(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 247 100**
B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **23.08.89**

(51) Int. Cl.⁴: **F 27 B 9/02**, C 10 B 7/14

(21) Anmeldenummer: **86906765.2**

(22) Anmeldetag: **13.11.86**

(86) Internationale Anmeldenummer: **PCT/DE 86/00462**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 87/03358 (04.06.87 Gazette 87/12)**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR WÄRMEBEHANDLUNG VON FORMKÖRPERN.**

(30) Priorität: **29.11.85 DE 3542352**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **02.12.87 Patentblatt 87/49**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **23.08.89 Patentblatt 89/34**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A-2 001 148
FR-A-492 839
GB-A-140 740
US-A-1 838 672
US-A-3 887 437

(73) Patentinhaber: **RIEDHAMMER GMBH UND CO. KG, Schleifweg 45, D-8500 Nürnberg 10 (DE)**

(72) Erfinder: **ALBERSDÖRFER, Gernot, Siemensstrasse 22, D-8560 Lauf (DE)**
Erfinder: **SWOBODA, Reiner, Georg-Ledebourstrasse 20, D-8500 Nürnberg 50 (DE)**

(74) Vertreter: **Becker, Thomas, Dr., Dipl.- Ing., Patentanwälte Becker & Pust Eisenhüttenstrasse 2, D-4030 Ratingen 1 (DE)**

EP 0 247 100 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

LIBER, STOCKHOLM 1989

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Formkörpern mit zwei zueinander parallelen Ofenkanälen, durch die das zu brennende Gut in entgegengesetzten Richtungen geführt wird, mit jeweils mindestens einer Aufheizzone, Brennzone und Kühlzone sowie ein entsprechendes Verfahren zur Wärmebehandlung.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der DE-OS-3 042 708 bekannt. Bei dem dort beschriebenen Tunnelofen kann die einer Zone eines Ofenkanals entnommene Wärme in einer Zone des anderen Ofenkanals nutzbar gemacht werden, wozu Ventilationsmittel vorgesehen sind, welche im Gegenstrom zu den Produktströmen einen Gastransport vornehmen.

Eine ähnliche Anordnung ist auch aus der DE-OS-3 023 228 bekannt, wobei das in zwei einander entgegengesetzten Richtungen durch den Ofenraum bewegte Gut durch einen kreisenden Querstrom der Ofengase beaufschlagt und durchströmt wird, um einen Wärmeaustausch zwischen den Gutströmen zu bewerkstelligen.

Die bekannten Öfen sind zum Brennen von Porzellan (DE-OS-3 042 708) beziehungsweise Hochofenkoks (DE-PS-3 023 228) vorgesehen.

Die bekannten Anlagen sind ungeeignet zur Wärmebehandlung von eine größere Menge pyrolisierbare Stoffe enthaltenden Materialien, insbesondere Formkörpern, da die bei der Wärmebehandlung freigesetzten pyrolisierbaren Stoffe nur im Kreislauf geführt werden und so die Schadstoffbelastung der Ofenatmosphäre vergrößern.

Es sind Stoffe bekannt, die zum Teil erhebliche Mengen derartiger pyrolisierbarer Stoffe beim Brand freisetzen. Zum Beispiel Kohleelektroden die unter Vakuum mit Teer oder Pech imprägniert und/oder mit zerkleinertem Koks, Graphit oder Ruß gemischt werden, setzen beim Brand erhebliche Mengen pyrolisierbarer Stoffe (zum Beispiel Teer- und/oder Pechdämpfe) frei, die eine erhebliche Belastung der Ofenatmosphäre darstellen.

Die Pyrolyseprodukte sind häufig nicht in thermischem Gleichgewicht, so daß zum Beispiel an den heißen Ofenwänden sekundäre Spaltprodukte, wie Retortenkoks und vor allem Ruß gebildet werden, die immer mehr zu einer Querschnittsverjüngung führen.

Es ist bekannt, die Ablagerung und den Niederschlag kohlenstoffhaltiger Stoffe durch Verbrennen der flüchtigen Pyrolyseprodukte zu vermeiden.

Seitens der Anmelderin wurde dabei für einen Pyroprozeß in einem Kammerofen bereits vorgeschlagen, dem umgewälzten Rauchgas Sauerstoff zuzuführen, und zwar derart, daß unterhalb einer Kammertemperatur von 600°C der Brennstoff durch Zuführung einer stöchiometrischen Luftmenge verbrannt und oberhalb einer Kammertemperatur von 600°C durch besondere Düsen eine zusätzliche Luftmenge in die Kammer eingeblasen wird.

