



(10) **DE 10 2011 112 838 A1** 2013.03.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 112 838.0**

(22) Anmeldetag: **12.09.2011**

(43) Offenlegungstag: **14.03.2013**

(51) Int Cl.: **C04B 33/32 (2012.01)**
F27B 9/02 (2012.01)

(71) Anmelder:
Keller HCW GmbH, 49479, Ibbenbüren, DE

(74) Vertreter:
**Busse & Busse Patent- und Rechtsanwälte
Partnerschaft, 49084, Osnabrück, DE**

(72) Erfinder:
**Gausmann, Heiner, 49205, Hasbergen, DE;
Heitmann, Peter, 48612, Horstmar, DE; Hüsing,
Rainer Dipl.-Ing., 48480, Spelle, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

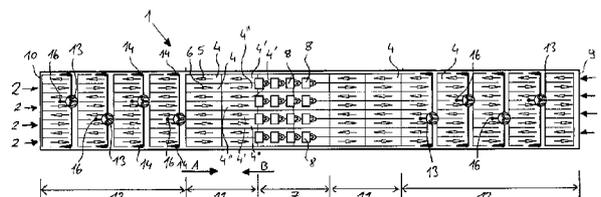
DE	30 23 228	A1
DE	31 17 828	A1
DE	34 37 237	A1
DE	199 09 043	A1
DE	199 34 122	A1
WO	87/ 03 358	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Brennen von keramischen Formlingen und Ofen**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Brennen von keramischen Formlingen (25), insbesondere von Ziegeln, in einem Ofen und durch Führen einer Mehrzahl von in parallel zueinander verlaufenden Zügen befindlichen Formlingen entlang einer längsverlaufenden Ofenstrecke (1) mit einer Brennzone (7), in der eine Erhitzung der Formlinge (25) stattfindet, wobei nebeneinander angeordnete Züge (2, 3) in entgegengesetzte Richtungen (A, B) verfahren und die Bestückung des Ofens mit in einer ersten Richtung (A) zu bewegend Formlingen (25) auf einer ersten Seite (10) der Ofenstrecke (1) erfolgt, wobei auf einer der ersten Seite (10) und bezüglich der Brennzone (7) gegenüberliegenden zweiten Seite (9) der Ofenstrecke (1) eine Bestückung der in die entgegengesetzte, zweite Richtung (B) zu bewegend Formlinge (25) erfolgt, die Formlinge (25) jeweils unter Verzicht auf eine Richtungsumkehr durch die Brennzone (7) hindurch bewegt und jeweils am bezüglich ihrer Bestückung entgegengesetzten Ende (9, 10) der Ofenstrecke dieser entnommen werden. Des weiteren betrifft die Erfindung einen Ofen zum Brennen von keramischen Formlingen (25), insbesondere von Ziegeln, und bevorzugt zur Durchführung eines vorbeschriebenen Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Brennen von keramischen Formlingen, insbesondere von Ziegeln, in einem Ofen und durch Führen einer Mehrzahl von in parallel zueinander verlaufenden (Ofen-)Zügen befindlichen Formlingen entlang einer längsverlaufenden Ofenstrecke S mit einer Brennzone, in der eine Erhitzung der Formlinge stattfindet, wobei während eines Bewegungsvorgangs nebeneinander angeordnete Züge in entgegengesetzte Richtungen A, B verfahren und die Bestückung des Ofens mit in einer ersten Richtung A zu bewegendem Formlingen erfolgt. Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Ofen zum Brennen von keramischen Formlingen, insbesondere von Ziegeln, mit einer Mehrzahl von parallel zueinander und entlang einer längsverlaufenden Ofenstrecke S bewegbaren, mehrere Ofenwagen umfassenden Zügen, auf denen die Formlinge anzuordnen sind, wobei die Ofenstrecke eine Brennzone zur Erhitzung der Formlinge aufweist und wobei nebeneinander angeordnete Züge in entgegengesetzten Richtungen A, B bewegbar sind und der Ofen auf einer ersten Seite der Ofenstrecke zur Bestückung des Ofens mit in einer ersten Richtung A zu bewegendem Formlingen ausgebildet ist.

[0002] Ein Gegenstand nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der DE 44 42 850 A1 bekannt. Durch die zur Umsetzung der Formlinge in der Brennzone mit dem Ziel der Richtungsumkehr zu verwendende Technik ist ein gattungsgemäßer Ofen aufwendig zu konstruieren und störungsanfällig. Gleiches gilt für die verwendete Kühlluftzuführung.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorbezeichnetes Verfahren bzw. einen vorbezeichneten Ofen störungsunanfälliger und insgesamt energiesparender auszubilden.

[0004] Die vorstehende Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie einen erfindungsgemäßen Gegenstand gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass auf einer der ersten Seite und bezüglich der Brennzone gegenüberliegenden zweiten Seite der Ofenstrecke eine Bestückung der in die entgegengesetzte, zweite Richtung B zu bewegendem Formlinge erfolgt, die Formlinge jeweils unter Verzicht auf eine Richtungsumkehr auf ihren jeweiligen Ofenzügen durch die Brennzone hindurchbewegt und jeweils am bezüglich ihrer Bestückung entgegengesetzten Ende der Ofenstrecke dieser entnommen werden. Durch die auf beiden Seiten der Brennzone jeweils aneinander vorbeibewegten bzw. während der Standzeiten nebeneinander verharrenden Formlinge wird die von den bereits die Brennzone verlassenden Formlingen abgegebene Energie

zur Erwärmung und Erhitzung der noch nicht in die Brennzone gelangten Formlinge verwendet. Es erfolgt keine Richtungsumkehr in der Brennzone, so dass diese lediglich durchlaufen werden muss. Entsprechend ist der konstruktive Aufwand im Bereich der Brennzone verringert. Die Vorrichtung ist weniger störungsanfällig. Obgleich die Ofenstrecke insbesondere geradlinig ausgebildet ist und auf eine Querversetzung in der Brennzone verzichtet wird, kann in Abhängigkeit der gewünschten Ofenwagenführung auch eine beispielsweise geringfügige Zusammenführung oder Auseinanderführung von Formlingen in einer verschmälerten oder aufgeweiteten Brennzone realisiert werden.

[0006] Durch den Verzicht auf eine Richtungsumkehr bzw. Umsetzung in der Brennzone wird der zur Verfügung stehende Platz optimal ausgenutzt. Die Umsetzung der Ofenwagen außerhalb der Brennzone kann langfristig schneller als im vorbezeichneten Stand der Technik innerhalb der Brennzone erfolgen, was wiederum Energie spart. Der erfindungsgemäße Ofen hat auch hierdurch einen höheren Durchsatz als der aus dem Stand der Technik bekannte. Es kann im Hochtemperaturbereich des Ofens auf eine komplexe und mithin anfällige Umsetztechnik verzichtet werden.

