion (10') aus feuerfesten Steinen in einem Industrieofen (100) wird, wie in Fig. 1c gezeigt, die Tragekonstruktion (10') in die Mauerwerk Steine (50) welche die seitlichen Mauern / Begrenzungen des Industrieofens (100) bilden, integriert. In anderen Worten: Das Führungselement (70) der erfindungsgemäßen gewölbeartigen Industrieofen-Tragekonstruktion (10) aus feuerfesten Steinen ist in der seitlichen Mauer des Ofens integriert, bzw. das Gehäuse (71) des Führungselements (70) ist fest mit dem darunterliegenden Mauerwerk Steinen (50) verbunden. Das seitliche Mauerwerk wird beispielsweise über dem Führungselement (70) fortgesetzt, das heißt, dass auch über dem Führungselement (70) eine seitliche Ofenwand (60) durch Mauerwerk Steine (50) gebildet werden. Über dem gewölbeartigen Tragbogen (15') werden Ausgleichslagen Steine (40) (oder alternativ eine feuerfeste Masse) zum Ausgleich der (runden) Gewölbeform, welche durch die Tragbogen Steine (30) gebildet werden, an die gerade Form der über dem Tragbogen (15') liegenden Mauerwerk Steine (50) vorgesehen.

[0043] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen zwei Ausführungsformen der gewölbeartigen Industrieofen-Tragekonstruktion (10') aus feuerfesten Steinen. Die folgenden Ausführungen

gelten jedoch auch analog für die Ausführungsform der Industrieofen-Tragekonstruktion (10) mit einem Träger (15''). Fig. 2 und Fig. 3 zeigen im Detail zwei Ausführungsformen des Führungselementes (70), welches aus Gehäuse (71), Abstandselement (72), Translationselement (73) und Platte (74) besteht und einen Widerlager Stein (20.1', 20.2') führt. Das Gehäuse (71) umgibt teilweise den Widerlager Stein (20.1', 20.2') welcher sich in dem Gehäuse (71) in horizontaler Richtung bewegen kann, der Bewegung nach außen wird eine Kraft entgegengesetzt, welche durch die Platte (74) auf den Widerlager Stein (20.1', 20.2') aufgebracht wird.

[0044] In der Ausführungsform nach Fig. 2 ist das Abstandselement (72) direkt mit der Platte (74) verbunden. Das Abstandselement ist hier beispielsweise eine Druckfeder (72) aus Stahl. Diese Druckfeder (72) ist an einem Ende mit der Platte (74) verbunden und am anderen Ende mit dem Gehäuse (71) verbunden. Das Gehäuse (71) ist wiederum mit einem Translationselement (73), beispielsweise einer Rolle (73) verbunden. Die Rolle (73) kann in vertikaler Richtung auf der Ofenstruktur (60) rollen. Alternativ ist die Ofenstruktur (60) wiederum mit einem Translationselement (73), beispielsweise einer Rolle (73) verbunden. Die Rolle (73) kann in vertikaler Richtung auf dem Gehäuse (71) rollen. Somit ist das gesamte Führungselement (70) in vertikaler Richtung beweglich. Zugleich überträgt die Rolle (73) über das Gehäuse (71) über die Feder (72) auf die Platte (74), und somit auf den Widerlager Stein (20.1', 20.2'), eine horizontale Kraft vom Ofenmantel (60).

[0045] In der Ausführungsform nach Fig. 3 ist das Abstandselement (72) direkt mit der Ofenstruktur (60) verbunden. Das Abstandselement sind hier beispielsweise mehrere Tellerfedern (72) aus Stahl, alternativ oder zusätzlich kann das Abstandselement (72) Schrauben (72) beinhalten, welche eine horizontale Bewegung der Tellerfedern (72) erlauben. Diese Tellerfedern (72) sind an einem Ende mit der Ofenstruktur (60) verbunden und am anderen Ende mit dem Translationselement (73), beispielsweise einer Rolle (73) verbunden. Durch Verwendung von Tellerfedern (72) kann eine sehr kompakte Bauweise erreicht werden, sodass eine geradwandige Ofenstruktur (60) verwendet werden kann. Das Gehäuse (71) hat eine Ausnehmung (71.1) durch die Tellerfedern (72) bzw. die Verbindung zwischen Tellerfedern (72) und Rolle (73) hindurchgeht. In dieser Weise ist das Gehäuse zumindest in vertikaler Richtung gegenüber den Tellerfedern (72) und der Rolle (73) beweglich. Die Rolle (73) kann in vertikaler Richtung auf der Platte (74) rollen. Somit ist das Gehäuse (71), die Platte (74) und der Widerlager Stein (20.1', 20.2') in vertikaler Richtung (gemeinsam) beweglich. Zugleich übertragen die Tellerfedern (72) über die Rolle (73) auf die Platte (74), und somit auf den Widerlager Stein (20.1', 20.2'), eine horizontale Kraft.

