



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2002 Patentblatt 2002/45

(51) Int Cl.7: **F27D 1/02**

(21) Anmeldenummer: **02008499.2**

(22) Anmeldetag: **15.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Refratechnik Holding GmbH**
85737 Ismaning (DE)

(72) Erfinder: **Kassau, Klaus-Detlef**
37191 Hardegsen (DE)

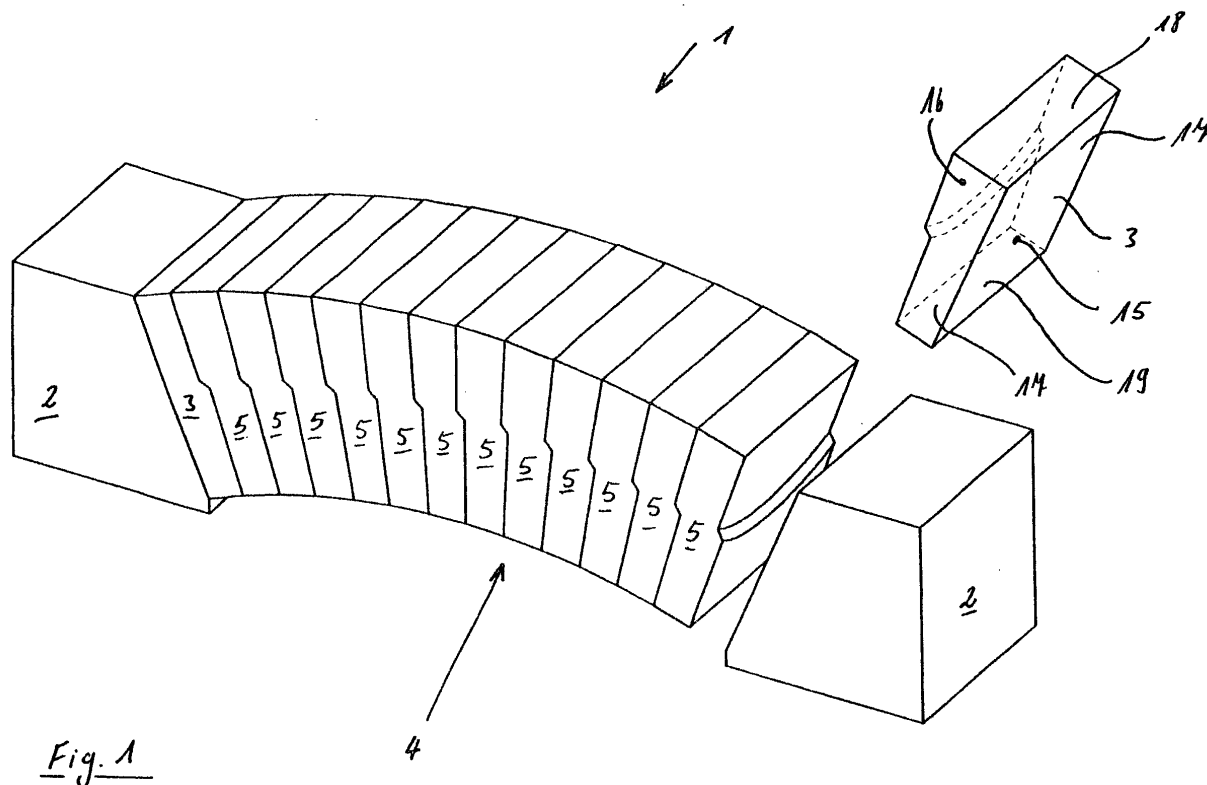
(30) Priorität: **04.05.2001 DE 10121699**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dr. Solf & Zapf**
Candidplatz 15
81543 München (DE)

(54) **Tragbogenaufbau sowie Verfahren zur Herstellung eines Tragbogens**

(57) Die Erfindung betrifft einen Tragbogenaufbau, wobei der Tragbogenaufbau zwei Widerlagersteine, jeweils einen an jedem Widerlagerstein anliegenden

Kämpferstein (3) und zwischen den Kämpfersteinen (3) angeordnete, gleichartig aufgebaute Tragbogensteine aufweist sowie ein Verfahren zum Erstellen eines solchen Tragbogens.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Tragbogenaufbau, insbesondere für Gewölbe von Industrieöfen, wie Kalkschächte, nach dem Oberbegriff des Anspruch 1.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Tragbogens nach dem Oberbegriff des Anspruch 21.

[0003] Gewölbekonstruktionen bzw. Tragbogenkonstruktionen werden im konstruktiven Bereich, insbesondere im Bauen mit Formkörpern bzw. Formsteinen immer dort benötigt, wo unterhalb eines Bereiches ein Hohlraum vorhanden ist und die Last des über dem Hohlraum liegenden Bauwerks oder Mauerwerks auf die den Hohlraum seitlich begrenzenden Wände oder Pfeiler abgeleitet werden muß. Seit der Römerzeit wird bzw. werden in vielen sakralen aber auch profanen Bauwerken mit Hilfe von Tragbögen oder Gewölben eine Überspannung von Hohlräumen mit Dächern oder Zwischenböden erreicht oder Brücken hiermit erstellt. Die Gewölbe bzw. Tragbögen können dabei beachtliche Spannweiten erreichen und leiten die an ihrem Scheitelpunkt oder den Wölbflächen eingeleiteten Kräfte seitlich in das Mauerwerk oder Hilfskonstruktionen wie Säulen und Pfeiler ab.

[0004] Auch im Industrieofenbau werden Gewölbe und Tragbögen unterschiedlicher Spannweite angewandt, um einen Ofenhohlraum zu schaffen, welcher mit weiteren Hohlräumen oder Mauerwerken überbaut werden kann. Generell ist es üblich, Gewölbe bzw. Tragbogenkonstruktionen derart aufzubauen, daß zunächst ein Lehrbogen erstellt wird, beispielsweise aus Holz, auf welchen dann die den Tragbogen oder das Gewölbe ausbildenden Steine von zwei Seiten zum Scheitelpunkt gegenläufig bis zum Scheitelpunkt aufgemauert werden. Am Scheitelpunkt wird dann ein sogenannter Schlußstein eingefügt, gegen den sich bei Kuppeln allseitig, bei Tragbögen oder tonnenförmigen Traggewölben zweiseitig der Tragbogen mit seinen zwei gegenläufigen Abschnitten abstützt. Anschließend kann der Lehrbogen entfernt werden und das Gewölbe oder der Tragbogen steht frei.

[0005] Aus der DE 39 33 744 C2 ist ein Schlußsteinset zum Einbau im Übergangsbereich zwischen zwei gegenläufigen Abschnitten einer gewölbeartig ausgebildeten Tragkonstruktion aus feuerfesten Steinen bekannt. Bei dieser bekannten Konstruktion für Tragbögen wird die Tragkonstruktion aus zwei Abschnitten gebildet, die gegenläufig aufeinander zu gerichtet sind, wobei im Übergangsbereich zwischen den beiden Abschnitten das Schlußsteinset eingesetzt wird, das aus zwei Übergangsteinen besteht, die auf ihrer Außenseite, dem jeweils letzten Stein des korrespondierenden Abschnitts benachbart, ein konisch sich von oben nach unten verjüngendes Nut-/Federprofil aufweisen, das korrespondierend zu den entsprechenden Nut-/Federeinrichtungen des benachbarten Steins ausgebildet ist und so ei-

ne sichere und enge Verlegung ermöglichen soll und ferner mindestens einen Schlußstein aufweist, dessen Form so gewählt ist, daß er unter Formschluß in den Raum zwischen die zuvor eingesetzten Steine axial einsetzbar ist. Dies soll gewährleisten, daß im Fall von Reparaturen dieser Schlußstein axial entnommen werden muß, wodurch die Tragkonstruktion geöffnet wird, um weitere Steine im Reparaturfall abnehmen und austauschen zu können. Theoretisch soll hierdurch erreicht werden, daß zum Öffnen des Tragbogens der Schlußstein nicht nach oben in den Bereich eines darüberliegenden Mauerwerks entnommen werden kann, sondern axial herausgezogen werden kann, ohne das darüberliegende Mauerwerk teilweise entfernen zu müssen. Diese bekannte Ausführungsform hat sich in der Praxis nicht bewährt und wurde deshalb dahingehend abgeändert, daß die Nuten und Federn Stufen aufweisen (Fig. 14), welche eine etwas höhere Stabilität gegen seitlichen axialen Druck ermöglichen. Hierdurch ist es jedoch notwendig, den Schlußstein radial nach oben aus dem Tragbogen herauszuziehen, so daß gegenüber herkömmlichen Schlußsteinen für Gewölbekonstruktionen kein Vorteil mehr erzielt wird. Ein erheblicher Nachteil ist jedoch, daß das Schlußsteinset aus drei Steinen besteht und somit gegenüber normalen Schlußsteinen einen erheblich erhöhten Fertigungsaufwand verursacht.