[0007] Bevorzugt werden die Formlinge in der Brennzone durch zumindest ein in einer Längsgasse zwischen den Zügen angeordnetes Heiz- bzw. Brennelement erhitzt. Hierdurch kann die verwendete Heizenergie direkter zu den Formlingen gebracht werden, was zu einer erhöhten Effizienz in der Brennzone und mithin zu einem verringerten Energieeinsatz führt. Die Erhitzung der Ziegel oder dergleichen Formlinge kann unmittelbar und gleichmäßig über deren Aufbauhöhe im Besatz verteilt erfolgen.

[0008] In einer weiteren Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Formlinge in der Brennzone durch zumindest ein oberhalb der Längsgassen angeordnetes Heizelement erhitzt. Eine solche Ausbildung ist insbesondere mit einer gerichteten Abgabe von Heizenergie in die Längsgassen zwischen den Ofenzügen hinein von Vorteil, wenn in den Längsgassen zu wenig Platz für Heizelemente zur Verfügung steht. Diese sind dann vorzugsweise direkt oberhalb der Längsgassen angeordnet.

[0009] Vorzugsweise werden in sich entlang der Ofenstrecke auf beiden Seiten der Brennzone anschließenden, insbesondere jeweils mehrere Ofenwagen langen Strahlungszonen die noch vor der Brennzone befindlichen Formlinge eines Zuges durch Strahlungswärme der bereits aus der Brennzone heraus gekommenen Formlinge des benachbarten und sich in entgegengesetzter Richtung bewegendem Ofenzuges erhitzt. Dasselbe gilt für einen auf zwei Seiten von in die entgegengesetzte Richtung

bewegbaren Ofenzügen begrenzten Ofenzug. Unter Ofenwagen ist hierbei jegliche Art von Formlings-transportmittel zu verstehen. Beispielsweise kann es sich um einen Schlitten oder Formlingsträger handeln.

[0010] Vorteilhafterweise erfolgt die Erhitzung der (noch nicht gebrannten) Formlinge unter Verzicht von entlang der Ofenstrecke durch die Brennzone hindurch geführter (erhitzter) Kühlluft. Dies führt zu einer großen Energieeinsparung, da Wärmeverluste durch abgeführte Kühlluft vermieden werden. Unter Kühlluft wird hierbei Luft verstanden, die bei bekannten Ofen eingeblasen wird, um bereits gebrannte Formlinge zu kühlen, deren Wärme aufzunehmen und diese Wärme nach der Brennzone an die noch nicht gebrannten Formlinge abzugeben. Kühlluft umfaßt nicht Sekundärluft, die zwecks Anreicherung des Sauerstoffgehalts im Rauchgas/Luft-Gemisch z. B. zur Herstellung einer bestimmten Ziegelfarbe zugeführt wird. Die Kühlung der bereits gebrannten Formlinge erfolgt ebenfalls unter Verzicht auf Kühlluft sondern durch Wärmeabgabe an die trockenen Formlinge.

[0011] Durch die Brennzone hindurch erfolgt somit keine gezielte Kühlluftführung und die vom Luft/Rauchgas-Gemisch in der Strahlungszone transportierbare Wärme ist vernachlässigbar. Gegenüber mit Kühlluft arbeitenden Tunnelöfen liegt die Energieeinsparung bei bis zu 40%. Durch den Verzicht auf Kühlluftsysteme ist der Ofen darüber hinaus günstiger herstellbar und weniger wartungsanfällig.

[0012] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von beidseits der Brennzone befindlichen Umwälzonen, in denen die Luft quer zur Ofenstreckungslängsrichtung umgewälzt wird mit dem Ziel, eine Temperaturgleichverteilung bei den auf den Ofenwagen befindlichen Formlingen zu bewirken. Die Rate der quer umgewälzten Luft ist bevorzugt deutlich größer als die der längs der Ofenstrecke bewegten Luft, wobei unter im Ofen befindlicher Luft vor- und nachstehend ein Rauchgas oder ein Rauchgas-/Luft-Gemisch bzw. Gasgemisch zu verstehen ist. Letzteres setzt sich zusammen aus den gegebenenfalls im Verbrennungsprozeß entstehenden Rauchgasen, etwaiger zur Anreicherung von Sauerstoff auf z. B. 10% bis 15% zugeführter Sekundärluft, sowie durch etwaige seitliche Schleusen gegebenenfalls in die Ofenstrecke gelangter Luft. Das Verhältnis von quer umgewälzten Gasmassenstrom zum längs der Ofenstrecke gerichteten Gasmassenstrom ist vorzugsweise > 10 , noch bevorzugter > 25 sowie besonders bevorzugt > 50 . Durch die großen Unterschiede im Gasmassenstrom längs und quer zur Ofenstrecke wird deutlich, dass nur ein geringer Gasmassenstrom in Längsrichtung der Ofenstrecke vorhanden ist. Entsprechend wird nur wenig Wärme bei der Absaugung des Rauchgas-/Luftgemisches verloren. In den Umwälzonen wird durch die starke Umwälzung der Luft

eine Gleichverteilung der Temperatur über den gesamten Besatz aller parallel zueinander befindlichen Ofenzüge mit den zu kühlenden bzw. zu erheizenden Formlingen angestrebt.

[0013] Zur Querumwälzung wird das im Ofen befindliche Gasgemisch von wenigstens einem insbesondere oberhalb und/oder seitlich der Züge befindlichen Lüfter angesaugt und vorzugsweise oberhalb einer Wandung oder Zwischendecke des Ofens in Querrichtung geleitet, um in Ofenstreckenlängsrichtung betrachtet seitlich der äußeren Ofenzüge nach unten geleitet zu werden und durch die Formlinge hindurch bzw. durch kleine Spalten zwischen den Formlingen wiederum einwärts hin zur Mitte der Ofenstrecke zu strömen. Durch die Verwendung eines oberhalb der Formlinge angeordneten Lüfters wird das natürliche Konvektionsbestreben des Gasgemisches unterstützt, um eine möglichst widerstandsfreie Strömung zu erhalten und den hierfür benötigten Arbeitsaufwand zu minimieren. Vorzugsweise ist der Lüfter als Radiallüfter ausgebildet und saugt Luft durch eine Ausnehmung einer Zwischendecke an, oberhalb derer die Luft dann zur Seite geleitet wird. Insbesondere wird die Luft strömungsoptimiert geleitet. Hierfür können vorzugsweise abgerundete Begrenzungen des Strömungskanals und der weitgehende Verzicht auf Abrißkanten oder dergl. Turbulenz verursachende Konturen Sorge tragen.

[0014] Die alternative oder ergänzende Anordnung eines oder mehrerer Lüfter seitlich der Ofenstrecke, insbesondere jeweils zumindest einer auf jeder Seite, kann zu besonders hohen Umwälzraten bei niedrigem Aufbau des Ofens führen.

[0015] Vorteilhafterweise erfolgt eine Variation der Brennkurve über die Variation der Rate der quer umgewälzten Luft in der Umwälzzone. Insbesondere kann die Brennkurve, d. h. die Temperatur der Formlinge entlang der Ofenstrecke, bei einer Mehrzahl von nebeneinander in der Umwälzzone angeordneten Umwälzkanälen variiert werden. Zusätzlich zur Variation der Brennkurve über die Schubzeit und die Garbrandtemperatur kann sich die Temperatur der (bereits gebrannten bzw. ungebrannten) Formlinge in der Umwälzzone als Funktion der (Quer-)Umwälzrate bzw. der Umwälzraten bei mehreren (Quer-)Umwälzkanälen ergeben. Die Umwälzrate wird bevorzugt durch die Steuerung der Lüfter variiert.