Ein entsprechend eingerichteter Ofen beziehungsweise das korrespondierende Verfahren haben zwar die Explosionsgefahr deutlich herabgesetzt, jedoch ist das Verfahren als solches nicht leicht zu beherrschen, so daß nach neuen Möglichkeiten gesucht wird, den Pyroprozeß zu optimieren. Weiterhin ist es ein Anliegen, einen vollständigen Brand möglichst energiegünstig und mit hohem Sicherheitsstandard durchführen zu können, sowie eine kontinuierliche Wärmebehandlung in einem Durchlaufofen zu ermöglichen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß eine Optimierung des Pyroprozesses dadurch erreicht werden kann, daß die mit den pyrolisierbaren Stoffen beladenen Rauchgase im Ofenkanal eines Durchlaufofens aus diesem abgezogen, in einem separaten Raum unter Energiegewinnung ohne laufende Brennerunterstützung verbrannt und die so gereinigten, verbrannten Rauchgase anschließend wieder dem Ofenkanal an einer anderen Stelle zugeführt werden.

Der Erfindung liegt weiterhin die Erkenntnis zugrunde, daß ein Anhaften oder eine Ansatzbildung zum Beispiel an den Ofenwänden dadurch verhindert sowie eine Nutzbarmachung der bei der Verbrennung der Rauchgase entstehenden Wärme dadurch optimiert werden kann, daß die brennbaren Gase, die aus dem Brenngut austreten und vom Rauchgas aufgenommen werden, auf dem kürzesten Wege einer Verbrennung zugeführt und auf ebenso kurzem Wege dem Ofenkanal anschließend wieder als Nutzwärme zugeführt werden. Dabei hat sich gezeigt, daß der gesamte Ofen ohne Brenner lediglich durch "Selbstverbrennung" der Rauchgase bei entsprechender Sauerstoffzufuhr beheizt werden kann. Die Rauchgase weisen nämlich bei einem Brenngut wie Kohleelektroden einen erheblichen Anteil verbrennbarer Bestandteile (Bindemittel) auf, der durch Verbrennen nicht nur unschädlich gemacht werden kann, sondern ausreicht, die zur Wärmebehandlung des Gutes notwendige Energie selbst aufzubringen.

Die Erfindung schlägt dazu einen Tunnelofen mit den Merkmalen des Anspruches 1 vor sowie ein Verfahren zur Wärmebehandlung von pyrolisierbare Stoffe enthaltenden Formkörpern mit den Merkmalen des Anspruchs 21 vor. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 20 und 22 offenbart.

Aus der DE-OS-2 001 148 ist ein Tunnelofen bekannt, bei dem Ofengase abgesaugt und in einer außerhalb des Ofenkanals liegenden Brennkammer mit verbrannt werden. Die "externe" Verbrennung erfolgt dort allerdings zwangsweise mittels brennstoffgespeister Brenner und dient lediglich dazu, einen unmittelbaren Kontakt der Brennerflamme auf das empfindliche Brenngut (Tonwaren) zu vermeiden.

Mit der Erfindung kann einerseits eine Verbrennung der pyrolisierbaren Stoffe auf einfachs-

tem Wege außerhalb des Ofenkanals erreicht werden, andererseits kann die dabei gewonnene Wärme als Nutzwärme auf ebenso kurzem Wege dem Ofenkanal, dem die Gase zuvor entnommen worden sind, und/oder dem danebenliegenden Ofenkanal zugeführt werden. Hierdurch wird auch die Führung des Pyroprozesses in den einzelnen Ofenkanälen durch Ausschluß jeder Explosionsgefahr deutlich erleichtert, neben der erheblichen Energieeinsparung. Es ist nur noch beim Anfahren des Ofens ein Hilfsbrenner zum Entzünden notwendig. Anschließend verbrennt das Rauchgas, dem dosiert Sauerstoff zugemischt wird, von selbst. Der externe Energiebedarf ist damit praktisch gleich Null. Durch eine entsprechende Regelung/Steuerung der Zuführeinrichtungen (Sauerstoff, Rauchgas) kann eine optimale Verbrennung und Zuführung der Nutzwärme in einzelne Ofenabschnitte vorgenommen werden.

Die Führung der Rauchgase wird dadurch erleichtert, daß im Bereich der Abzugseinrichtung und/oder Zuführeinrichtung mindestens ein Gebläse und/oder mindestens eine Saugeinrichtung vorgesehen sind. Unter Umständen genügt aber auch zum Beispiel die Injektorwirkung der Brennkammer, um eine Gasströmung zu erzielen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, den Raum zur Verbrennung der Rauchgase als erweiterten Kanal auszubilden. Dabei kann die Abzugseinrichtung und/oder Zuführeinrichtung vom Deckenbereich eines Ofenkanals aus in den Kanal einmünden, wie es eine weitere Ausgestaltung der Erfindung vorschlägt.