[0006] Aus der EP 0 862 034 B1 ist ebenfalls ein Schlußsteinset für ein Gewölbe aus feuerfesten Steinen, bestehend aus zwei formschlüssig an die feuerfesten Steine anschließbaren Adaptersteinen und einem keilförmigen Schlußstein bekannt, wobei der keilförmige Schlußstein in den zu schließenden Raum zwischen den Adaptersteinen axial einsetzbar ist und die Adaptersteine und der Schlußstein in ein Fugenbett aus Mörtel eingesetzt sind. Bei dieser bekannten Konstruktion werden die im eingebauten Zustand gegeneinander abgestützten Anschlußflächen der Adaptersteine und des Schlußsteins als ebene, stufenfreie Flächen ausgebildet, wobei in diesen Flächen Rillen angeordnet sind, die sich nach dem Einsetzen des Schlußsteins zu einem stirnseitig axial offenen Kanal ergänzen, so daß die Kanäle jeweils eine stirnseitig einführbare massive Kuppelungsstange aus einem nicht legierten Kohlenstoffstahl aufnehmen. Bei dieser Ausführungsform eines Schlußsteinsets bzw. eines Tragbogens ist von Nachteil, daß der Tragbogen durch das Einfüllen von fremden Materialien sowohl chemisch als auch materialtechnisch inhomogen wird und insbesondere die Kuppelungsstangen im Einsatz ausbrennen können, so daß eine dauerhafte Stabilität nicht gegeben ist.

[0007] Eine ähnliche Lösung ist aus der CH 453 586 bekannt, wobei dort die Kanäle von zwischen den Steinen eingeschobenen Metallplatten ausgebildet bzw. begrenzt werden, wobei diese Lösung für Drehrohrofenmauerungen vorgesehen ist.

[0008] Die DE-OS 21 19 051 schlägt für die gewölbeartige Ausmauerung von Drehrohröfen sogenannte

Keilsteine auf, die schräg verlaufende keilförmige Vorsprünge in ihren Seitenwandungen aufweisen.

[0009] Zum Abschluß eines Gewölbebogens oder eines Kreises des Drehrohrofens werden Schlußsteine eingesetzt, welche eine glatte senkrechte oder geneigt zur Grundfläche verlaufende Seitenfläche aufweisen, während die andere Seitenfläche, die zum Anschluß an die übrigen Steine erforderliche Schulter bzw. den erforderlichen keilförmigen Vorsprung aufweist. Auch bei einer derartigen Ausführungsform ist von Nachteil, daß zumindest im Bereich des Schlußsteines Axialkräfte nicht sicher aufgenommen werden können.

[0010] Aus der DE-PS 481 676 ist ein Stein für Feuerraumdecken bekannt, der an einer seiner Seitenflächen einen V-förmigen Vorsprung mit nach oben gerichteter Spitze und an einer gegenüberliegenden Fläche eine entsprechende Nut aufweist. Der Vorsprung und die Nut sind je abwärts bis zu einer glasierten Unterfläche des Steins durchgezogen, wobei Vorsprung und Nut je in Form eines geschlossenen Dreiecks ausgebildet sind. Hierdurch soll vermieden werden, daß Brüche längs bestimmter Linien ein Herausfallen der abgebrochenen Teile mit entsprechender Freilegung unglasierter Teile der Decke gegen die Hitze zur Folge haben und die Decke rasch zerstört wird. Gemäß dieser Druckschrift ist es beim Aufbau einer ringförmigen Feuerungsfläche mit diesen Formkörpern notwendig, in geeigneten Zwischenräumen keilförmige Steine einzuschalten. Diese Steine werden ebenso wie die vorher genannten Steine ausgebildet, weisen jedoch eine glatte Fläche auf, die keinen Vorsprung oder keine Nut aufweisen. Auch hierbei ist von Nachteil, daß im Bereich des Keilsteins oder der Keilsteine eine Schwächung des Tragbogens stattfindet, insbesondere in axialer Richtung. Ferner ist von Nachteil, daß der Schlußstein für Reparaturarbeiten über die gesamte Steinhöhe nach oben aus dem Tragbogen herausgezogen werden muß.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Tragbogenaufbau zu schaffen, welcher einen einfach aufgebauten Tragbogen ergibt, leichter und mit weniger Aufwand zu montieren ist und eine höhere Tragfestigkeit hat als bekannte Tragbögen.

[0012] Die Aufgabe wird mit einem Tragbogenaufbau mit den Merkmalen des Anspruch 1 gelöst.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den von diesem Anspruch abhängigen Unteransprüchen angegeben.

[0014] Es ist ferner eine Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung eines Tragbogens zu schaffen, mit welchem ein Tragbogen zuverlässig, leicht und mit wenig Aufwand montiert werden kann und ein Tragbogen mit hoher Tragfähigkeit erzielt wird.

[0015] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren zur Herstellung eines Tragbogens mit den Merkmalen des Anspruch 21 gelöst.

[0016] Erfindungsgemäß wird ein Tragbogen durch ein einheitliches Steinformat ausgebildet, d. h. es werden keine separaten Adapter oder Schlußsteine benö-

tigt.

[0017] Lediglich die Kämpfersteine des Tragbogens weisen, wie dies auch im Stand der Technik üblich ist, eine abweichende Form auf. Sie entsprechen auf der Tragbogenseite von der Oberfläche her im wesentlichen einem Tragbogensteinformat und weisen auf einer auflagerseitigen Fläche eine glatte Oberfläche auf.

[0018] Die Steinformate der erfindungsgemäßen Tragbogenkonstruktion weisen eine speziell ausgebildete Kontur mit einer Stufe auf, welche eine Form und einen Rampenwinkel besitzt, welcher sich überraschend als statisch besonders stabil herausgestellt hat.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, den Bogen von einem Widerlagerstein aus über den Scheitelpunkt hinaus zu mauern und als letzten Stein den Widerlager-Wölber bzw. Kämpferstein, der auf dem anderen gegenüberliegenden Widerlagerstein ruht, einzusetzen. Dies hat zum Vorteil, daß bei einer Reparatur das über dem Tragbogen liegende Mauerwerk in den allermeisten Fällen überhaupt nicht ausgebrochen zu werden braucht, da an der Stelle, an der der Kämpferstein eingesetzt wird, üblicherweise zwischen diesem Stein und dem oberen Mauerwerk eine Lücke besteht, die mit Mörtel aufgefüllt ist.

[0020] Bei der Erfindung ist somit von Vorteil, daß sich Tragbögen in einfacher und sicherer Weise herstellen lassen, wobei sie durch einen verminderten Produktionsaufwand günstig sind und der erfindungsgemäße Tragbogen bzw. der erfindungsgemäße Tragbogenaufbau statisch sehr hoch belastbar ist.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielhaft erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Tragbogenaufbau in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 2 den erfindungsgemäßen Aufbau nach Fig. 1 in einer Draufsicht,

Fig. 3 eine erste Ausführungsform eines Kämpfersteins in einer Draufsicht,

Fig. 4 den Kämpferstein nach Fig. 3 in einer Seitenansicht,

Fig. 5 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragbogensteins,

Fig. 6 einen erfindungsgemäßen Kämpferstein, welcher dem Stein gemäß Fig. 3 gegenüberliegend angeordnet ist,

Fig. 7 einen Widerlagerstein für den Kämpferstein in einer Draufsicht,

Fig. 8 den Stein gemäß Fig. 7 in einer seitlichen Ansicht,

- Fig. 9 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Tragbogenaufbaus,
- Fig. 10 einen Tragbogenstein für einen Tragbogen gemäß Fig. 9 in einer Draufsicht,
- Fig. 11 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragbogenaufbaus,
- Fig. 12 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragbogenaufbaus,
- Fig. 13 die Einbausituation eines erfindungsgemäßen Tragbogenaufbaus, insbesondere beim Einbau in ein bestehendes Mauerwerk,
- Fig. 14 eine Tragbogenkonstruktion mit geteiltem Schlußstein und Adapterstein gemäß dem Stand der Technik.

[0022] Ein erfindungsgemäßer Tragbogenaufbau 1 (Fig. 1, 2) weist zwei sich gegenüberliegende Widerlagersteine bzw. Elemente 2, je einen auf den Widerlagersteinen 2 aufliegenden Widerlager-Wölber 3 bzw. Kämpferstein 3 und zwischen den Kämpfersteinen 3 den Tragbogen 4 auf, der aus einer Mehrzahl von gleichartigen Tragbogensteinen 5 ausgebildet ist.

[0023] Die Widerlagersteine 2 sind im wesentlichen quaderförmig ausgebildet und weisen eine Bodenwandung 6, eine Rückwandung 7, eine Deckenwandung 8, zwei Seitenwandungen 9 und eine Vorder- bzw. Lagerwandung 10 auf. Die Vorder- bzw. Lagerwandung 10 besitzt benachbart zur Bodenwandung 6 einen schmalen, zur Rückwandung 7 parallel verlaufenden Wandabschnitt 11. Oberhalb des Wandabschnitts 11 erstreckt sich eine Lagerfläche 12 in einem vorgegebenen Winkel schräg zur Rückwandung 7 und schließt mit der Deckenwandung 8 ab. Die Lagerfläche 12 der Lagerwandung 10 ist eben ausgebildet. Auf der Lagerfläche 12 lagert ein Kämpferstein 3.

[0024] Der Kämpferstein 3 besitzt eine Lagerwandung 15, eine der Lagerwandung 15 gegenüberliegende Tragwandung 16, zwei parallele, diese verbindende Seitenwandungen 17 sowie eine Deckenwandung 18 und eine Bodenwandung 19.

[0025] Der Kämpferstein 3 ist leicht keilförmig ausgebildet, wobei sich der Kämpferstein 3 von seiner Deckenwandung 18 zur Bodenwandung 19 verjüngt.

[0026] Die Tragwandung 16 weist eine Kontur auf, die dazu dient, mit dem nächstfolgenden Tragbogenstein 5 einen definierten, die Lage der Steine festlegenden Formschluß zu erzielen.