[0046] Fig. 4 zeigt einen Querschnitt eines Kalkofens (100) mit Schnittlinie A-A. Der Kalkofen (100) hat beispielsweise einen ersten Schacht (101), einen zwei-

ten Schacht (102) und eine Überströmkanal (103) der die zwei Schächte (101, 102) verbindet. Jeder Schacht weist außerdem weitere Merkmale auf, wie beispielsweise Brennstoffzuführungsleitungen (104, 105).

[0047] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt A-A eines Kalkofens (100) mit Doppelbogen und mittigem Pfeiler. Dieser Aufbau mit einem Doppelbogen aus dem Stand der Technik weist den Nachteil auf, dass im Bereich des Pfeilers sehr hohe Abnützungen entstehen.

[0048] Fig. 6 zeigt einen Querschnitt A-A einer erfindungsgemäßen Ausführung eines Kalkofens (100) mit einer gewölbartigen Industrieofen-Tragekonstruktion (10). Die Ausführung ist ähnlich der Fig. 2 gezeigten Ausführungsform (alternativ auch gemäß Ausführungsform nach Fig. 3). Hier besteht der Tragbogen (15') aus zwei übereinanderliegenden Lagen von Tragbogen Steinen (30). Jede Lage der Tragbogen Steine (30) ist zwischen jeweils zwei Widerlager Steinen (20.1', 20.2') angeordnet, in anderen Worten die obere Reihe von Tragbogen Steinen (30) liegt zwischen zwei oberen Widerlager Steinen (20.1', 20.2') und die untere Lage von Tragbogen Steinen liegt zwischen zwei unteren Tragbogen Steinen (20.1', 20.2'). Auf jeder Seite der beiden Tragbogen (15') sind die zwei übereinanderliegenden Widerlager Steine (20.1', 20.2') in einem Gehäuse (21) des Führungselements (70) geführt und somit gemeinsam in horizontaler Richtung beweglich. Die Spannweite des Tragbogens (15') in diesem Beispiel beträgt 4.5 m. Die Widerlager Steine (20.1', 20.2') im Gehäuse (71) sind in horizontaler Richtung in einem Bereich von bis maximal 75 mm bewegbar. Dabei ist der Widerlager Stein (20.1', 20.2') bei Installation unter Raumtemperatur derart im Gehäuse (21) angeordnet, dass der Widerlager Stein (20.1', 20.2') 60 mm in Richtung zur Ofenstruktur (60) bewegbar ist. Damit kann eine thermische Expansion des Tragbogens (15') bis zu 60 mm auf beiden Seiten durch die Bewegung der zwei Widerlager Steine (20.1, 20.2) "nach außen" aufgenommen werden.

[0049] Bei der Ausführung des Abstandselements (72) als Feder (72) ist folgendes vorgesehen: Jede Feder (72) des Abstandselementes (72) wird zwischen 20% und 70% des möglichen Federweges vorgespannt, um den Tragbogen (15') oder Träger (15'') im (kalten) Einbauzustand in Position zu halten und eine definierte Anfangskraft einzustellen.

[0050] Durch thermische Expansion werden Drücke / Druckspannungen aufgebaut, welche im Bereich zwischen 30N/cm² und 140 N/cm² liegen können. Die daraus in Abhängigkeit der Übertragungsfläche der Widerlager-Steine (20.1', 20.2') oder der Enden (20.1', ;20.2) der Tragelemente (15) auftretenden Horizontalkräfte, werden von der/den Federn (72) der Abstandselemente (72) aufgenommen.