Wie schon erwähnt, wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe in all ihren Teilen dann besonders vorteilhaft gelöst, wenn die Zuführeinrichtung(en) in geringem Abstand zur Abzugseinrichtung in den Ofenkanal mündet (münden) um die Strecken möglichst kurz zu halten.

Vorteilhaft ist es, die Frischluft unmittelbar neben der Stelle in die Brennkammer einzuführen, wo auch die Rauchgase einmünden. Die Selbstentzündung funktioniert dann am besten.

Aus Gründen einer weiteren Verbrennungsoptimierung schlägt die Erfindung in einer vorteilhaften Ausgestaltung vor, die Frischluft-Zufuhrleitung zumindest teilweise innerhalb der Wände oder der Decke des erfindungsgemäßen Ofens zu führen, die zwangsläufig insbesondere im Bereich der Brennzone sehr heiß sind und eine Vorwärmung der von außen zugeführten Frischluft ermöglichen. Auch hier können wieder Ventilatoren zur Unterstützung der Luftströmung vorgesehen werden.

Vorzugsweise werden die Abzugs- und Zuführeinrichtungen innerhalb der jeweiligen Brennzonen der beiden Ofenkanäle angeordnet, und hier vorzugsweise jeweils zumindest am Anfang, da in diesem Bereich besonders große Mengen der genannten verbrennbaren Stoffe freigesetzt werden und nutzbar gemacht werden können.

Eine weitere Optimierung kann dadurch erreicht werden, daß die Brennkammer parallel zu und zwischen den beiden Ofenkanälen angeordnet ist, was die Transportstrecken weiter verkürzt.

Bei einem erfindungsgemäßen Tunnelofen mit zwei zueinander parallelen, aber gegenläufig betriebenen Ofenkanälen ist es nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung möglich, insbesondere zwei, im wesentlichen umgekehrt spiegelbildlich zueinander angeordnete Einrichtungen der vorstehend genannten Art in Längsrichtung des Tunnelofens hintereinander anzuordnen, wobei einmal die Abzugseinrichtung in dem einen Ofenkanal, im zweiten Fall die Abzugseinrichtung im anderen Ofenkanal vorgesehen wird.

Es wird so über die gesamte Erstreckung der Brennzonen beider Ofenkanäle eine Absaugung der verbrennbaren Gase sowie eine Rückführung der bei der Verbrennung gewonnenen Nutzwärme ermöglicht, wie nachstehend anhand des Ausführungsbeispieles noch näher erläutert wird.

Eine weitere Energiegewinnung kann dadurch erreicht werden daß eine zusätzliche Frischluft-Zuführleitung vorgesehen wird, die entlang mindestens eines Teilabschnittes der Wände /Decke eines oder beider Ofenkanäle verläuft und in den Bereich der Vorwärmzone eines Ofenkanals in diesen einmündet. Ähnlich wie vorstehend anhand der Frischluft-Zuführleitung zur Brennkammer beschrieben, wird auch hier die beispielsweise im Ofenmauerwerk vorhandene Speicherwärme genutzt, um damit Luft zur Vorwärmung des Gutes ohne eigene Heizaggregate/Brenner zu ermöglichen. Dabei kann die Frischluft-Zuführeinrichtung zum Beispiel um die Kühlzone eines Ofenkanals geführt sein und in die der Kühlzone benachbarte Vorwärmzone des anderen Ofenkanals einmünden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltungsform der Erfindung schlägt vor, daß von der Vorwärmzone des einen und/oder' anderen Ofenkanals eine Abzugseinrichtung in einen von den Ofenkanälen getrennten Raum, vorzugsweise einen Kanal, einmündet, in dem mindestens eine Heizeinrichtung vorzugsweise ein Brenner, angeordnet ist. Die hier eingeleiteten, nur einen geringen Anteil verbrennbare Stoffe enthaltenden Rauchgase können einer Verbrennung unterzogen werden, bevor sie über eine Abzugseinrichtung von dem Raum/Kanal in einen Schornstein nach außen abgeführt werden.