[0016] Zur Unterstützung der Umformung von organischem Material in Formlingen kann insbesondere in einem Temperaturbereich $< 700^\circ$ entlang der Ofenstrecke Sauerstoff zugeführt werden. Vorzugsweise wird hierfür Umgebungsluft verwendet. Der Anteil der zugeführten Luft liegt in der Größenordnung des längs der Ofenstrecke gerichteten Massenstroms. Ziel ist die Anhebung des Sauerstoffgehalts beispielsweise im Rauchgas von z. B. 3% auf 10%

bis 15%. Eine Zuführung in der Umwälzzone kann alternativ oder ergänzend zu einer Zuführung von Sauerstoff im Brennraum erfolgen.

[0017] Die eingangs gestellte Aufgabe wird ebenfalls durch einen Ofen gelöst, der insbesondere zur Durchführung eines vor- oder nachbeschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist, und der sich dadurch auszeichnet, dass auf einer der ersten Seite und bezüglich der Brennzone gegenüberüberliegenden zweiten Seite der Ofenstrecke eine Bestückung der in die entgegengesetzte, zweite Richtung B zu bewegendem Formlinge vorgesehen ist. Die Formlinge sind beim erfindungsgemäßen Ofen in beide Richtungen jeweils unter Verzicht auf eine Richtungsumkehr durch die Brennzone hindurch bewegbar und jeweils am bezüglich ihrer Bestückung entgegengesetzten Ende der Ofenstrecke entnehmbar. Hierfür kann an beiden seitlichen Enden der Ofenstrecke jeweils eine Schleuse vorgesehen sein, durch die die Ofenwagen zu einer Bestückungs- und Entnahmevorrichtung gelangen, die vorzugsweise eine mit der Anzahl der Ofenzüge entsprechenden Gleisabschnittzahl versehene Schiebebühne aufweist. Auf die Gleisabschnitte der Schiebebühne können dann die ungebrannte bzw. gebrannte Formlinge aufweisenden Ofenwagen geschoben werden.

[0018] Die Ofenstrecke weist vorzugsweise zwischen den bezüglich der Brennzone gegenüberliegenden Seiten der Ofenstrecke zwei Strahlungszone und insbesondere zwei Umwälzzone auf. In der Strahlungszone erfolgt gezielt keine durch Lüfter oder dgl. gestützte Querumwälzung der Luft, da der über Strahlung abgegebene Anteil der Wärme von den gebrannten Formlingen deutlich größer ist als ein über Umwälzung zwischen den zu kühlenden und zu erwärmenden Formlingen realisierbarer Wärmetransport. Gleichzeitig ist in den Umwälzzone der Anteil der querumgewälzten Luft aufgrund der verwendeten Umwälzmittel, zumeist eines Lüfters, deutlich, d. h. mindestens eine Größenordnung, größer als der Anteil der in Richtung der Ofenstrecke längstransportierten Luft, wobei unter Luft ein entsprechendes Rauchgasgemisch gemeint ist, welches zu geringen Anteilen mit Umgebungsluft vermischt sein kann.

[0019] Die Ofenstrecke eines erfindungsgemäßen Ofens weist einen Haupttunnel auf, in dem die Ofenwagen parallel verlaufender Ofenzüge bewegt werden können. Ausgehend von einem seitlichen Ende der Ofenstrecke können zunächst eine Umwälzzone, dann eine Strahlungszone und eine zentrale Brennzone vorhanden sein, auf der anderen Seite der Brennzone folgen anschließend wieder eine Strahlungs- und dann eine Umwälzzone. Nach dieser endet die Ofenstrecke. Typischerweise fahren die Ofenzüge auf Schienen durch ein Wasserbad. Durch die Mehrzahl von nebeneinander durch eine gemeinsame Brennzone und einen gemeinsamen Tunnel ein-

ander entgegengesetzt fahrenden Formlinge heizen die soeben aus der Brennzone gelangten Formlinge in der Strahlungszone die noch nicht in der Brennzone befindlichen Formlinge auf. Die bereits gebrannten kühlen sich ab. Durch die Querumwälzung der im Tunnel befindlichen Luft in der Umwälzzone und die dort im Querschnitt betrachtet angestrebte Temperaturgleichverteilung kühlen sich die bereits gebrannten weiter ab, während die ungebrannten sich langsam erwärmen. Durch den Verzicht auf eine Richtungs-umkehr in der Brennzone ist die Vorrichtung technisch einfacher zu realisieren.

[0020] Gleichzeitig kann auf Kühlluftzuführung verzichtet werden, da die Kühlung der bereits gebrannten Formlinge in der Strahlungszone und in der Umwälzzone durch die ungebrannten Formlinge erfolgt. Es erfolgt keine gezielte Kühlung der gebrannten Formlinge durch zusätzliche Luftzufuhr. Entsprechend sind etwaige Absaugvorrichtung zum Absaugen von Rauchgas geringer dimensionierbar.

[0021] In der Umwälzzone ist wenigstens ein Lüfter zur Querumwälzung von vorhandenem Gas vorgesehen. Ein solcher Lüfter kann entweder in einer seitlichen Wandung des Haupttunnels oder auch in der Decke angeordnet sein. Insbesondere weist zumindest eine der Umwälzzone jedoch wenigstens eine separate Wandung auf, über die wenigstens ein hauptsächlich quer zum Haupttunnel verlaufender Umwälzkanal von einem Haupttunnel der Ofenstrecke getrennt ist. In dieser Wandung kann dann der Lüfter mit einer Einströmseite zum Haupttunnel hin angeordnet sein. Eine oberhalb der Formlinge befindliche Wandung bzw. Decke und eine Anordnung des Lüfters oberhalb der Formlinge in dieser Decke unterstützt die Querumwälzung von ohnehin nach oben steigende Luft, die dann ggf. unter leichter Abkühlung an einer Außenwand des Ofens entlang des Umwälzkanals zu den Seiten hin transportiert und dort wiederum in den Haupttunnel oder durch einen weitere seitliche Kanalabschnitte unmittelbar seitlich des Haupttunnels in denselben eingeleitet werden kann.

[0022] Vorzugsweise sind in Ofenstreckenlängsrichtung eine Mehrzahl von Umwälzkanälen, die baulich voneinander getrennt sind, angeordnet. Insofern sind oberhalb des Haupttunnel unter Verwendung einer Zwischendecke oder außen liegender Kanäle z. B. in Form von Rohren eine Mehrzahl von Querkäneln ausgebildet, denen vorzugsweise je zumindest ein Lüfter zugeordnet sind. Insbesondere die Verwendung einer Zwischendecke ermöglicht ein außen auf einfache Weise gut isolierbares System. Durch separate Ansteuerung der Lüfter kann Temperaturverteilung in der Ofenstrecke gesteuert und mithin eine Brennkurve des Ofens variierbar ausgebildet werden.