[0051] Die durch diesen Vorspannprozess gespeicherte Energie erzeugt eine Kraft welche die Widerlager-Steine (20.1, 20.2) oder die Enden (20.1 ;20.2) kontinuierlich nach innen drückt, sobald die beim Abkühlvorgang eintretende Kontraktion des Tragbogens (15) oder des

Trägers (15') eintritt. Ein Absinken des Tragbogens (15) oder des Trägers (15') wird damit verhindert.

BEZUGSZEICHENLISTE:

[0052]

- 10 Industrieofen-Tragekonstruktion (industrial furnace support construction)
- 10' Gewölbartige Industrieofen-Tragekonstruktion (arch like industrial furnace support construction)
- 15 Tragelement (support element)
- 15' Gewölbartiger Tragbogen (supporting arch)
- 15'' Träger (support)
- 20.1 erstes Ende des Tragelements (first end of support)
- 20.1' erster Widerlager Stein (first skewback brick)
- 20.2 zweites Ende des Tragelements (second end of support)
- 20.2' zweiter Widerlager Stein (second skewback brick)
- 30 Tragbogen-Steine (arch bricks)
- 40 Ausgleichslagen-Steine (creeper bricks)
- 50 Mauerwerk-Steine (wall bricks)
- 60 Ofenstruktur (kiln structure)
- 60.1 Vorsprung in der Ofenstruktur (portusion of the kiln structure)
- 70 Führungselement (guiding arrangement)
- 71 Gehäuse (housing)
- 71.1 Ausnehmung im Gehäuse (recess of the housing)
- 72 Abstandselement (spacer)
- 73 Translationselement (translatory element)
- 74 Platte (plate)
- 100 Industrieofen (industrial furnace)
- 101 erster Schacht (first shaft)
- 102 zweiter Schacht (second shaft)
- 103 Überströmkanal (overflow channel)
- 104 Brennstoffzuführungsleitung des ersten Schachts (fuel supply of first shaft)
- 105 Brennstoffzuführungsleitung des zweiten Schachts (fuel supply of second shaft)
- 106 Flamme (flame)

Patentansprüche

1. Industrieofen (100) mit einer Ofenstruktur (60), insbesondere mit einem Ofenmantel (60), einem Aufbau aus feuerfesten Material, und einer Industrieofen-Tragekonstruktion (10, 10') welche zumindest umfasst:

- ein Tragelement (15, 15', 15'') mit einem ersten Ende (20.1, 20.1') und einem zweiten Ende (20.2, 20.2');
- zwei Führungselementen (70);
- wobei jedes Führungselement (70) umfasst:

- ein Gehäuse (71), ein Abstandselement (72), und ein Translationselement (73);
- wobei jedes Gehäuse (71) zumindest ein Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') eines Tragelements (15, 15', 15'') zumindest teilweise umgibt, so dass sich das zumindest eine Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') im Gehäuse (71) in horizontaler Richtung bewegen kann, also eine horizontale Führung des zumindest einen Endes (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') des Tragelements (15, 15', 15'') erreicht wird;
- und wobei durch das Abstandselement (72) von der Ofenstruktur (60) eines Industrieofens (100) über das Translationselement (73) eine horizontale Kraft auf das zumindest eine Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') des Tragelements (15, 15', 15'') übertragen wird;
- und wobei das Translationselement (73) eine Bewegung des Führungselements (70) relativ zu einer Ofenstruktur (60) eines Industrieofens (100) in zumindest vertikaler Richtung ermöglicht und zugleich eine Kraft in zumindest horizontaler Richtung von einer Ofenstruktur (60), insbesondere von einem Ofenmantel (60), eines Industrieofens (100) auf das Abstandselement (72) überträgt.
2. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Abstandselement (72) eine Druckfeder (72) umfasst.
 3. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Abstandselement (72) eine Stahlfeder (72), insbesondere eine Blattfeder (72) oder eine Tellerfeder (72) umfasst.
 4. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Abstandselement (72) zumindest eine Schraube (72) umfasst.
 5. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Translationselement (73) eine Rolle (73) und/oder ein Gleitlager (73) umfasst.
 6. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei jedes Führungselement (70) weiters eine Platte (72) umfasst, und das Abstandselement (72) direkt mit der Platte (74) verbunden ist.
 7. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Abstandselement (72) direkt mit der Ofenstruktur (60) verbunden ist.
 8. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, mit Mauerwerk Steinen (50), wobei das Gehäuse (71) des Führungselements (70) mit den darunterliegenden Mauerwerk Steinen (50) verbunden ist.
 9. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Führungselement (70) so ausgebildet ist, dass sich das Ende (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') eines Tragelements (15, 15', 15'') im Gehäuse (71) in horizontaler Richtung in einem Bereich von 1 % bis 1.8% der Länge des Tragelements bewegen kann.
 10. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Führungselement (70) einen Sensor zur Messung der in horizontaler Richtung aufgenommenen Kraft und / oder des vom Endes (20.1, 20.1', 20.2, 20.2') des Tragelements (15, 15', 15'') zurückgelegten Weges umfasst.
 11. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Tragelement (15, 15', 15'') als Tragbogen (15') ausgebildet ist und der Tragbogen (15') umfasst:
 - zwei Widerlager Steine (20.1', 20.2'), wobei das erste Ende (20.1) des Tragelement (15, 15') durch den ersten Widerlager Stein (20.1') und das zweite Ende (20.2) des Tragelement (15, 15') durch den zweiten Widerlager Stein (20.2') gebildet wird, ;
 - und wobei eine Mehrzahl von Tragbogen-Steinen (30) zwischen den zwei Widerlager-Steinen (20.1', 20.2') angeordnet sind, sodass die Widerlager-Steine (20.1', 20.2') und die Tragbogen-Steine (30) zusammen einen gewölbeartigen Tragbogen (15') als Tragelement (15, 15') bilden.
 12. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Tragbogen-Steine (30) der gewölbeartige Industrieofen-Tragekonstruktion (10') in zumindest zwei übereinander liegenden Reihen angeordnet werden, sodass sich zwei übereinander liegende, gewölbeartige Tragbogen (15') ergeben.
 13. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die gewölbeartige Industrieofen-Tragekonstruktion (10') aus feuerfesten Steinen eine Spannweite mehr als 3 m, insbesondere mehr als 4 m, umfasst, also der Abstand zwischen den zwei Widerlager Steinen (20.1', 20.2') mehr als 3 m, insbesondere mehr als 4 m, beträgt.
 14. Industrieofen (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Industrieofen ein Kalkofen (100) mit einem ersten Schacht (101) und einem zweiten Schacht (102) und einem den ersten Schacht (101) mit dem zweiten Schacht (102) verbindenden Überströmkanal (103) ist, wobei der obere Teil des Überströmkanals (103) durch die Industrieofen-Trage-

konstruktion (10, 10') aus feuerfesten Steinen gebildet wird.

15. Industrieofen (100) mit einer Ofenstruktur (60), insbesondere mit einem Ofenmantel (60), mit Mauerwerk Steinen (50), einem Aufbau aus feuerfesten Steinen, und einer gewölbeartige Industrieofen-Tragekonstruktion (10') aus feuerfesten Steinen umfassend:
- zwei Widerlager-Steine (20.1', 20.2'); 10
 - einer Mehrzahl von Tragbogen-Steine (30) angeordnet zwischen den zwei Widerlager-Steinen (20.1', 20.2'), sodass die Widerlager-Steine (20.1', 20.2') und die Tragbogen-Steine (30) zusammen einen gewölbeartigen Tragbogen (15') bilden; 15
 - sowie zwei Führungselemente (70);
 - wobei jedes Führungselement (70) umfasst: 20
 - ein Gehäuse (71), ein Abstandselement (72), ein Translationselement (73) und eine Platte (74);
 - wobei jedes Gehäuse (71) zumindest einen Widerlager Stein (20.1', 20.2') zumindest teilweise umgibt, sodass sich der Widerlager Stein (20.1', 20.2') im Gehäuse (71) in horizontaler Richtung bewegen kann, also eine horizontale Führung des Widerlager Steines (20.1', 20.2') erreicht wird; 25 30
 - und wobei durch das Abstandselement (72) über das Translationselement (73) und über die Platte (74) eine horizontale Kraft auf den Widerlager-Stein (20.1', 20.2') überträgt; 35
 - und wobei das Translationselement (73) eine Bewegung des Führungselements (70) relativ zu einer Ofenstruktur (60) eines Industrieofens (100) in zumindest vertikale Richtung ermöglicht und zugleich eine Kraft in zumindest horizontaler Richtung von einer Ofenstruktur (60) eines Industrieofens (100) auf das Abstandselement (72) überträgt; 40
 - und wobei das Abstandselement (72) zumindest ein Element der Gruppe umfasst: eine Druckfeder, eine Stahlfeder, eine Blattfeder, eine Tellerfeder und eine Schraube; 45
 - und wobei das Translationselement (73) eine Rolle und/oder ein Gleitlager umfasst;
 - und wobei das Abstandselement (72) direkt mit der Platte (74) oder direkt mit der Ofenstruktur (60) verbunden ist; 50
 - und wobei das Gehäuse (71) des Führungselements (70) fest mit dem darunterliegenden Mauerwerk Steinen (50) verbunden ist. 55