Dabei dient dieser zusätzliche Verbrennungsraum auch zur Nachverbrennung der Rauchgase, die durch die zuvor beschriebene Einrichtung in der Brennzone der beiden Ofenkanäle zirkulieren. Es ist klar, daß die vorstehend beschriebene Absaugung, Verbrennung und Rückführung der Rauchgase in der Brennzone nicht immer wieder im Kreislauf geführt werden kann, vielmehr muß eine Entlastungseinrichtung vorgesehen sein, um einen Teilgasstrom aus dem oder den Ofenkanälen abführen zu können. In einer vorteil-

haften Ausgestaltung der Erfindung ist dazu vorgesehen, daß eine Entlastungsleitung aus der Zone des Ofens, in der die eingangs beschriebene erfindungsgemäße Einrichtung angeordnet ist, in diese zusätzliche (Nachbrenn-) Kammer im Bereich der Vorwärmzone einmündet, damit die Gase dort noch einmal nachverbrannt und dann über den Schornstein nach außen gereinigt abgeführt werden können.

Zur Vergleichmäßigung der Ofenatmosphäre über den Querschnitt wird schließlich auch noch vorgeschlagen, vorzugsweise im Deckenbereich der Ofenkanäle Umwälzventilatoren anzuordnen.

Wenngleich die Erfindung vorstehend anhand eines Tunnelofens mit zwei parallel zueinander angeordneten, gegenläufig betriebenen Ofenkanälen beschrieben worden ist, so kann die erfindungsgemäße Anordnung einer Abzugseinrichtung/Verbrennungskammer/Rückführeinrichtung auch bei einem konventionellen Durchlaufofen mit einem Ofenkanal vorgesehen werden, wobei dann gegebenenfalls mehrere derartige Einrichtungen hintereinander in Längsrichtung des Ofens angeordnet werden müssen, um eine Optimierung zu erreichen, während erfindungsgemäß die verbrannten Rauchgase über kurze Strecken den nebeneinanderliegenden Ofenkanälen zugeführt werden können.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert. Die Zeichnung zeigt dabei in

Figur 1: eine Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Tunnelofen mit zwei zueinander parallelen Ofenkanälen

Figur 2: einen Querschnitt entlang der Linie A - B

Figur 3: einen Querschnitt entlang der Linie C - D

Figur 4: einen Querschnitt entlang der Linie E - F

Der in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße Tunnelofen zeigt zwei zueinander parallele Ofenkanäle 10, 12; die durch eine zwischen ihnen verlaufende Wand 14 getrennt sind. Wie im übrigen besonders die Figuren 2 bis 4 zeigen, sind die Ofenkanäle 10, 12 ansonsten durch Seitenwände 16, 18 beziehungsweise eine gemeinsame Decke 20 sowie den Boden 22 geschlossen.

In Figur 1 sind außenseitig Schienenpaare 24 dargestellt, auf denen zum Beispiel Tunnelofenwagen 26 zum Transport durch die Ofenkanäle 10, 12 geführt werden. Während die Transportrichtung der Wagen 26 und damit des zu brennenden Gutes 28 bei dem in der Aufsicht gemäß Figur 1 oberen Ofenkanal 10 von links nach rechts in Pfeilrichtung A erfolgt, ist die Transportrichtung der Wagen 26 durch den Ofenkanal 12 genau umgekehrt (Pfeil B) Entsprechend ist der Ofenkanal 10 in der Darstellung gemäß Figur 1 von links nach rechts in eine Vorwärmzone 30, eine sich daran anschließende Brennzone 32 sowie zwei sich daran anschließende Kühlzonenabschnitte 34, 35 unterteilt, während der Ofenkanal 12 in umgekehrter Richtung einen entsprechenden Aufbau zeigt (Vorwärmzone 36, Brennzone 38, Kühlzonenabschnitte 40, 41)

Wie insbesondere der Schnittdarstellung gemäß Figur 4 zu entnehmen ist, verläuft von außen durch die Seitenwand 18 über den Deckenbereich 20 und die Wand 14 um den Ofenkanal 12 eine Frischluft-Zuführleitung 42, die nach einem kurzen Abschnitt etwas oberhalb des Bodens 22 im Bereich der Wand 14 wieder nach oben verläuft, um dort nach einer Abknickung 44 in den Deckenbereich 20 des Ofenkanals 10 einzumünden. Außenseitig ist am Eingang in die Wand 18 ein Ventilator 46 vorgesehen, der für einen Transport der Frischluft durch die Leitung 42 in den Ofenkanal 10 sorgt, wobei sich die Luft entlang des Weges innerhalb der Wände/Decke erwärmt.