[0023] Vorteilhafterweise ist bei einem Ofen mit einer Mehrzahl von Lüftern in den jeweiligen Umwälz-

zonen die Anordnung der Lüfter dergestalt, dass diese entlang der Ofenstrecke versetzt zueinander sind. D. h., sie weisen unterschiedliche Abstände zu den Längsseiten der Ofenstrecke auf. Hierdurch wird eine verbesserte Gleichverteilung der Temperatur aufgrund von einer sämtliche Formlinge erreichenden Strömung erreicht.

[0024] Vorzugsweise sind an beiden Seiten der Ofenstrecke jeweils eine Beschickungs- und eine Entnahmevorrichtung angeordnet. Diese weisen vorzugsweise je eine Schiebebühne auf, die eine Mehrzahl von Ofenwagen seitlich zur Ofenstrecke versetzen können. Seitlich versetzt können dann die gebrannten Formlinge vom Ofenwagen abgeschoben oder anders entfernt und zu brennende Formlinge aufgebracht werden.

[0025] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind der nachfolgenden Figurenbeschreibung zu entnehmen.

[0026] In den Figuren zeigt auf schematische Weise

[0027] Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf einen Teil eines erfindungsgemäßen Ofens,

[0028] Fig. 2 einen Querschnitt durch einen weiteren erfindungsgemäßen Gegenstand,

[0029] Fig. 3 eine Teilansicht eines Schnitts III-III durch den erfindungsgemäßen Gegenstand gemäß Fig. 2,

[0030] Fig. 4 eine Beladungssituation,

[0031] Fig. 5 eine Entladungssituation,

[0032] Fig. 6 eine Brennkurve, die über die Variation der Querumwälzungsrate in den Umwälzzonen variiert ist.

[0033] Gleich oder ähnlich wirkende Teile sind – sofern dienlich – mit identischen Bezugsziffern versehen. Einzelne technische Merkmale der nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele können auch mit den Merkmalen der vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele zu erfindungsgemäßen Weiterbildungen führen.

[0034] Fig. 1 zeigt eine schematische und teilweise perspektivische Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Gegenstand. Gezeigt ist eine allgemein mit **1** bezifferte Ofenstrecke, auf der insgesamt acht Ofenzüge angeordnet sind. In der Figurenebene fahren mit **2** bezifferte Ofenzüge in Richtung A, d. h. nach rechts, während mit **3** bezifferte Ofenzüge in Richtung B nach links fahren. Jeder Ofenzug **2, 3** weist eine Mehrzahl von in Längsrichtung (A bzw. B) aneinander angeordneten Ofen- bzw. Herdwagen **4** auf, teilweise

kenntlich gemacht durch Pfeile **5** bzw. **6**. Die Ofenwagen **4** der Ofenzüge **2** werden auf der in der Figur linken Seite bestückt und auf der rechten Seite entnommen, die Wagen der mit **3** bezifferten Ofenzüge werden entsprechend auf der rechten Seite bestückt und auf der linken Seite entnommen.

[0035] Der Ofen weist eine mittlere Brennzone **7** auf, in der eine Vielzahl von Brennelementen **8** angeordnet ist. Beidseitig zu den seitlichen Enden **9** und **10** der Ofenstrecke hin schließen sich Strahlungszonen **11** an. Diese wiederum grenzen jeweils an eine Umwälzzone **12**.

[0036] Während in der Brennzone **7** alle Formlinge erhitzt werden, dienen sowohl die Umwälzzonen wie auch die Strahlungszonen einerseits der Erwärmung der noch nicht gebrannten Formlinge sowie andererseits im selben Moment der Kühlung der bereits die Brennzone hinter sich gelassenen Formlinge. Ein Übergang von Formlingen in die Brennzone bzw. aus der Brennzone heraus erfolgt durch ein Verfahren der nebeneinander angeordneten Züge in entgegengesetzte Richtungen. Auf Ofenwagen **4'** befindliche Formlinge, die während eines Schubs des Ofenzuges die Brennzone **7** verlassen haben, werden neben den auf dem Ofenwagen **4''** befindlichen Formlingen positioniert und ein Wärmeübergang von den bereits gebrannten Formlingen auf die noch nicht gebrannten erfolgt.

[0037] Nachdem bereits gebrannte Formlinge in der Strahlungszone bis auf 700°C–800°C heruntergekühlt sind, treten sie nach mehrmaligem Verschieben der Züge in eine der Umwälzzonen **12** ein. In jeder der beiden Umwälzzonen **12** befinden sich deckenseitig Lüfter **13** mit oberhalb der Formlinge befindlichen Einströmöffnungen, die eine Querumwälzung der in dem Ofentunnel befindlichen Gase bewirken. Pfeile **14**, die perspektivisch zu betrachten sind, zeigen an, dass von den Lüftern **13** transportierte Luft seitlich zu den Längsseiten der Ofenstrecke transportiert und dort weiter seitlich nach unten auf Höhe der Formlinge befördert wird. Die Anordnung der Lüfter ist leicht perspektivisch dargestellt, wobei ausgemalte kleine Kreise **16** die Position eines Lüfters mit Bezug auf die Ebene der Formlinge andeuten. Eine Bestückung erfolgt auf beiden Seiten der Ofenstrecke und die Formlinge werden in beide Richtungen unter Verzicht auf eine Richtungsumkehr sowie eine Querversetzung durch die Brennzone hindurchbewegt und jeweils an dem bezüglich ihrer Bestückung entgegengesetzten Ende der Ofenstrecke dieser entnommen.

[0038] Die schematisch dargestellten Brennelemente **8** sind in den nicht näher dargestellten Längsgasen zwischen den Zügen angeordnet, können darüber hinaus jedoch auch oberhalb der Formlinge angeordnet sein. Durch die Wärmeübertragung von den

gebrannten auf die ungebrannten Formlinge bzw. Ziegel müssen die bereits gebrannten Ziegel nicht extra gekühlt werden. Es erfolgt keine gesonderte Kühlluftzuführung. Ungeachtet dessen kann es sinnvoll sein, durch geringe Zuführung von Sauerstoff im vorbeschriebenen Masse den Sauerstoffgehalt des Rauchgas-/Luftgemisches auf 10% bis 15% anzuheben.

[0039] Während bei konventionellen Tunnelöfen das Verhältnis von quer umgewälzter Masse zu längs umgewälzter Masse pro Zeiteinheit ≤ 1 ist, ist bei den erfindungsgemäßen Öfen das Verhältnis der in einem Bereich der Umwälzzonen quer umgewälzten Luft/Rauchgas-Mischung zur längs der Ofenstrecke in Richtung A bzw. B transportierten Luft > 50 . Für die Querumwälzung wird hierbei beispielsweise die durch einen der Lüfter **13** angesaugte und quer zur Längserstreckung der Ofenstrecke transportierte Luft betrachtet.