[0027] Die Kontur besteht beispielsweise aus einem Absatz 20 bzw. einer Stufe 20 in der Tragwandung 16 (Fig. 4, 6).

[0028] Von der Stufe 20 her verschmälert sich der Kämpferstein 3 zur Bodenwandung 19 hin. Die Stufe 20 hat einen bogenartig gewölbten Verlauf und erstreckt

sich in etwa von der Mitte einer Seitenwandung 17 zur gegenüberliegenden Seitenwandung 17, wobei die Stufe 20 (Fig. 1) abwärts zur Bodenwandung 19 hin gewölbt ist. Die Stufe 20 verläuft schräg bzw. geneigt, wobei die Stufe 20 einen Rampenwinkel α aufweist, der 30° bis 60° , insbesondere 45° beträgt.

[0029] Der eigentliche Tragbogen 4 wird aus den Tragbogensteinen 5 ausgebildet. Die Tragbogensteine 5 sind keilförmig ausgebildet, mit einer vorderen Tragwandung 25 und einer hinteren Tragwandung 26, die von einer gemeinsamen Deckenwandung 27 zu einer gemeinsamen Bodenwandung 28 aufeinanderzu verlaufen. Ferner besitzt der Tragbogenstein 5 zwei die vordere und hintere Tragwandung 25, 26 verbindende ebene Seitenwandungen 29. Die vordere Tragwandung 25 und hintere Tragwandung 26 weisen jeweils eine Kontur auf. Die Kontur der Tragwandung 25 weist beispielsweise eine Stufe 30 auf, welche schräg unter dem Winkel α verläuft. Mit der Stufe 30 verjüngt sich der Tragbogenstein 5 von der Deckenwandung 27 zur Bodenwandung 28 stufenartig. Die Stufe 30 ist entsprechend der Stufe 20 des Kämpfersteins 3 ausgebildet und verläuft bogenartig gewölbt und erstreckt sich somit in etwa von der Mitte einer Seitenwandung 29 zur gegenüberliegenden Seitenwandung 29, wobei die Stufe 30 abwärts zur Bodenwandung 28 hin konkav gewölbt ist.

[0030] Die hintere Tragwandung 26 weist ebenfalls eine Kontur auf, wobei die Kontur der hinteren Tragwandung 26 beispielsweise aus einer Stufe 31 besteht, welche schräg unter dem Winkel α verläuft. Mit der Stufe 31 erweitert sich der Tragbogenstein 5 von der Deckenwandung 27 zur Bodenwandung 28 hin stufenartig. Die Stufe 31 verläuft bogenartig gewölbt und erstreckt sich vorzugsweise auf Höhe der Stufe 30 von einer Seitenwandung 29 zur gegenüberliegenden Seitenwandung 29, wobei die Stufe 31 korrespondierend zur Stufe 30 in Richtung zur Bodenwandung 28 hin konvex verläuft. Die Stufe 20 und die Stufe 31 sind derart korrespondierend miteinander ausgebildet, daß ein auf dem Kämpferstein 3 aufliegender Tragbogenstein 5 mit seiner hinteren Tragwandung 26 auf der Tragwandung 16 aufliegt, wobei die Stufe 20 in die Stufe 31 formschlüssig eingreift und die Deckenwandung 18 und die Bodenwandung 19 des Kämpfersteins 3 mit der Deckenwandung 27 und der Bodenwandung 28 des darauffolgenden Tragbogensteins 5 abschließt. Die Seitenwandungen 17 des Kämpfersteins 3 und die Seitenwandungen 29 des Tragbogensteins 5 verlaufen hierbei fluchtend. Die Konturen der hinteren Tragwandung 26 und der vorderen Tragwandung 25 der Tragbogensteine 5 korrespondieren derart miteinander, daß die Tragbogensteine ebenfalls mit den Seitenwandungen fluchtend und mit Ober- bzw. Unterwandungen abschließend formschlüssig ineinandergefügt sind. Durch ihre Keilförmigkeit definierter Keiligkeit ergibt sich ein Bogen von definierter Länge und Spannweite. Dem ersten Kämpferstein 3 gegenüberliegend ist an dem gegenüberliegenden Widerlagerstein ein zweiter Kämpferstein 3 ange-

ordnet, welcher von der Kontur der Tragwandung 16 her, wie vorgenannt beschrieben, mit der Kontur der vorderen Tragwandung 25 des Tragbogensteins 5 korrespondiert, d.h. eine Kontur aufweist, die der hinteren Tragwandung 26 eines Tragbogensteins 5 entspricht.

[0031] Bei einer weiteren Ausführungsform (Fig. 9, 10) verlaufen die Stufen 20, 30, 31 oval, insbesondere spitzoval von der jeweiligen Deckenwandung 18 bzw. 27 her zur Bodenwandung 17 bzw. 28, wobei hierdurch in den Wandungen 26 sich zur Deckenwandung hin öffnende Ausnehmungen 35 und in den Wandungen 16 bzw. 25 sich zur jeweiligen Deckenwandung 18 bzw. 27 verbreitende Nasen bzw. Aufwölbungen 36 ausbilden. Die Nasen 36 eines Steins 3, 5 greifen bei zusammengesetztem Tragbogen in die Ausnehmungen 35 des benachbarten Steins formschlüssig ein, wobei die Flanken der Stufen 20, 30, 31 ebenfalls formschlüssig aufeinanderliegen.

[0032] Darüber hinaus kann die Stufe 20, 30, 31 auch einen wellenförmigen Verlauf aufweisen (Fig. 11) oder von den Seitenwandungen 17, 29 her zunächst parallel zur Bodenwandung 28, 19 ein Stück hin zur Steinmitte verlaufen, um dann beidseitig abzuknicken, so daß eine aufwärts- oder abwärtsgerichtete dreieckig spitze oder parallelogrammförmige bzw. rechteckige oder quadratische Nase 37 bzw. Ausnehmung 38 im Verlauf der Stufe ausgebildet wird (Fig. 12).

[0033] Im Gegensatz zu den bislang bekannten Nut-/Federausführungen bietet die erfindungsgemäße Ausbildung einer Stufe, insbesondere einer konkaven/konvexen Stufe, den Vorteil, daß derartige Stufen kostengünstig hergestellt werden können, da die Konkav-/Konvexform im Vergleich zur winkligen bzw. halbrunden Nut- und Federform einfacher spanabnehmend bearbeitet werden kann. Ferner bieten die erfindungsgemäßen Stufen durch das aus dieser Form resultierende Bogenmaß der Stufe eine deutlich größere Fläche zur Aufnahme der Gewichtslasten, die auf diesen Tragbogen einwirken. Konstruktionen gemäß dem Stand der Technik verfügen über deutlich weniger Fläche zur Aufnahme entsprechender Lasten, was in vielen Fällen zu spannungsbedingtem Materialbruch führt. Die erfindungsgemäße Anschrägung hat den Vorteil, daß sie zur Verminderung der Kerbwirkung beiträgt. Die horizontal zur Lagenrichtung verlaufende, konkavförmige bzw. konvexförmige Stufe bietet in Verbindung mit dem gleichförmigen Aufbau des Gewölbes den Vorteil, daß eine durchgehende Fuge im zentralen Bereich des oberen Scheitelpunkts nicht entsteht. Durchgehende Fugen sind sowohl aus thermomechanischer als auch thermochemischer Sicht grundsätzlich Schwachpunkt eines Tragbogen- oder Gewölbeaufbaus, da durch diese einerseits Gasundichtheit und andererseits verminderte Form- bzw. Kraftflüssigkeit verursacht werden. Der erfindungsgemäße Tragbogenaufbau hat darüber hinaus den Vorteil, daß, da nur gleichförmige Tragbogensteine zum Einsatz kommen, eine gleichmäßige Spannungsverteilung im Tragbogen herrscht. Im Gegensatz hierzu

entsteht im Stand der Technik ein inhomogener Aufbau durch den Einsatz mehrerer verschiedener geformter Formate.

[0034] Anhand von Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode konnte herausgefunden werden, daß die statische Belastbarkeit des erfindungsgemäßen Tragbogenaufbaus deutlich über derjenigen bisher bekannter Tragbogenaufbauten liegt. Insbesondere konnte eine gleichmäßige homogene Spannungsverteilung nachgewiesen werden.

[0035] Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Erstellen eines Tragbogens erläutert. Um den erfindungsgemäßen Tragbogen zu erstellen, wird ein Lehrgerüst bzw. ein Lehrbogen erstellt, welcher sich von einem Widerlagerstein 2 bzw. einem Widerlagerelement 2 zum gegenüberliegenden Widerlagerstein 2 bzw. Widerlagerelement 2 erstreckt. Der Lehrbogen weist dabei eine Aufwärtswölbung auf, die der des zu erstellenden Tragbogens entspricht. Nun wird zunächst auf eine Lagerfläche 12 eines Widerlagersteins 2 ein Kämpferstein 3 bzw. Widerlager-Wölber 3 mit seiner Lagerwandung 15 aufgelegt. Die Lagerwandung 15 des Kämpfersteins 3 schließt vorzugsweise allseitig mit der Lagerfläche 12 des Widerlagersteins 2 ab. Anschließend werden bis zum oberen Scheitelpunkt des Tragbogens Tragbogensteine 5 jeweils formschlüssig an den vorhergehenden Stein angelegt, wobei der erste Tragbogenstein 5 formschlüssig an den auf dem Widerlagerstein 2 ruhenden Kämpferstein 3 angelegt wird. Nach dem Überschreiten des oberen Scheitelpunkts, werden beim Einbau die nachfolgend angelegten bzw. anzulegenden Steine mittels eines speziellen Montageklebers gegeneinander fixiert. Nach dem Anlegen des letzten Gewölbsteins kann der gegenüberliegende Kämpferstein 3 bzw. Widerlager-Wölber 3 in den Tragbogenaufbau zwischen dem Widerlagerstein 2 und dem letzten Tragbogenstein 5 eingesetzt werden.