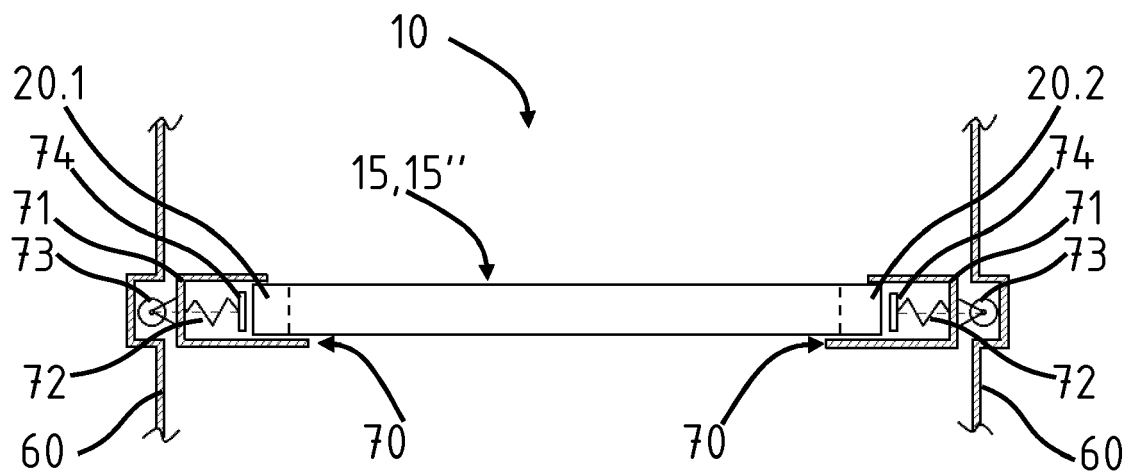


Fig. 1a

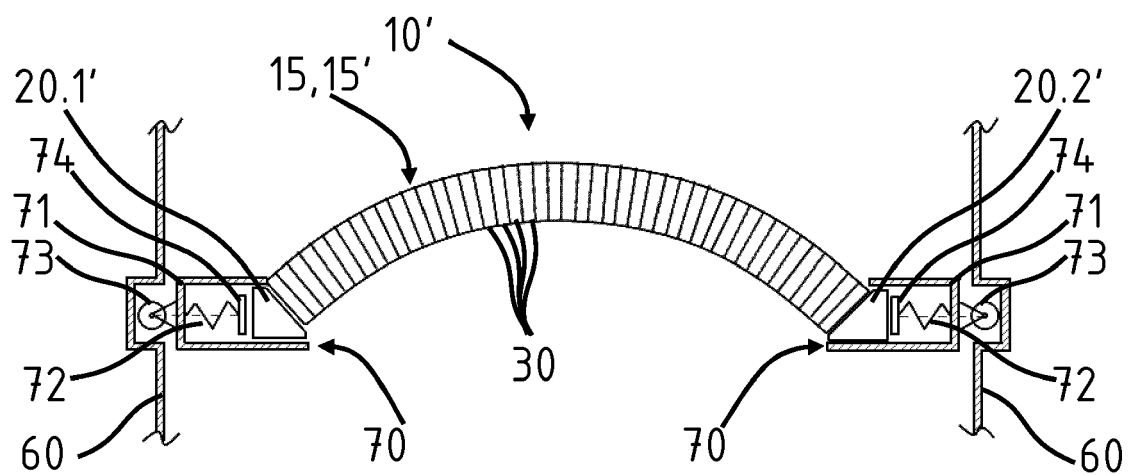


Fig. 1b

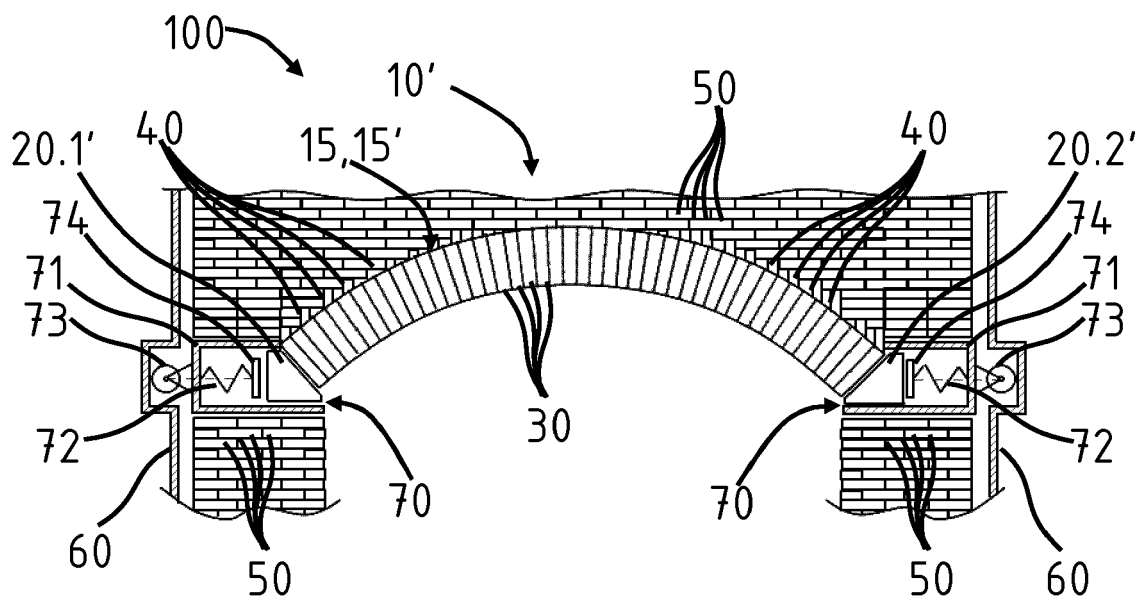


Fig. 1c

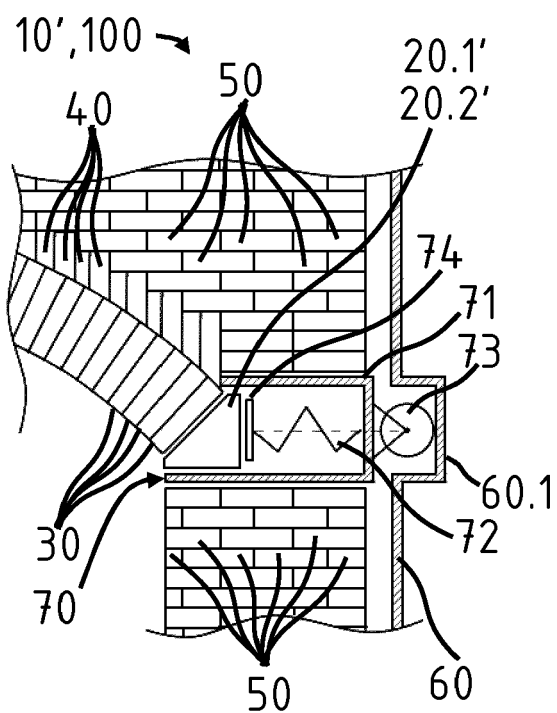


Fig. 2

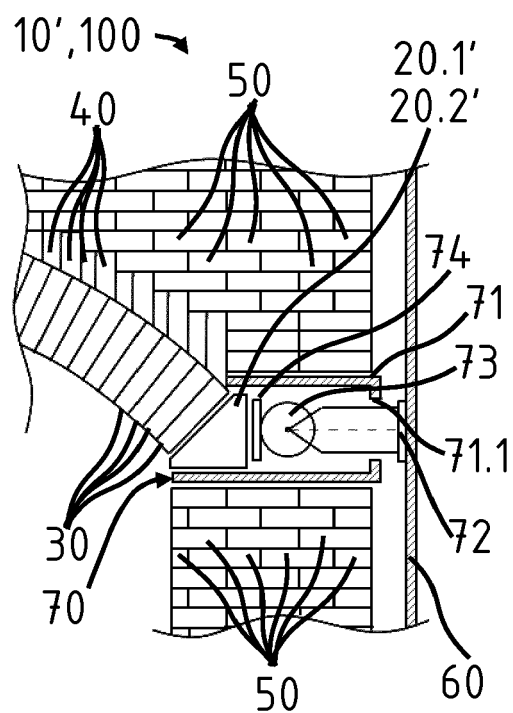


Fig. 3

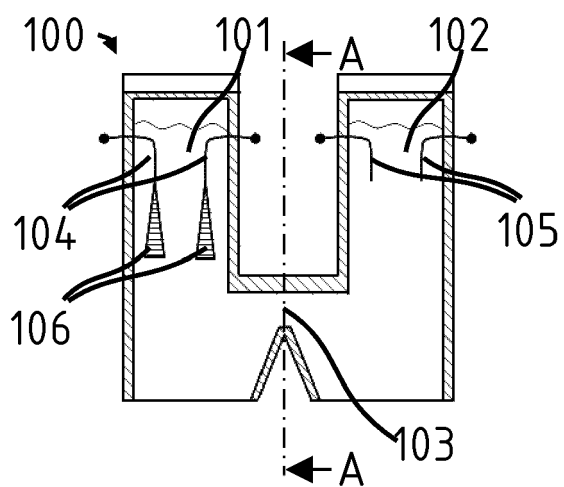


Fig. 4

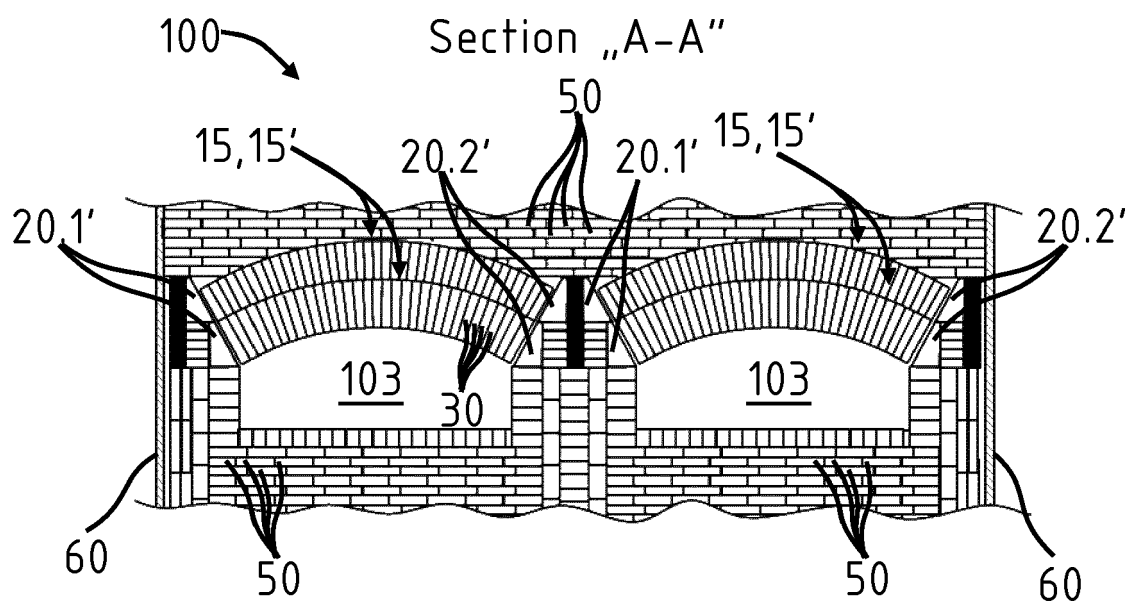


Fig. 5

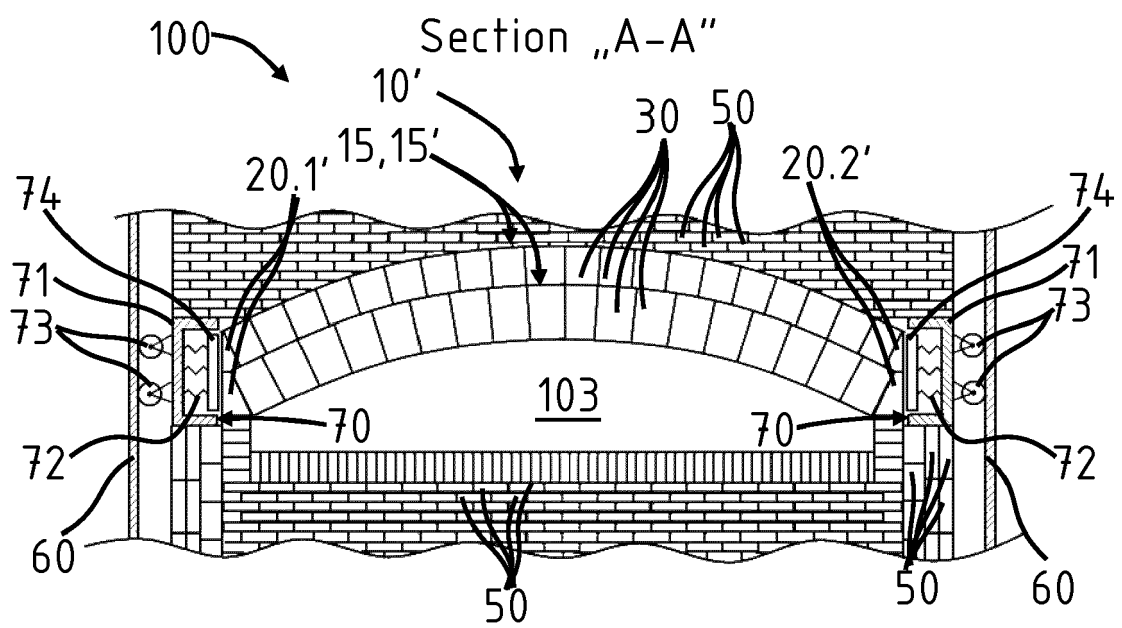


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 18 7622