[0040] **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt in einer Umwälzzone eines weiteren erfindungsgemäßen Gegenstands. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwölf Ofenzüge **2, 3** nebeneinander angeordnet, wobei Ziffern 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 bis n.2 die Nummerierung von Paaren von Schienen **18** darstellen. Alle Ofenzüge **2, 3** laufen in einem an sich bekannten Wasserbad **17** auf ebenfalls bekannten Schienen **18**. Die Ofenwagen **4** weisen zueinander korrespondierende Seitenbereiche auf, um den Wärmeeintrag in das Wasserbad zu verringern.

[0041] In der Umwälzzone ist eine als Decke ausgebildete Wandung **19** vorhanden, durch die zu den Seiten **21** hin verlaufende Umwälzkanäle **22** ausgebildet werden. Durch einen als Radiallüfter ausgebildeten Lüfter **13** wird das im Haupttunnel **24** befindliche Rauchgas-/Luftgemisch in Richtung der Pfeile **26** transportiert. Durch die ansteigende und gerundete Formgebung der Zwischendecke an den Kanten **27** ist die Luftführung im Umwälzkanal verbessert, Abrißkanten, die zur Bildung von Luftwirbeln führen, werden vermieden. Durch den in etwa gitterförmigen Besatzaufbau der am äußersten linken bzw. rechten Rand des Haupttunnels **24** angeordneten Formlinge **25** wird eine Art Lüftungsgitter ausgebildet, so dass die umgewälzte Luft vergleichmäßig durch die Formlinge hindurchströmen kann. In den Längsgassen zwischen den Formlingen einzelner entgegengesetzt zueinander fahrender Wagen/Züge können in der Brennzone Brennelemente bis zum untersten Formling angeordnet werden.

[0042] **Fig. 3** zeigt den Querschnitt III-III nach **Fig. 2**. Dies in einer links und rechts geschnittenen Ansicht. Ersichtlich sind benachbarte Umwälzkanäle **22** durch Seitenwände **28** voneinander getrennt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jedem Umwälzkanal **22**,

der in Längsrichtung betrachtet eine Ofenwagenlänge lang ist, ein Lüfter zugeordnet.

[0043] **Fig. 4** zeigt die linke Seite der Ofenstrecke nach **Fig. 1** in einer Beladungssituation und mit einer Beladungs und Entnahmeverrichtung **31**. Durch eine acht Gleise aufweisende und quer in Richtungen C verfahrbare Schiebebühne **32** wird die Be- und Entladung der Ofenstrecke vorgenommen. In der gestrichelt dargestellten Situation werden die Ofenwagen mit ungebrannten Formlingen beladen. Anschließend verschiebt die Schiebebühne in Richtung C vor die entsprechenden Gleise (1.2, 2.2., 3.2., n.2) und die Ofenwagen können in die Züge **2** integriert werden.

[0044] Anschließend kann die Schiebebühne um einen Gleis versetzt in die in der **Fig. 5** gestrichelt gezeichnete Position verfahren werden, um die mit bereits gebrannten Formlingen versehenen Ofenwagen aufzunehmen. Anschließend verfährt die Schiebebühne wieder in die in die in der **Fig. 5** durchgängig gezeichnete Position seitlich neben die Ofenstrecke. In dieser werden die fertigen Formlinge entnommen, woraufhin trockene Formlinge wieder auf die Wagen aufgebracht werden können. Der Eingang in die Ofenstrecke kann typischerweise mit einer Schleuse versehen werden.

[0045] **Fig. 6** zeigt den Verlauf zweier Brennkurven x.1 und x.2 als Funktion der Temperatur (in °C) entlang der Ofenstrecke. Gezeigt sind eine durchgezogene Linie für ein erstes Gleis, während die Brennkurve für ein benachbartes zweites Gleis gestrichelt dargestellt ist. In die jeweiligen Kurven eingezeichnete Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der Formlinge entlang des Gleises an. Die gestrichelt dargestellte Linie zeigt Formlinge an, die in der Figurenebene von rechts nach links bewegt werden.

[0046] In der Brennzone **7** zeigen beide Kurven identische Temperaturen für die Formlinge an, in den Strahlungszonen **11** fallen die Temperaturen gleichmäßig ab. Beidseitig der Strahlungszonen **11** weisen die Kurven ein durch die entsprechend eingestellte Lüfter zur Querumwälzung der Luft in den Umwälzzonen **12** ein Plateau auf, durch welches beispielsweise Umsetzungsprozesse von organischem Material in den Formlingen verbessert gesteuert werden können. Eine Entnahme der Formlinge auf beiden Seiten der Ofenstrecke erfolgt bei Temperaturen meist unterhalb von 120°C.

[0047] Der Brennraum eines erfindungsgemäßen Ofens kann auch als externer Brennraum mit Energieträgern jeglicher Art, beispielsweise mit Pellets oder verbrennbarem Müll, betrieben werden, was die Energiebilanz des Ofens weiterhin verbessern kann.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 4442850 A1 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Brennen von keramischen Formlingen (25), insbesondere von Ziegeln, in einem Ofen und durch Führen einer Mehrzahl von in parallel zueinander verlaufenden Zügen befindlichen Formlingen entlang einer längsverlaufenden Ofenstrecke (1) mit einer Brennzone (7), in der eine Erhitzung der Formlinge (25) stattfindet, wobei nebeneinander angeordnete Züge (2, 3) in entgegengesetzte Richtungen (A, B) verfahren und die Bestückung des Ofens mit in einer ersten Richtung (A) zu bewegendem Formlingen (25) auf einer ersten Seite (10) der Ofenstrecke (1) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einer der ersten Seite (10) und bezüglich der Brennzone (7) gegenüberliegenden zweiten Seite (9) der Ofenstrecke (1) eine Bestückung der in die entgegengesetzte, zweite Richtung (B) zu bewegendem Formlinge (25) erfolgt, die Formlinge (25) jeweils unter Verzicht auf eine Richtungsumkehr durch die Brennzone (7) hindurch bewegt und jeweils am bezüglich ihrer Bestückung entgegengesetzten Ende (9, 10) der Ofenstrecke dieser entnommen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formlinge (25) in der Brennzone (7) durch zumindest ein in einer Längsgasse zwischen den Zügen (2, 3) angeordnetes Heizelement (8) erhitzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Formlinge in der Brennzone (7) durch zumindest ein/das direkt oberhalb der Längsgassen angeordnetes Heizelement (8) erhitzt werden.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in sich entlang der Ofenstrecke (1) auf beiden Seiten der Brennzone (7) anschließenden, insbesondere jeweils mehrere Ofenwagen (4) langen Strahlungszonen (11) die noch vor der Brennzone (7) befindlichen Formlinge (25) eines Zuges durch Strahlungswärme der bereits die Brennzone (7) verlassenden Formlinge (25) des benachbarten und sich in entgegengesetzter Richtung bewegendem Ofenzuges erhitzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhitzung unter Verzicht von entlang der Ofenstrecke (1) durch die Brennzone (7) hindurchgeführter Kühlluft erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in beidseits der Brennzone (7) befindlichen Umwälzzonen (12) Luft quer zur Ofenstreckenlängsrichtung umgewälzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft zur Querumwälzung von einem oberhalb oder seitlich der Züge (2, 3) befindlichen

chen Lüfter (13) angesaugt und insbesondere oberhalb einer Zwischendecke (19) des Ofens in Querrichtung geleitet wird, um in Ofenstreckenlängsrichtung betrachtet seitlich der äußeren Ofenzüge nach unten geleitet zu werden und durch die Formlinge (25) einwärts zu strömen.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von quer umgewälzten Gasmassenstrom zum längs der Ofenstrecke gerichteten Gasmassenstrom größer 10 ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Variation der Brennkurve über die Variation der Rate der quer umgewälzten Luft erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterstützung der Umformung von organischem Material im Formling in einem Temperaturbereich < 700°C entlang der Ofenstrecke (1) Sauerstoff hinzugeführt wird.