[0036] Durch ein exaktes Trockenverlegen der Steine vor dem eigentlichen Einbau im Ofensystem sind die genauen Abmessungen der Widerlager bestimmbar. Die Erfindung sieht vor, zum Ausgleich von Längenänderungen bzw. Toleranzen bei der Steinherstellung einem Gebinde mit Tragbogensteinen 5 verschieden dicke Kämpfersteine 3, beispielsweise je zwei einer Sorte, beizulegen. Dies hat den Vorteil, daß die weitaus größere Anzahl von Steinen, nämlich die Tragbogensteine 5, immer gleich hergestellt werden können, während die sowieso als Sonderformate hergestellten Kämpfersteine 3 in entsprechenden unterschiedlichen Dicken hergestellt werden. Beispielsweise wird für den Fall, daß trotz sorgfältiger Vorarbeit der vorgesehene letzte Kämpferstein 3 bzw. Widerlager-Wölber 3 nicht exakt passen sollte, von diesem Kämpferstein 3 jeweils ein um +2 mm und ein um -2 mm, bezogen auf die Keiligkeit, variierendes Alternativformat mitgeliefert. Durch diese Variationsmöglichkeit wird auch bei Maßabweichungen ein optimaler Einbau erreicht.

[0037] Im eingebauten Zustand (Fig. 13) erstreckt

sich der Tragbogen 4 mit seinen Tragbogensteinen 5 zwischen den Widerlagersteinen 2 bzw. den Widerlager-Wölbern 3 bzw. Kämpfersteinen 3. Oberhalb des Tragbogens 4 erstreckt sich das weitere Mauerwerk 40, wobei üblicherweise zwischen dem Mauerwerk 40 und dem Tragbogen 4 eine Ausgleichsmörtelschicht 41, insbesondere nach Reparaturen, angeordnet ist.

[0038] Zum Ausbau eines schadhafte Tragbogens reicht es erfindungsgemäß üblicherweise aus, diese Mörtelschicht 41 auszubrechen und anschließend den zuletzt eingesetzten Widerlager-Wölber 3 bzw. Kämpferstein 3 um die Höhe h der Wölbung der Stufe 20 nach oben in den Bereich der ausgebrochenen Ausgleichsschicht emporzuheben und zu entnehmen. Ggf. kann dieser Kämpferstein 3 zusammen mit dem nächstfolgenden Tragbogenstein 5a gemeinsam nach oben bewegt werden, wenn die Bewegung eines einzelnen Steines gesperrt ist. Umgekehrt lassen sich bei geeigneter Wahl der Stufenhöhe bzw. der Höhe der Ausgleichsschicht 41 die Steine 3, 5 des gesamten Tragbogens 4 anschließend erneuern, ohne daß - wie im Stand der Technik üblich - das darüberliegende Mauerwerk ausgebrochen werden muß, da erst mit dem Wechsel des letzten Steines dieser von oben in den Steinverband hineingesenkt werden muß. Hierfür ist jedoch erfindungsgemäß ausreichend Platz vorhanden.

[0039] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist von Vorteil, daß das bisher zeit- und kostenaufwendige Ausmauern des über dem Tragbogen befindlichen Mauerwerks in Reparaturfällen entfallen kann.

Patentansprüche

1. Tragbogenaufbau, insbesondere für Industrieöfen, wobei der Tragbogenaufbau zwei Widerlagerelemente (2) bzw. Steine (2) sowie je einen an den Widerlagern (2) anliegenden Widerlager-Wölber (3) bzw. Kämpferstein (3) aufweist, zwischen denen sich der Tragbogen (4) bogenartig erstreckt, wobei der Tragbogen (4) aus einer Mehrzahl gleichartig ausgebildeter Tragbogensteine (5) ausgebildet ist.
2. Aufbau nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Tragbogensteine (5) auf einer Wandung (25) eine erste Kontur und auf der gegenüberliegenden Wandung (26) eine zweite, zur ersten korrespondierende, insbesondere formschlüssig, eingreifbare Kontur aufweisen.
3. Aufbau nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Kämpferstein (3) die erste Kontur und ein Kämpferstein (3) die zweite Kontur aufweist.
4. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Kämpfersteine (3) und die Tragbogensteine (5) eine von der Bogenoberseite zur Bogenunterseite sich verjüngende, im wesentlichen keilige Form aufweisen.

5. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur jeweils durch eine auf einer Wandung (25, 26, 16) ausgebildeten Stufe (20, 30, 31) ausgebildet wird, wobei die Stufe von einer höheren Wandungsebene zu einer tieferliegenden Wandungsebene unter einem Winkel α schräg verlaufend angeordnet ist.
6. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Widerlagersteine bzw. -elemente (2) im wesentlichen quaderförmig ausgebildet sind und eine Bodenwandung (6), eine Rückwandung (7), eine Deckenwandung (8), zwei Seitenwandungen (9) und eine Vorder- bzw. Lagerwandung (10) aufweisen, wobei die Vorder- bzw. Lagerwandung (10) benachbart zur Bodenwandung (6) einen schmalen, zur Rückwandung (7) parallel verlaufenden Wandungsabschnitt (11) aufweist und oberhalb des Wandungsabschnitts (11) sich eine Lagerfläche (12) in einem vorgegebenen Winkel schräg zur Rückwandung (7) hin erstreckt und mit der Deckenwandung (8) abschließt.
7. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerfläche (12) der Lagerwandung (10) eben ausgebildet ist.
8. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß auf der Lagerfläche (12) ein Kämpferstein (3) lagert.
9. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Kämpferstein (3) eine Lagerwandung (15), eine der Lagerwandung (15) gegenüberliegende Tragwandung (16), zwei parallele, diese verbindende Seitenwandungen (17) sowie eine Deckenwandung (18) und eine dieser gegenüberliegende Bodenwandung (19) aufweist, wobei sich der Kämpferstein (3) von seiner Deckenwandung (18) zur Bodenwandung (19) hin verjüngt.
10. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Tragwandung (16) zur Erzielung eines Formschlusses mit einem folgenden Tragbogenstein (5) eine Kontur aufweist.

11. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Tragbogensteine (5) keilförmig ausgebildet sind, mit einer vorderen Tragwandung (25) und einer hinteren Tragwandung (26), die von einer gemeinsamen Deckenwandung (27) zu einer gemeinsamen Bodenwandung (28) aufeinanderzu verlaufend angeordnet sind, wobei die vordere und hintere Tragwandung (25, 26) durch zwei ebene Seitenwandungen (29) verbunden sind.

12. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die vordere Tragwandung (25) und die hintere Tragwandung (26) jeweils eine Kontur aufweisen.

13. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die die Kontur ausbildende Stufe (20, 30, 31) unter einem Rampenwinkel α schräg verläuft, der 30° bis 60°, insbesondere 45° beträgt.

14. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe (20, 30, 31) von einer Seitenwandung (17, 29) zur gegenüberliegenden Seitenwandung (17, 29) bogenartig gewölbt konkav oder konvex verläuft.

15. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe (20) kreisabschnittsförmig verläuft.

16. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe (20) oval verläuft.

17. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe (20, 30, 31) wellenförmig verläuft.

18. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe von den Seitenwandungen (17, 29) her zunächst parallel zu den Bodenwandungen (28, 19)

verläuft und in der Mitte der Seitenwandung (17, 29) von beiden Seiten kommend abknickt, so daß eine aufwärts- oder abwärtsgerichtete, im wesentlichen dreieckige oder parallelogrammförmige oder rechteckige oder quadratische Nase (37) bzw. Ausnehmung (38) im Verlauf der Stufe ausgebildet wird.

19. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe (20, 30, 31) von der Deckenwandung (18, 27) oder Bodenwandung (19, 28) her bogenartig verläuft, wobei hierdurch in den Wandungen (16, 26) sich zur Deckenwandung oder Bodenwandung hin öffnende Ausnehmungen (35) oder sich zur jeweiligen Deckenwandung (18, 27) verbreiternde Nasen bzw. Auswölbungen (36) ausbilden.

20. Aufbau nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Stufe spitzoval, oval, kreisabschnittsförmig, zackig, stufig oder anders konturiert verläuft.