Diese Anordnung ist etwa in der Mitte (in Transportrichtung gesehen) der Vorwärmzone 30 beziehungsweise der Kühlzone 41 angeordnet. Die beiden Zonen 30, 41 sind im übrigen gegenüber der sich anschließenden Brennzone 32 beziehungsweise vorgeordneten Kühlzone 40 durch aus dem Stand der Technik bekannte Schleusen 48 getrennt. Die Schleusen 48 (in Figur 1 lediglich schematisch durch Pfeile dargestellt) können zum Beispiel in den Ofenkanal 10, 12 verfahrbare Schieber sein, die eine Verjüngung des Querschnittes des Ofenkanals 10, 12 entsprechend der Größe des jeweils durchgeführten Ofenwagens 26 ermöglichen. Derartige Schleusen 48 sind auch eingangs- und ausgangsseitig sowie zwischen Brennzone 32 und Kühlzone 34 sowie den beiden Kühlzonen 34, 35 angeordnet. Gleiches gilt auch für die Schleusen 48 im Bereich des Ofenkanals 12.

Die Schnittdarstellung A - B (Figur 2) zeigt die Ausbildung des erfindungsgemäßen Tunnelofens unmittelbar hinter der Schleuse 48 zwischen Vorwärmzone 30 und Brennzone 32 des Ofenkanals 10 beziehungsweise unmittelbar vor der Schleuse 48 zwischen Kühlzone 40 und Kühlzone 41 des Ofenkanals 12.

Dabei erstreckt sich vom Deckenbereich 20 der Brennzone 32 des Ofenkanals 10 eine Absaugleitung 50, in deren Verlauf ein Ventilator 52 (Saugeinrichtung) angeordnet ist. Die Absaugleitung 50 mündet über ein parallel zur und in der Ofenwand 14 verlaufendes Kanalstück 50 in eine Brennkammer 54, die, wie auch Figur 1 zu entnehmen ist, als erweiterter Kanal im Bereich der Wand 14 zwischen den Ofenkanälen 10, 12 im Deckenbereich 20 ausgebildet ist. Vom Mündungsbereich der Absaugleitung 50 verläuft die Brennkammer 54 bis zu den Schleusen 48'.

In unmittelbarer Nachbarschaft zur Einmündung der Absaugleitung 50 in die Brennkammer 54 mündet eine Frischluft-Zuführleitung 56 ein, die, wie insbesondere Figur 1 zu entnehmen ist, von dort in Richtung auf die Wand 18 und dann nach einer Abwinklung um 90° parallel zu den Ofenkanälen 10, 12 verläuft und etwa im

Bereich der Linie C - D nach oben aus der Decke 20 ins Freie führt.

Von dort kann Frischluft angesaugt werden, die entlang des Weges durch die (heiße) Ofendecke erwärmt und durch einen im Bereich der Abwinklung 58 angeordneten Ventilator 60 in den Verbrennungsraum 54 transportiert wird. So wird Sauerstoff in den Verbrennungsraum 54 geführt. Vom Ende der Brennkammer 54 (bei 48') verläuft in deren Verlängerung eine Zuführleitung 55, die zuvor verbrannte Rauchgase in Richtung auf das gegenüberliegende Ofenende transportiert. Dieser Transport kann wiederum durch Ventilatoren unterstützt werden. Im Abstand zueinander verlaufen von der Zuführleitung 55 Abzweige 62, 63, 64, 65 im Bereich der Decke 20, die in den Ofenkanal 10 (Abzweige 63, 65) beziehungweise den Ofenkanal 12 (Abzweige 62, 64) einmünden.

Auf diese Art und Weise wird aus dem Ofenkanal 10 über die Absaugleitung 50 abgesaugtes Rauchgas, das verbrennbare Bestandteile enthält, in die Brennkammer 54 gefördert, wo ohne Brenner eine Selbstverbrennung der die verbrennbaren Bestandteile enthaltenen Rauchgase stattfindet, während die so verbrannten Heißgase anschließend über die Leitung 55 und die Abzweige 62, 63, 64, 65 in die Brennzonen 32, 38 gleichzeitig gereinigt zurückgeführt werden.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Absaugeinrichtung am Anfang der Brennzone (in Transportrichtung gesehen) eines Ofenkanals anzuordnen, da insbesondere in diesem Bereich hohe Mengen an pyrolisierbaren Stoffen beim Brand von Kohlenstofformlingen (zum Beispiel mit Pech imprägnierten Elektroden) freigesetzt werden, und hier der Anteil an verbrennbaren Stoffen besonders hoch ist, und zwar - wie sich bei der Entwicklung der Erfindung herausgestellt hat - so hoch ist, daß eine Verbrennung ohne jede Brennerunterstützung möglich ist. Lediglich beim "Anfahren" des Ofens wird das Rauchgas über einen (nicht dargestellten) Start-(Stütz)-brenner anfänglich entzündet, während zur weiteren Verbrennung lediglich eine ausreichende Sauerstoffmenge über die Leitung 56 zur Verfügung gestellt werden muß. Die Sauerstoffzufuhr ist dabei vorzugsweise in Abhängigkeit von der Atmosphäre und der gewünschten Temperatur zum Beispiel über (nicht dargestellte) Drosselventile regelbar.