11. Ofen zum Brennen von keramischen Formlingen (25), insbesondere von Ziegeln, und bevorzugt zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einer Mehrzahl von in parallel zueinander und entlang einer längsverlaufenden Ofenstrecke (1) bewegbaren, mehrere Ofenwagen (4) umfassenden Zügen (2, 3), auf denen die Formlinge (25) anzuordnen sind, wobei die Ofenstrecke (1) eine Brennzone (7) zur Erhitzung der Formlinge (25) aufweist und wobei nebeneinander angeordnete Züge (2, 3) in entgegengesetzten Richtungen (A, B) bewegbar sind und der Ofen auf einer ersten Seite (10) der Ofenstrecke (1) zur Bestückung des Ofens mit in einer ersten Richtung (A) zu bewegendem Formlingen (25) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Ofen auf einer der ersten Seite (10) und bezüglich der Brennzone (7) gegenüberliegenden zweiten Seite (9) der Ofenstrecke zur Bestückung mit den in die entgegengesetzte, zweite Richtung (B) zu bewegendem Formlingen (25) ausgebildet ist, die Formlinge (25) jeweils unter Verzicht auf eine Richtungsumkehr durch die Brennzone (7) hindurch bewegbar und jeweils am bezüglich ihrer Bestückung entgegengesetzten Ende der Ofenstrecke entnehmbar sind.

12. Ofen nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den bezüglich der Brennzone (7) gegenüberliegenden Seiten (10, 9) der Ofenstrecke (1) zwei Strahlungszonen (11) angeordnet sind.

13. Ofen nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den bezüglich der Brennzone gegenüberliegenden Seiten (10, 9) der Ofenstrecke (1) zwei Umwälzzonen (12) angeordnet sind.

14. Ofen nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in den Umwälzzonen (**12**) wenigstens ein Lüfter (**13**) zur Querumwälzung von vorhandenem Gas vorgesehen ist.

15. Ofen nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Umwälzzonen wenigstens eine separate Wandung (**19**) aufweist, über die wenigstens ein Umwälzkanal (**22**) von einem Haupttunnel (**24**) der Ofenstrecke (**1**) getrennt ist.

16. Ofen nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von quer zur Ofenstreckenlängsrichtung verlaufenden Umwälzkanälen (**22**), die baulich voneinander getrennt sind.

17. Ofen nach einem der Ansprüche 13 bis 16 mit einer Mehrzahl von Lüftern, dadurch gekennzeichnet, dass die Lüfter (**13**) entlang der Ofenstrecke (**1**) versetzt zueinander angeordnet sind.

18. Ofen nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass an den beiden Seiten (**10**, **9**) der Ofenstrecke jeweils eine Beschickungs- und Entnahmevorrichtung (**31**) angeordnet ist, die vorzugsweise jeweils mittels einer Schiebep Bühne (**32**) eine Mehrzahl von Ofenwagen seitlich zur Ofenstrecke versetzen können.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