21. Verfahren zum Erstellen eines Tragbogens mit einem Tragbogaufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf ein erstes Widerlagerelement (2) bzw. einen ersten Widerlagerstein (2) ein erster Kämpferstein (3) angelegt wird und anschließend Tragbogensteine (5) an den Kämpfersteinen (3) bzw. folgenden Tragbogensteinen (5) formschlüssig angelegt werden, bis zum Platz eines gegenüberliegenden zweiten Kämpfersteins (3) und schließlich der zweite Kämpferstein (3) formschlüssig zwischen den letzten Tragbogenstein (5) und dem zweiten Widerlagerstein (2) gesetzt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Tragbogensteine (5) bzw. Kämpfersteine (3) zur leichteren Montage und/oder Ausrichtung aneinander fixiert werden.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Tragbogensteine (5) bzw. Kämpfersteine (3) mit Klammern, Lehrgerüsten, Dünnbettmörteln oder Klebern aneinander fixiert werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Kämpfersteine (3) und der Tragbogen (4) auf einen Lehrbogen aufgesetzt werden, wobei der Lehrbogen zwischen den Widerlagersteinen (2) angeordnet wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Kämpfersteine (3) und Tragbogensteine (5) so verlegt werden, daß ihre Seitenwandungen (17, 29) fluchten.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, 5
dadurch gekennzeichnet, daß
zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen oder Maßungenaugigkeiten Kämpfersteine (3) mit entsprechendem Über- oder Untermaß eingebaut werden. 10
27. Verfahren nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet, daß
zur Anpassung des letzten Kämpfersteins (3) an den Tragbogen ein Kämpferstein (3) aus drei Kämpfersteinen mit jeweils Untermaß, Normalmaß 15
und Übermaß bezogen auf die Keiligkeit ausgewählt und eingebaut wird.
28. Verwendung eines Tragbogenaufbaus nach einem der Ansprüche 1 bis 20 für Tragbögen in 20
Kalkschachtöfen.
29. Verwendung eines Tragbogenaufbaus nach einem der Ansprüche 1 bis 20 für tonnenförmige Gewölbe. 25