Im Bereich des Abzweiges 62 ist bei diesem Ausführungsbeispiel eine Entlastungsleitung 66 vorgesehen, die am Ende der Brennzone 38 des Ofenkanals 12 für eine Ableitung der Rauchgase aus dem Ofenkanal sorgt und nach einer Wegstrecke, im wesentlichen parallel zur Brennkammer 54, in eine Nachbrennkammer 68 einmündet, die weitestgehend fluchtend vor der Brennkammer 54 (in Transportrichtung des Ofenkanals 10 gesehen) angeordnet ist. Die Nachbrennkammer 68 verläuft als Kanal bis kurz vor die Stirnfläche der Wand 14 im Bereich des Eingangs des Ofenkanals 10 beziehungsweise des Ausgangs des Ofenkanals 12. An dem dem Eingang der Entlastungsleitung 66 diagonal gegenüberliegenden Ende mündet eine Leitung 70 ein, die mit ihrem anderen Ende in die Fläche der Decke 20 des Ofenkanals 10 mündet.

Ein entlang der Leitung 70 angeordneter Ventilator sorgt dafür, daß die aus der Vorwärmzone 30 abgezogene Abluft in die Nachbrennkammer 68 geführt wird, wo eine Heizeinrichtung, vorzugsweise ein (nicht dargestellter) Brenner angeordnet ist, der für eine Nachverbrennung der Abgase sorgt. Über einen nach oben aus der Nachbrennkammer 68 austretenden Kamin 74 kann das so gereinigte Rauchgas nach außen abgeführt werden (Figur 4)

Entlang der Ofenkanäle 10, 12 sind im Abstand zueinander im Deckenbereich weiterhin Umwälzventilatoren 76 angeordnet, die für eine Vergleichmäßigung der Rauchgase in den Ofenkanälen 10, 12 sorgen. Insbesondere Figur 3 ist die entsprechende Anordnung zu entnehmen. Diese Figur zeigt auch noch, einmal die Zuführleitung 55, entlang der die gereinigten Rauchgase nach ihrer Verbrennung geführt werden, und den Abzweig 65, über den das gereinigte Rauchgas in einen Abschnitt der Brennzone 32 des Ofenkanals 10 gelangt.

Figur 1 zeigt, daß sich die vorstehend beschriebene Anordnung umgekehrt spiegelbildlich in der in Figur 1 rechten Hälfte des erfindungsgemäßen Tunnelofens wiederholt, das heißt, hier verläuft die Nachbrennkammer 78 vor der Brennkammer 80 beziehungsweise der Zuführleitung 81, die im Abstand zur Zuführleitung 55 endet. Durch die erfindungsgemäße Anordnung ist es nicht notwendig, die verbrannten Rauchgase entlang der gesamten Brennzone zu führen, um sie dann über die entsprechenden Abzweige in den Brennraum zu leiten, vielmehr wird beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine Zweiteilung vorgenommen, um die Transportwege des Rauchgases zu verkürzen und damit die Einrichtung insgesamt effektiver zu machen.

Auch eine andere Aufteilung über die Ofenlänge ist möglich.

Mit dem erfindungsgemäßen Tunnelofen ist eine unabhängig von mit Öl, Gas oder Kohle gefeuerten Brennern autarke Führung des Pyroprozesses möglich. Abgesehen von den Minimalenergien beim anfanglichen Entzünden wird der Ofen nur mit der aus den Rauchgasen gewonnenen Energie beheizt.

Patentansprüche

1. Tunnelofen zur Wärmebehandlung von pyrolisierbare Stoffe enthaltenden Formkörpern (28) mit zwei zueinander parallelen, gegenläufig betriebenen Ofenkanälen (10, 12) mit jeweils mindestens einer Aufheizzone (30, 36), Brennzone (32, 38) und Kühlzone (34, 35; 40, 41),
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) von mindestens einem Ofenkanal (10, 12) verläuft eine Abzugseinrichtung (50) für

das Rauchgas in einen von den Ofenkanälen (10, 12) getrennten Raum (54),

b) der Raum (54) ist als Verbrennungskammer für die Rauchgase ohne Brennerunterstützung ausgebildet,

c) von der Verbrennungskammer (54) verläuft eine Zuführeinrichtung (55) für die verbrannten Rauchgase,

d) die Zuführeinrichtung (55) mündet in den einen und/oder anderen Ofenkanal (10, 12) im Abstand zur Abzugseinrichtung (50) ein.