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	US 2015/040805 A1 (HÜNLICH ANDREAS [DE]) 12. Februar 2015 (2015-02-12) * Abbildungen 1, 3-4, 7-9, 11 * * Absatz [0039] - Absatz [0041] * * Absätze [0003], [0026], [0032], [0034], [0043] - [0044], [0050], [0059] - [0060], [0062] *	1-15	INV. F27B3/14 F27B9/34 F27D1/00 F27D1/02 F27D1/14 F27D1/16 F27D21/00
A	"Thermal Expansion" In: Anonymous: "HARBISON-WALKER Handbook of Refractory Practice 2005", 1. Januar 2005 (2005-01-01), HARBISON-WALKER, Moon Township, PA 15108, XP055420157, Seite UR-4, * das ganze Dokument *	9	
A	US 3 183 865 A (ROSS ROBERT P) 18. Mai 1965 (1965-05-18) * Spalte 5, Zeilen 12-14 *	13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27B F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 31. Oktober 2017	Prüfer Momeni, Mohammad
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 03.92 (P04C03)

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

EP 17 18 7622

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.

31-10-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2015040805 A1	12-02-2015	CN 104246404 A	24-12-2014
			DE 202012100976 U1	01-07-2013
			EP 2828596 A1	28-01-2015
			US 2015040805 A1	12-02-2015
			WO 2013139776 A1	26-09-2013
20	US 3183865 A	18-05-1965	DE 1433463 A1	07-11-1968
			GB 1003069 A	02-09-1965
			LU 43294 A1	04-05-1963
			US 3183865 A	18-05-1965
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- EP 2796821 A1 [0003]
- US 3489401 A [0003]