30

35

40

45

50

55

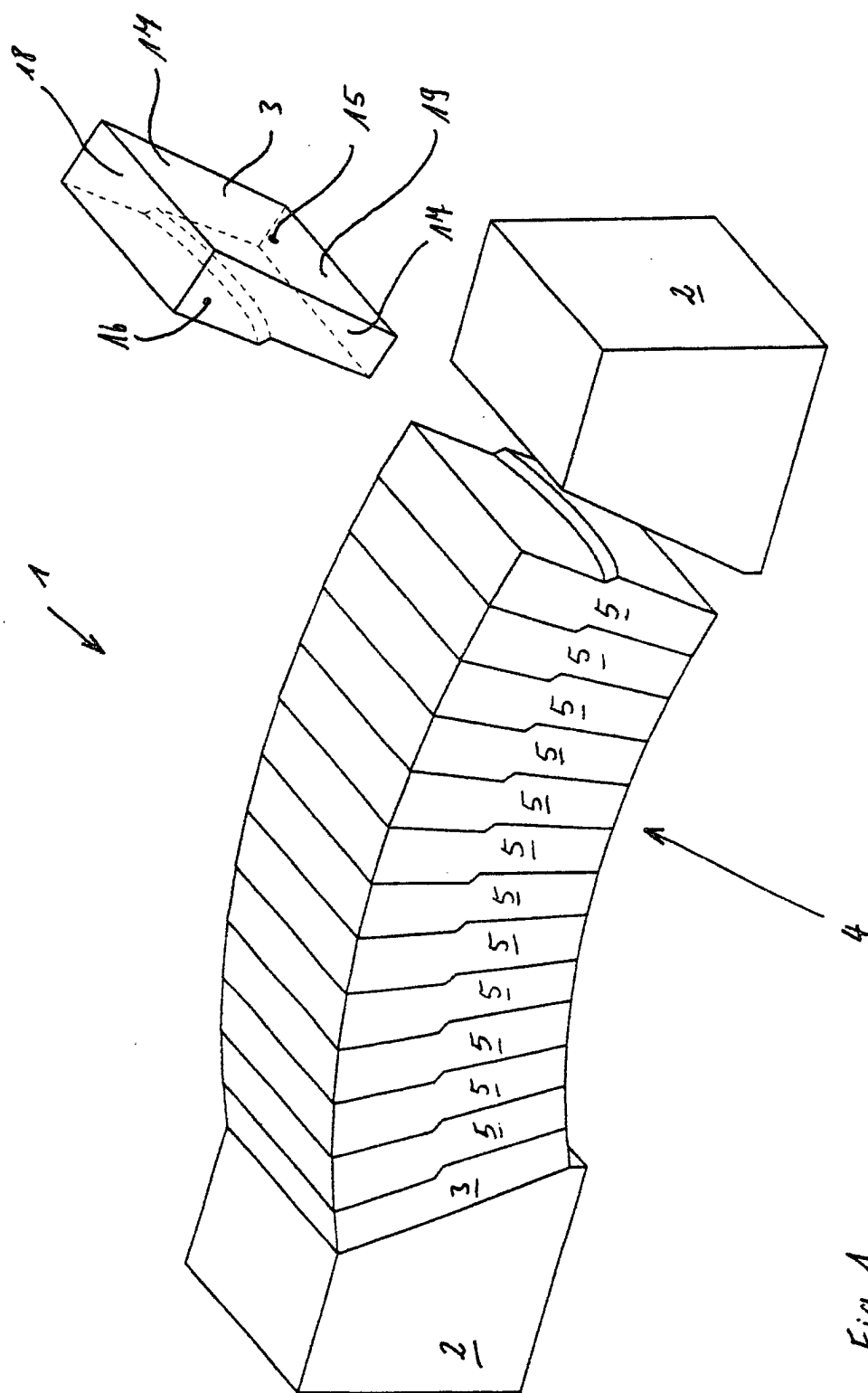


Fig. 1

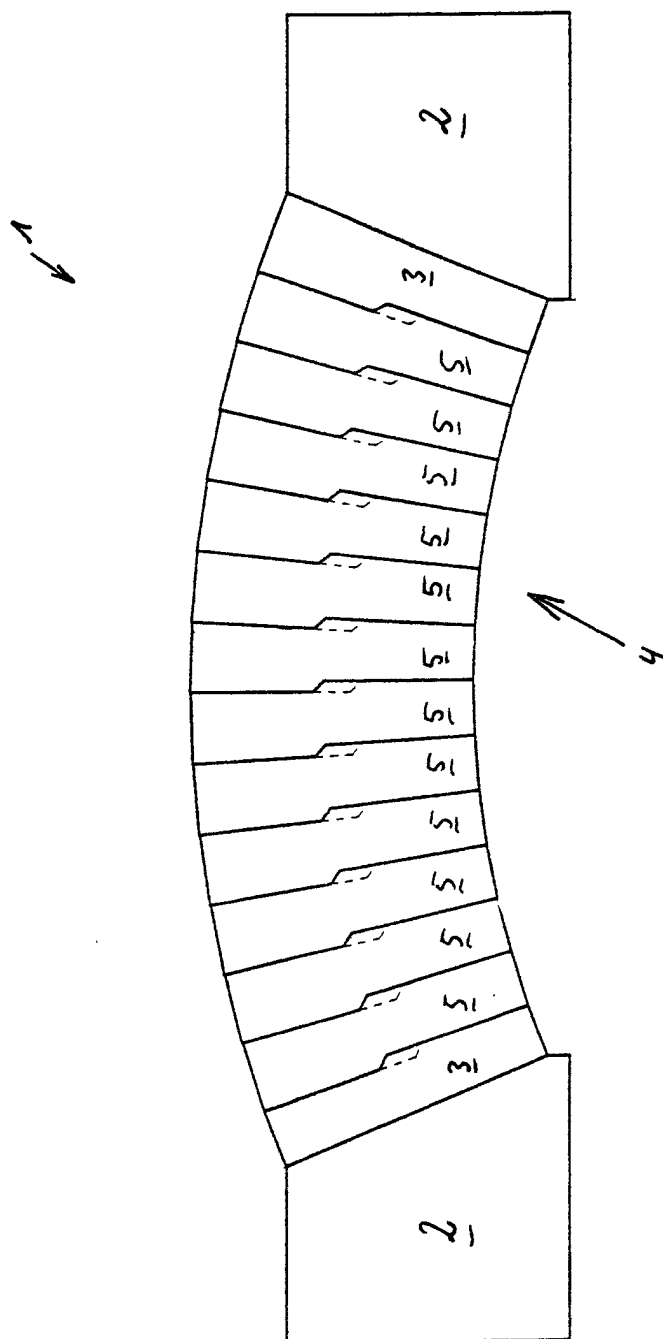


Fig. 2

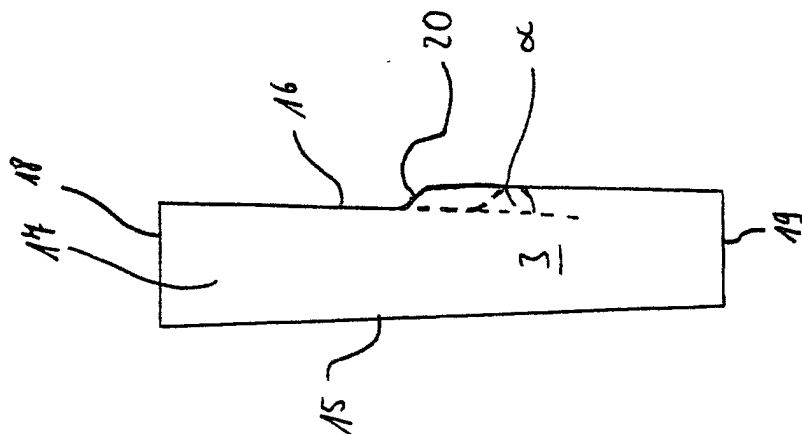


Fig. 4

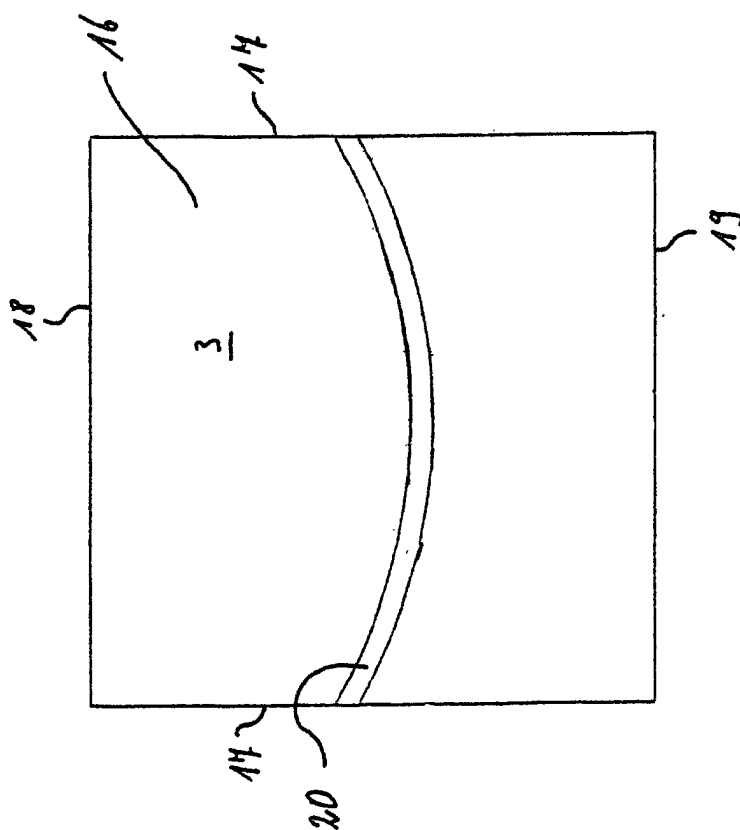
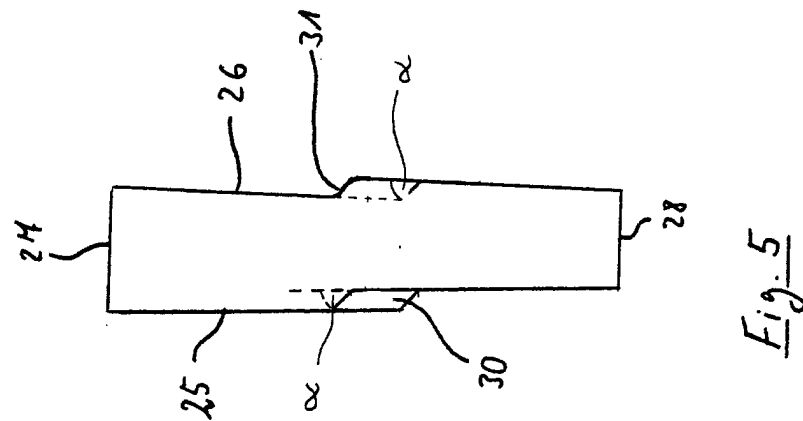
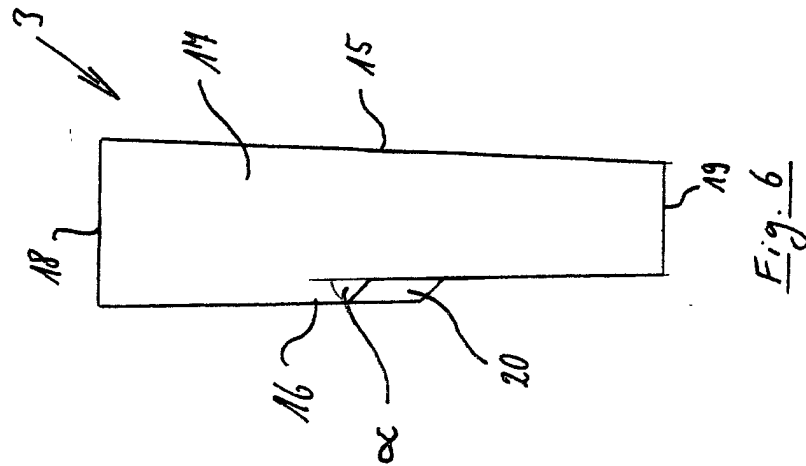