2. Tunnelofen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Frischluft-Zuführleitung (56) in die Verbrennungskammer (54) einmündet.

3. Tunnelofen nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Frischluft-Zuführleitung (56) im Zuführbereich der zu verbrennenden Rauchgase in die Verbrennungskammer (54) einmündet.

4. Tunnelofen nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Frischluft-Zuführleitung (56) entlang mindestens eines Teilabschnittes der Wände /Decke (18, 20, 14) eines Ofenkanals (12) vorzugsweise im Rereich der Brennzone (38) verläuft und entlang des Weges mindestens ein Ventilationsmittel (60) vorgesehen ist.

5. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der Verbrennungskammer (54) ein Stützbrenner zur Initialzündung der eingeleiteten Rauchgase angeordnet ist.

6. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Bereich der Abzugseinrichtung (50) und/oder Zuführeinrichtung (55) mindestens ein Gebläse und/oder mindestens eine Saugeinrichtung (52) vorgesehen sind.

7. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abzugs- und/oder Zufuhreinrichtung (50, 55) als Kanäle ausgebildet sind.

8. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abzugseinrichtung (50) und/oder Zuführeinrichtung (55) vom Deckenbereich (20) eines Ofenkanals (10) aus verlaufen beziehungsweise in diesen einmünden.

9. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuführeinrichtung (55) in geringem Abstand zur Abzugseinrichtung (50) in den Ofenkanal (10, 12) mündet (63, 65; 62, 64).

10. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abzugseinrichtung (50) und/oder Zuführeinrichtung (55) von der jeweiligen Brennzone (32, 38) der beiden Ofenkanäle (10, 12) aus verlaufen.

11. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Raum (54) parallel zu und zwischen den beiden Ofenkanälen (10, 12) angeordnet ist.

12. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens zwei, voneinander getrennte Brennkammern (54, 80) mit ihren jeweiligen Abzugs- und Zuführeinrichtungen (50, 55, 81) hintereinander und umgekehrt spiegelbildlich zueinander angeordnet sind.

13. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
gekennzeichnet durch
eine weitere Frischluft-Zuführeinrichtung (42) die entlang mindestens eines Teilabschnittes der Wände/Decke (18, 20, 14) eines oder beider Ofenkanäle (12, 10) verläuft und in dem Bereich der Vorwärmzone (30) eines Ofenkanals (10) in diesen einmündet.

14. Tunnelofen nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Frischluft-Zuführeinrichtung (42) um die Kühlzone (41) eines Ofenkanals (12) geführt ist und in die der Kühlzone (41) benachbarte Vorwärmzone (30) des anderen Ofenkanals (10) einmündet.

15. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß von der Vorwärmzone (30) des einen und/oder anderen Ofenkanals (10) eine Abzugseinrichtung (70) in einen von den Ofenkanälen (10, 12) getrennten Raum (68) vorzugsweise einen Kanal, einmündet, in dem mindestens eine Heizeinrichtung, vorzugsweise ein Brenner, angeordnet ist, und im Abstand zur Einmündung der Abzugseinrichtung (70) von dem Raum/Kanal (68) ein Schornstein (74) nach außen wegführt.

16. Tunnelofen nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Bereich der Abzugseinrichtung (70) mindestens ein Gebläse (72) und/oder mindestens eine Saugeinrichtung vorgesehen sind.

17. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Raum (68) eine weitere Abzugsleitung (66) aus der Brennzone (38) eines Ofenkanals (12) einmündet.

18. Tunnelofen nach Anspruch 17
dadurch gekennzeichnet,
daß entlang des Ofenkanalweges mindestens ein Umwälzventilator (76) vorzugsweise im Deckenbereich (20) angeordnet ist.

19. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die einzelnen Ofenzonen (30, 32, 34, 35; 36, 38, 40, 41) untereinander durch in den Ofenkanal (10, 12) verfahrbare Schleusen (48) gegen-

einander getrennt sind.

20. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
gekennzeichnet durch
einen Aufbau umgekehrt spiegelbildlich zu einer gedachten Spiegelebene auf der Hälfte der Längserstreckung.