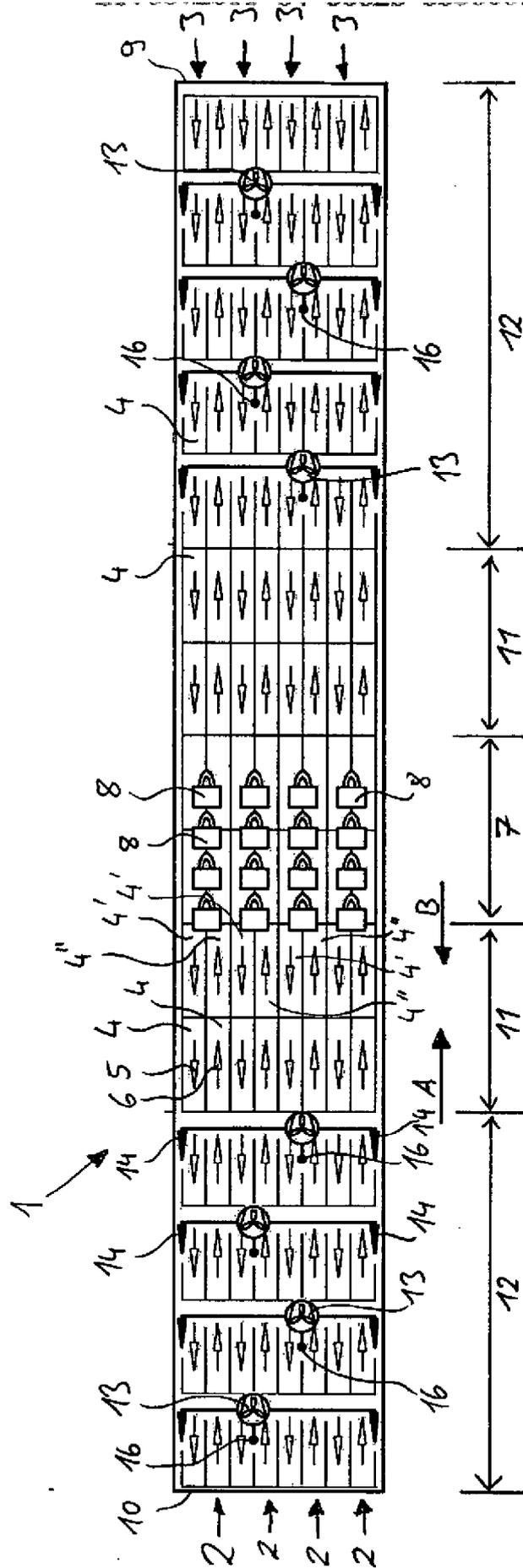
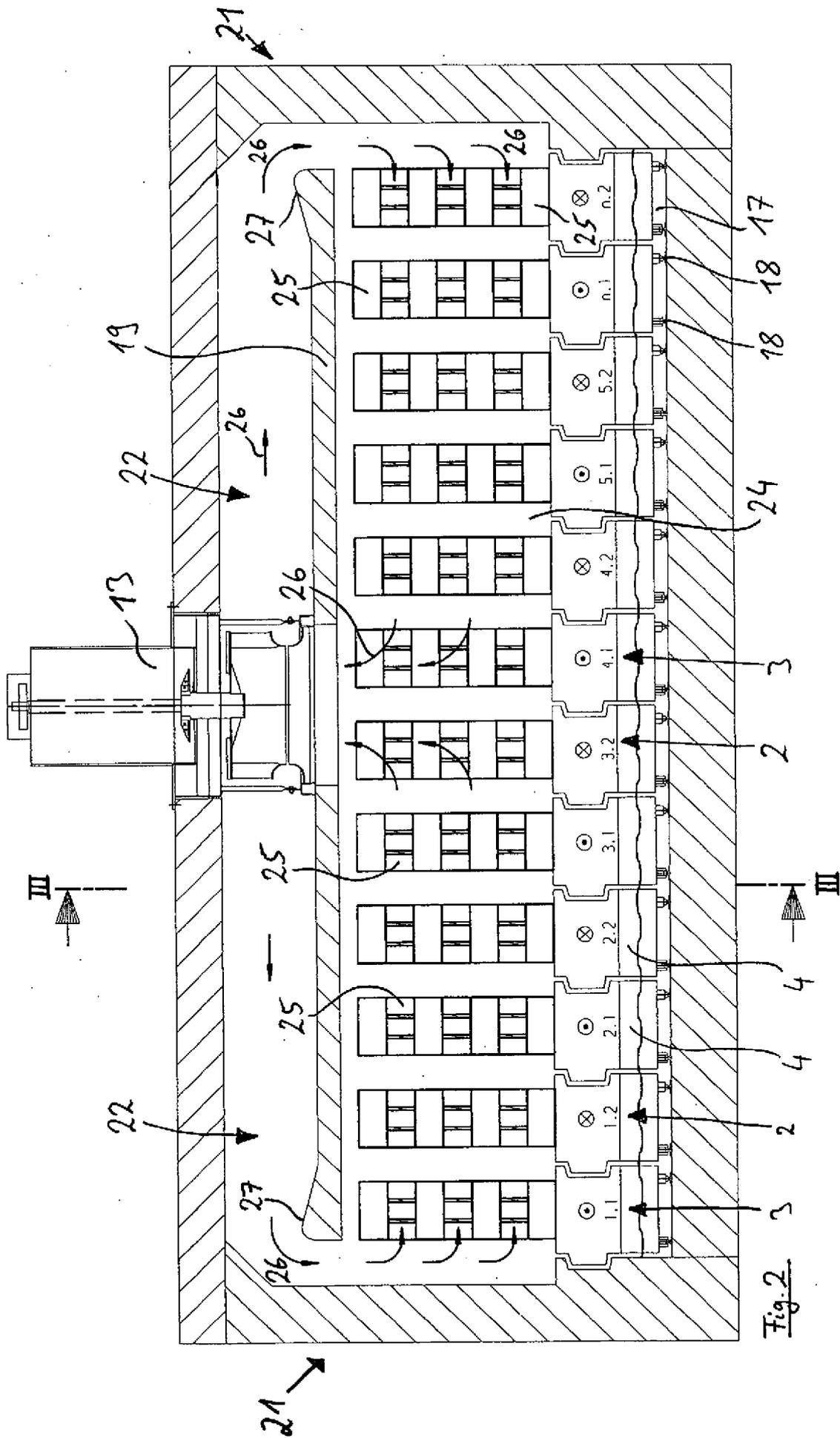