Fig. 3



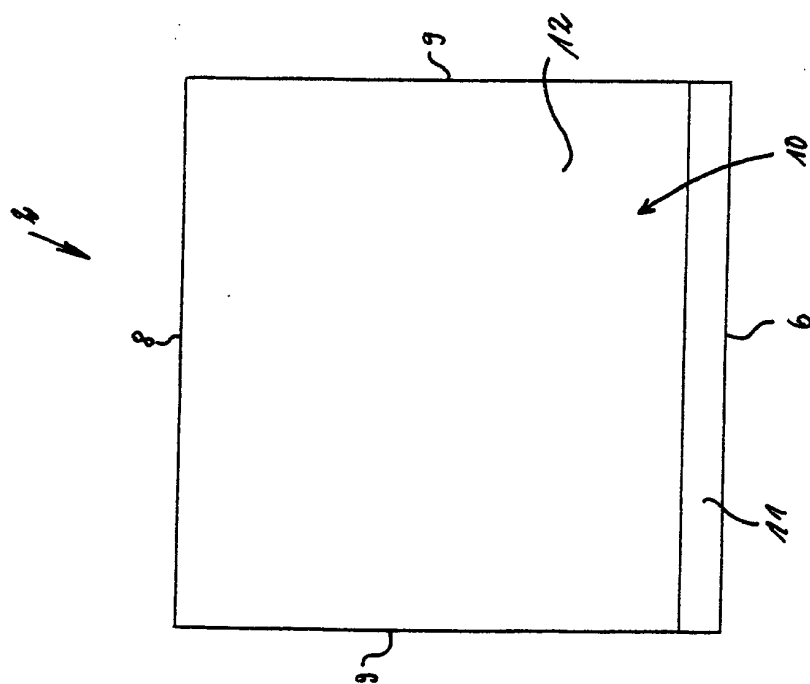


Fig. 4

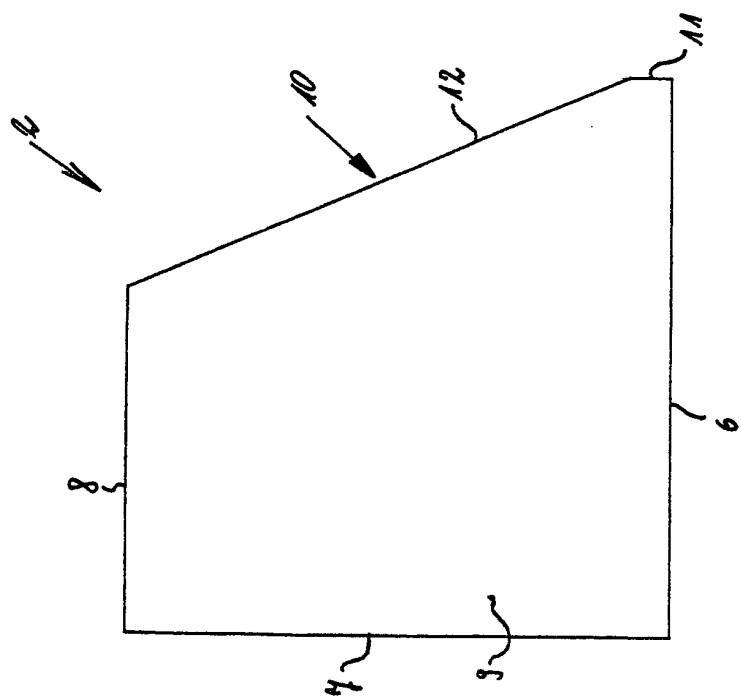


Fig. 8

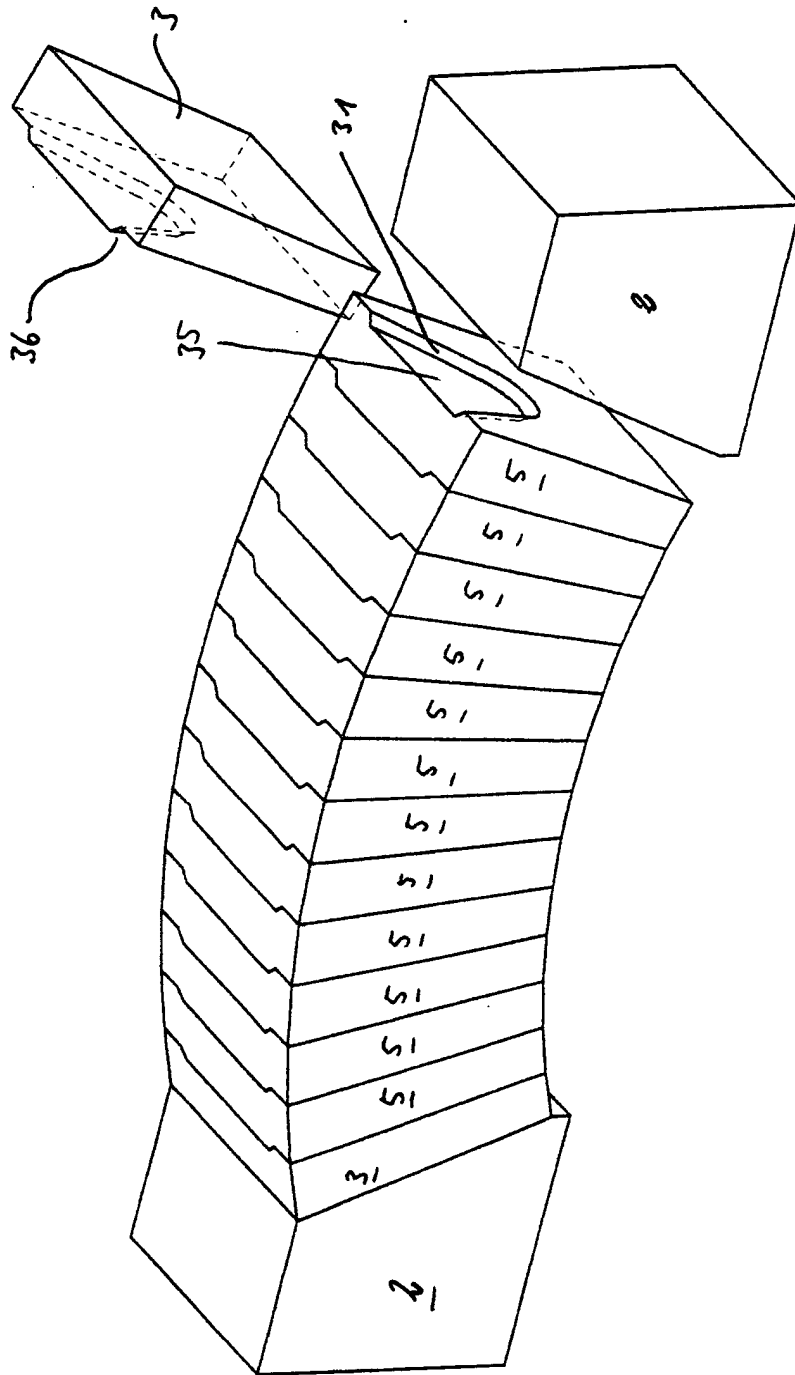


Fig. 9

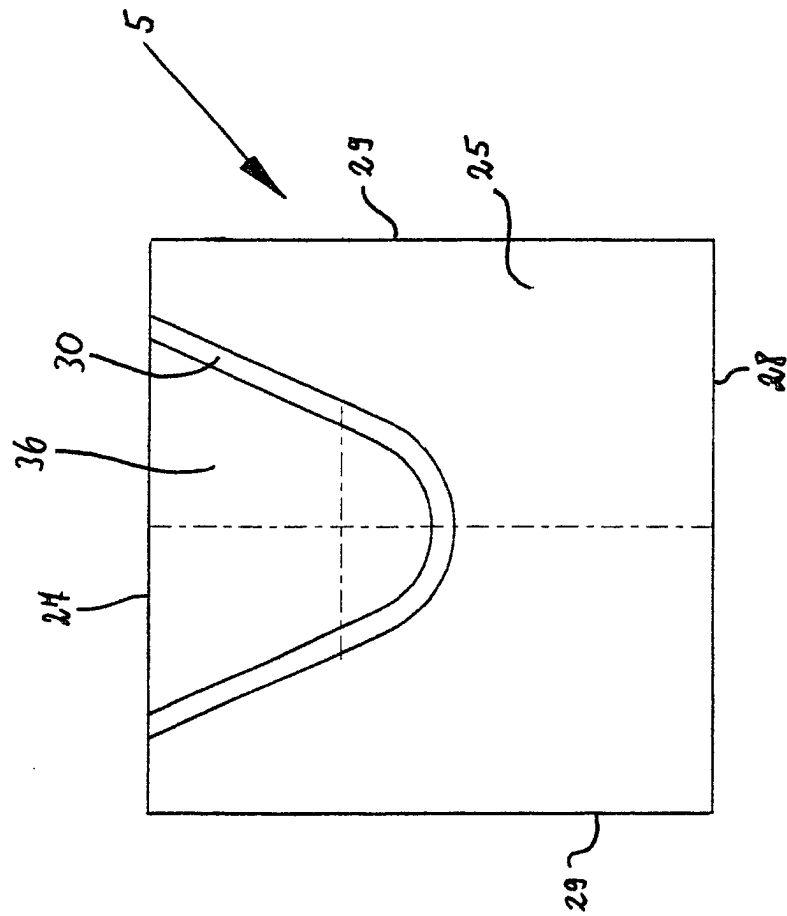


Fig. 10

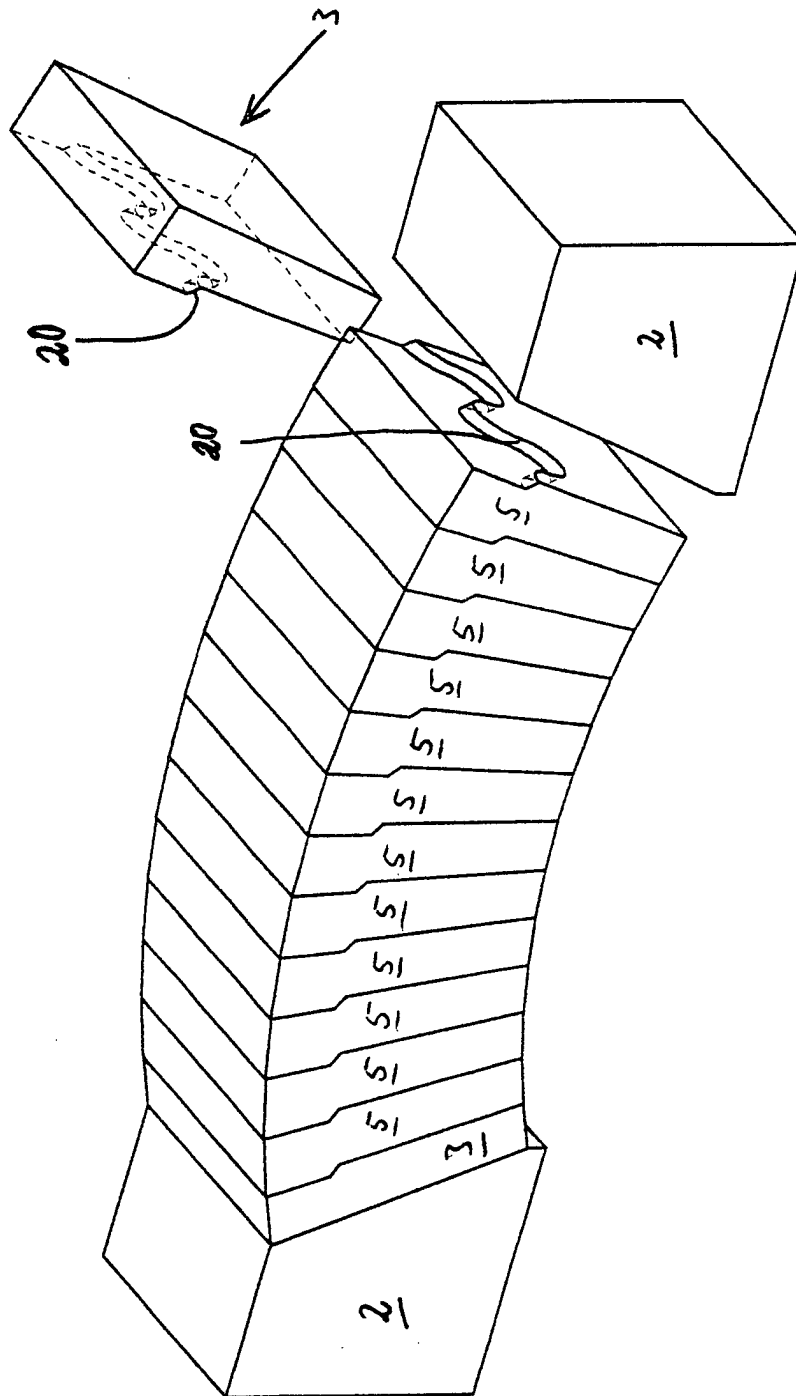


Fig. 11

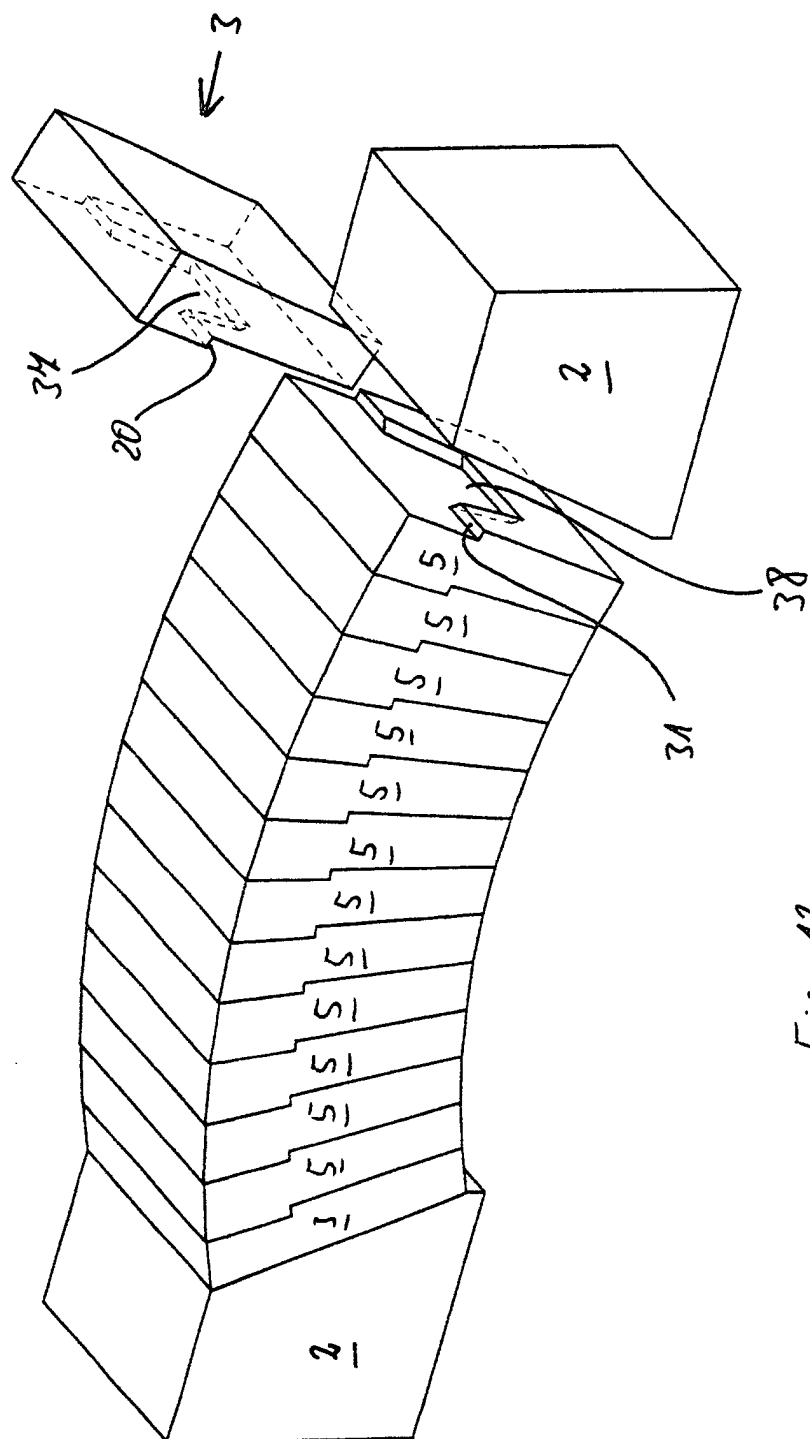


Fig. 12

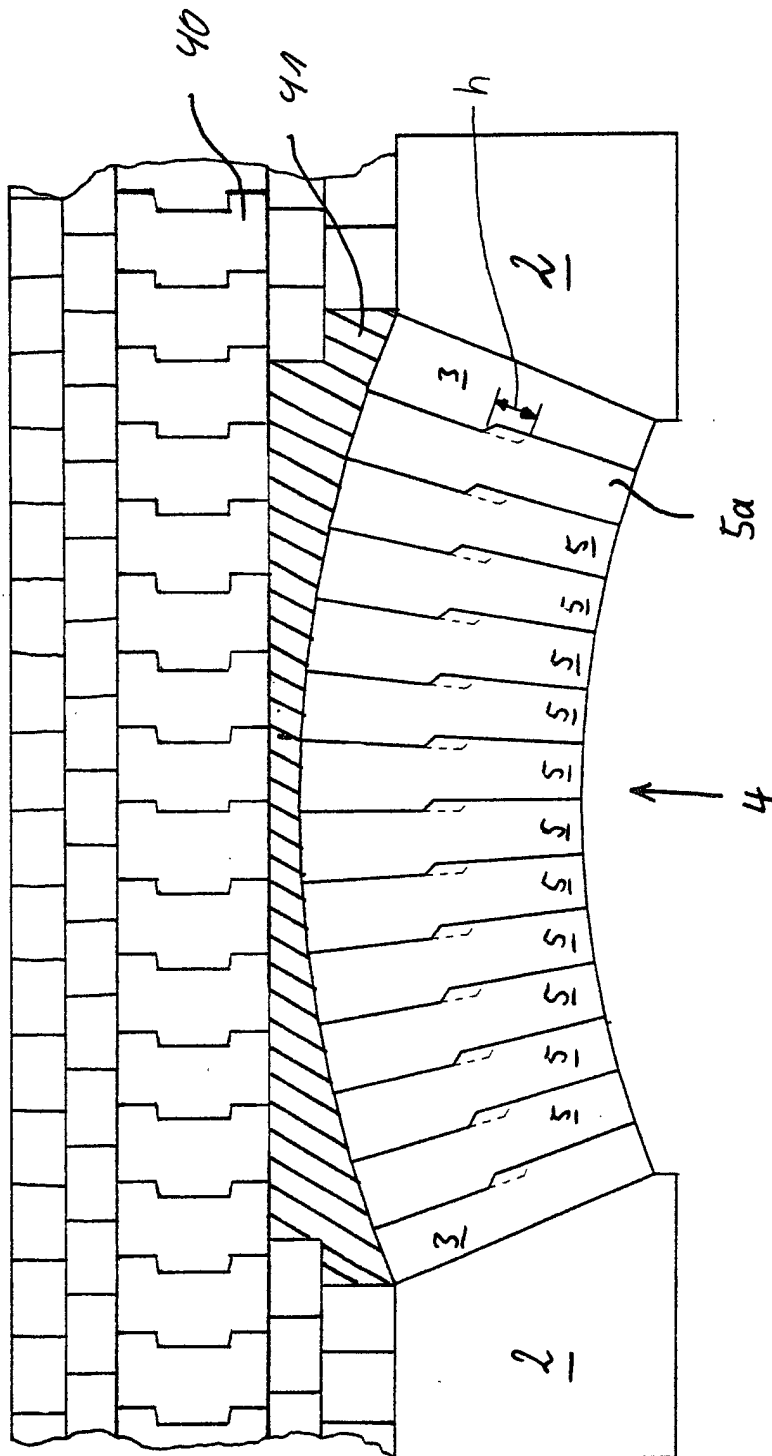


Fig 13

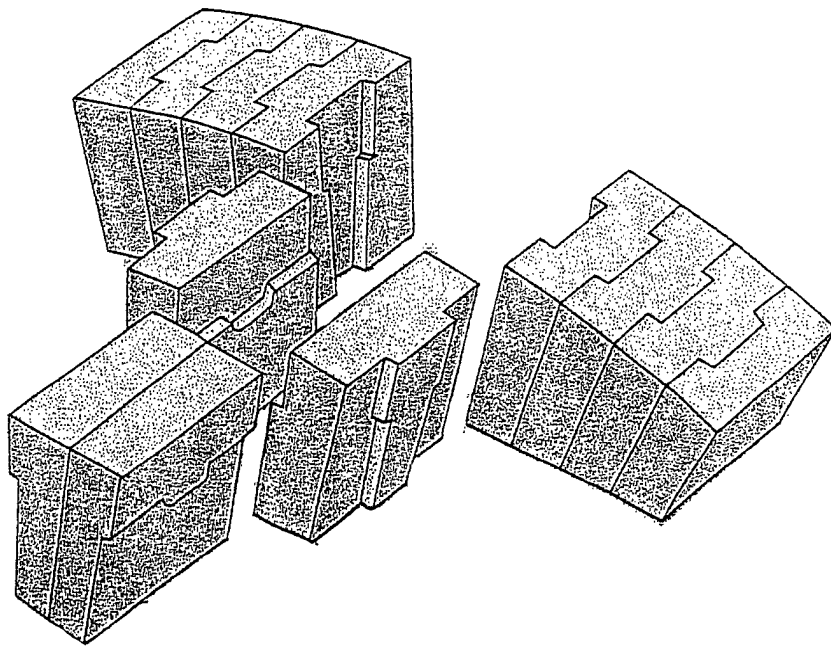


Fig. 14



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 02 00 8499

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 069 015 A (R.STEINWENDER) 3. Dezember 1991 (1991-12-03)	1-4,7-9, 11,12, 14,15, 18,20	F27D1/02
D	* Ansprüche; Abbildungen * & EP 0 862 034 A (SCHWAB FEUERFESTERTTECHNIK) 2. September 1998 (1998-09-02)		
Y,D	DE 481 676 C (L.SNYDER LONGENECKER) 27. August 1929 (1929-08-27)	1-3	
A	* Seite 1, Zeile 37 - Seite 2, Zeile 16; Abbildungen 1-4 *	11,12, 14,20	
A	* Abbildung 5 *	5,13	
Y	DE 15 83 466 A (KAISER ALUMINIUM & CHEMICAL CORP) 13. August 1970 (1970-08-13) * Ansprüche; Abbildungen *	1-3	
A	DE 13 01 011 B (VEITSCHER MAGNESITWERKE-AG) 14. August 1969 (1969-08-14) * Ansprüche; Abbildungen *	1,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	US 2 319 065 A (K.KARMANOCKY) 11. Mai 1943 (1943-05-11) * Ansprüche; Abbildungen *	1,6,10	F27D
A	DE 12 22 262 B (GENERAL REFRACTORIES CY) 4. August 1966 (1966-08-04)		
A	US 1 648 363 A (G.P.REINTJES) 8. November 1927 (1927-11-08)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30. Mai 2002	Prüfer Coulomb, J
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPC FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 02 00 8499

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.

30-05-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5069015 A	03-12-1991	DE 3933744 A1	18-04-1991
		AT 405766 B	25-11-1999
		AT 184790 A	15-03-1999
		CA 2027246 A1	11-04-1991
		ES 2026028 A6	01-04-1992
		FR 2652889 A1	12-04-1991
		GB 2236778 A , B	17-04-1991
		IT 1243808 B	28-06-1994
DE 481676 C	27-08-1929	KEINE	
DE 1583466 A	13-08-1970	DE 1583466 A1	13-08-1970
DE 1301011 B	14-08-1969	KEINE	
US 2319065 A	11-05-1943	KEINE	
DE 1222262 B	04-08-1966	KEINE	
US 1648363 A	08-11-1927	KEINE	

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