Fig.1



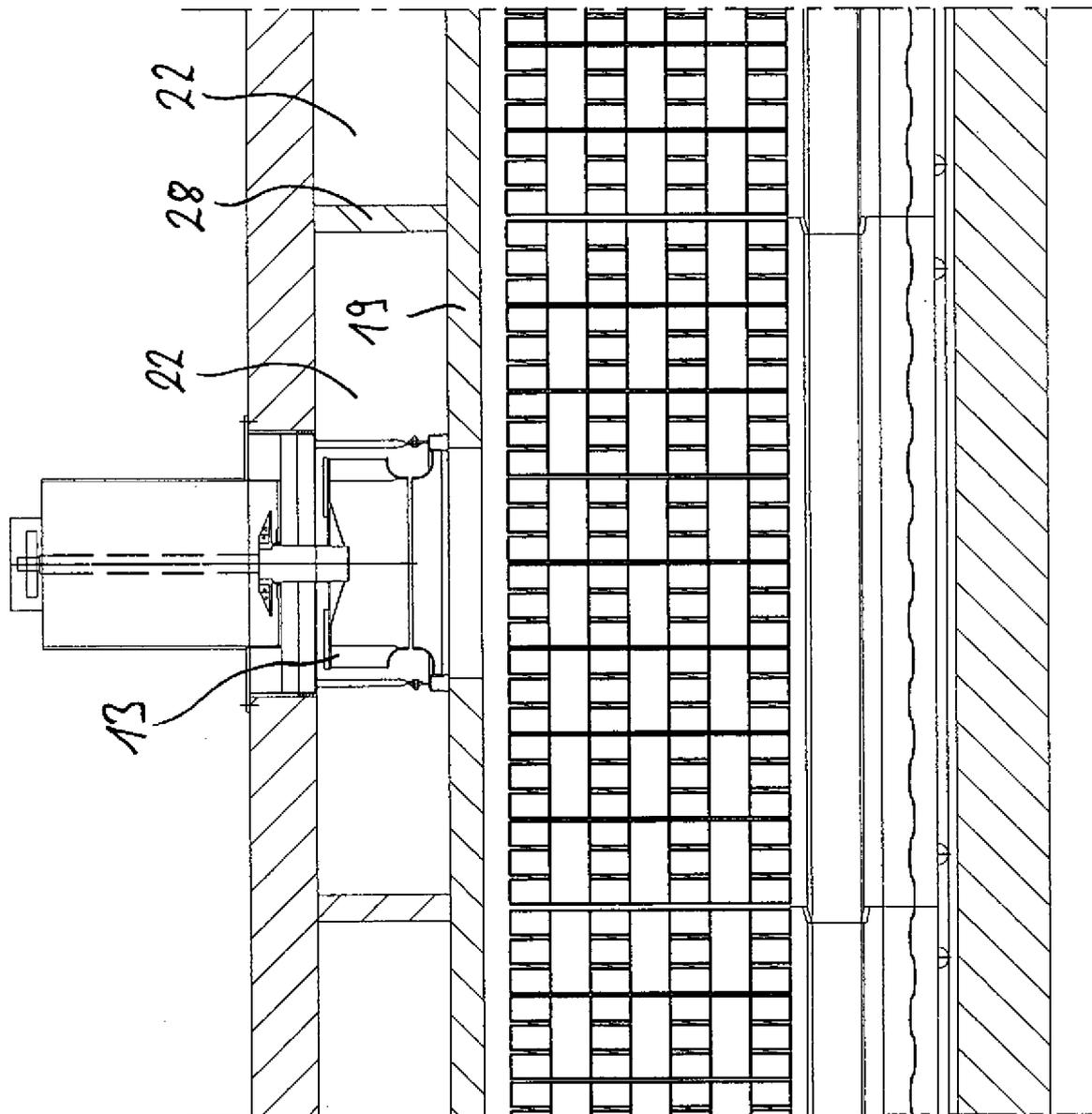
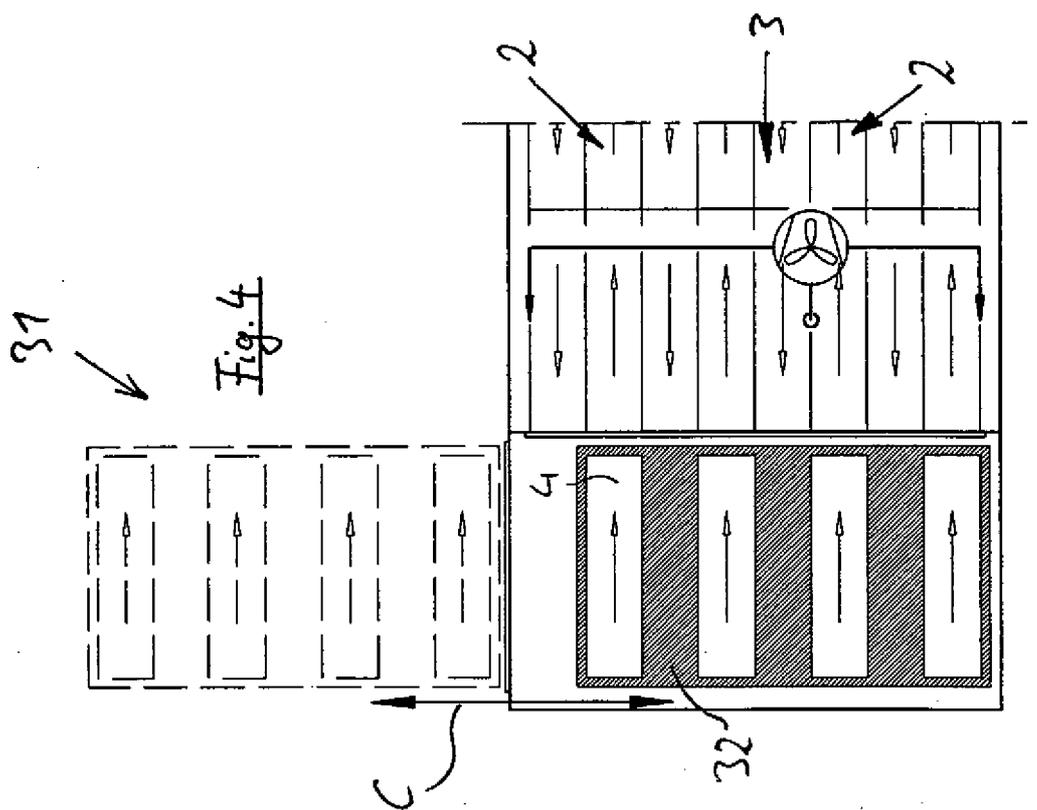
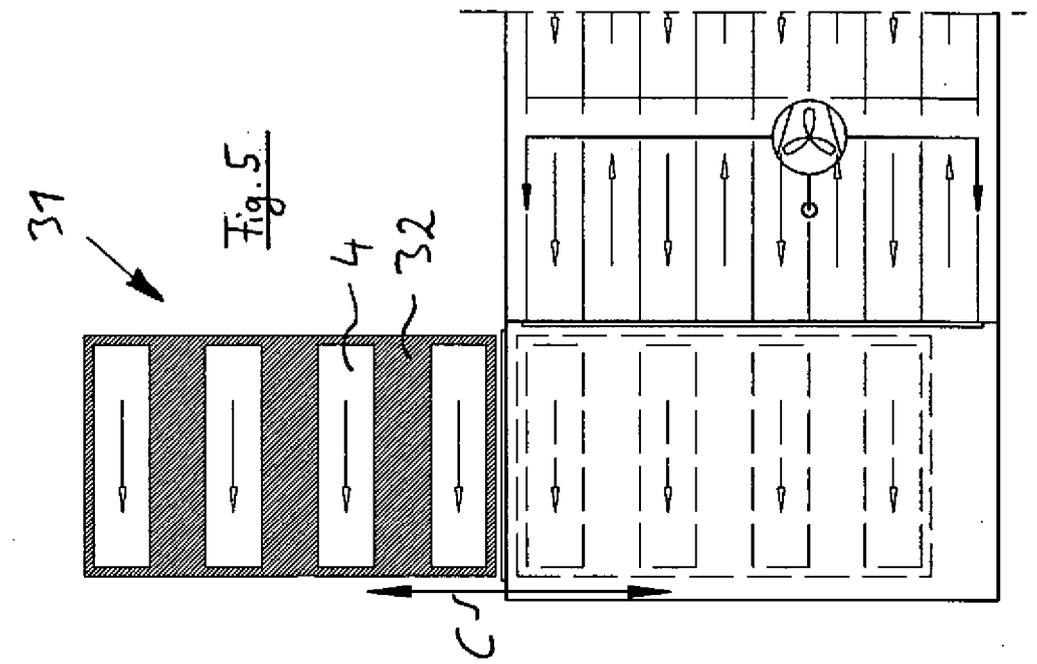


Fig. 3



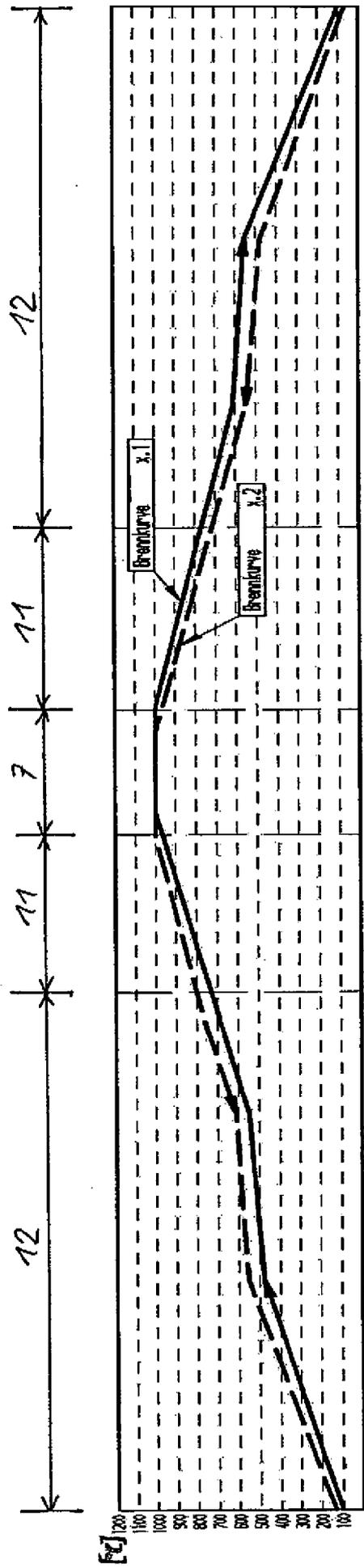


Fig. 6