21. Verfahren zur Wärmebehandlung von pyrolisierbare Stoffe enthaltenden Formkörpern (28) in einem Tunnelofen mit zwei zueinander parallelen, gegenläufig betriebenen Ofenkanälen (10, 12)
dadurch gekennzeichnet,
daß aus einem Ofenkanal (10, 12) das verbrennbare Bestandteile enthaltende Rauchgas abgezogen und in einem von den Ofenkanälen (10, 12) getrennten Raum (54) unter Sauerstoffzufuhr selbsttätig verbrannt und das so verbrannte und gereinigte Rauchgas anschließend vom Raum (54) in den einen und/oder anderen Ofenkanal (10, 12) geleitet wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß zu Beginn der Wärmebehandlung das abgezogene Rauchgas mittels eines Startbrenners entzündet und danach die Rauchgasverbrennung selbsttätig weitergeführt wird.

Claims

1. A tunnel kiln for heat treating green bodies (28) containing pyrolysable substances, comprising two kiln channels (10, 12) arranged in mutually parallel relationship and operated in opposite directions, each kiln channel having at least one heating section (30, 36), firing section (32, 38), and cooling section (34, 35; 40, 41),
characterized by the following features:

a) from at least one of said kiln channels (10, 12) extends an offtake means (50) for the flue gas to a chamber (54) separated from said kiln channels (10, 12),
b) said chamber (54) is designed as a combustion chamber for the flue gases without burner support,
c) from said combustion chamber (54) extends supply means (55) for the burned flue gases,
d) said supply means (55) is connected to said one and/or said other kiln channel (10, 12) in distant relationship with respect to said offtake means (50).

2. A tunnel kiln as claimed in claim 1,
characterized in
that a fresh air supply line (56) is connected to said combustion chamber (54).

3. A tunnel kiln as claimed in claim 2,
characterized in
that said fresh air supply line (56) is connected, in the admission region of the flue gases to be burned, to said combustion chamber (54).

4. A tunnel kiln as claimed in claims 2 or 3,
characterized in
that said fresh air supply line (56) extends along at least a partial section of the walls/ceiling (18, 20, 14) of one of said kiln channels (12), preferably in the region of said firing section (38) and that at least one ventilating means (60) is provided along the way.

5. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 4,
characterized in
that a support burner is arranged in said combustion chamber (54) for initially igniting the admitted flue gases.

6. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 5,
characterized in
that in the region of said offtake means (50) and/or said supply means (55) at least one fan and/or at least one suction means (52) are provided.

7. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 6,
characterized in
that said offtake and/or said supply means (50, 55) are formed as channels.

8. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 7,
characterized in
that said offtake means (50) and/or said supply means (55) extend from said ceiling region (20) of one of said kiln channels (10) and run into it, respectively.

9. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 8,
characterized in
that said supply means (55) runs into (63, 65; 62, 64) said kiln channel (10, 12) in short distance with respect to said offtake means (50).

10. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 9,
charactarized in
that said offtake means (50) and/or said supply means (55) extend from said respective firing section (32, 38) of said two kiln channels (10, 12).

11. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 10,
characterized in
that said chamber (54) is arranged in parallel relationship with respect to said kiln channels (10, 12) and between said kiln channels.

12. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 11,
characterized in
that at least two mutually separate combustion chambers (54, 80) are arranged with their respective offtake and supply means (50, 55, 81) arranged one after the other and in mirror-inverted fashion.

13. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 12,
characterized in
that a further fresh air supply means (42) extending along at least a partial section of the wall/ceiling (18, 20, 14) of said kiln channel or

both kiln channels (12, 10) runs into said kiln channel (10) in the region of the preheating section (30) of said kiln channel (10).

14. A tunnel kiln as claimed in claim 13, characterized in that said fresh air supply means (42) is guided around said cooling section (41) of said kiln channel (12) and runs into said preheating section (30), which is annexed to said cooling section (41) of said other kiln channel (10).

15. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 14, characterized in that from said preheating section (30) of one and/or said other kiln channel (10) an offtake means (70) runs into a chamber (68), preferably a channel, which is separated from said kiln channels (10, 12), where in said chamber (68) at least one heating means, preferably a burner, is disposed and where, in a distance with respect to the mouth of said offtake means (70), a chimney (74) extends from said chamber/channel (68).

16. A tunnel kiln as claimed in claim 15, characterized in that in the region of said offtake means (70) at least one fan (72) and/or at least one suction means are provided.

17. A tunnel kiln as claimed in any of claims 13 to 16, characterized in that a further offtake line (66) from said firing section (38) of said kiln channel (12) runs into said chamber (68).

18. A tunnel kiln as claimed in claim 17, characterized in that along the path of the kiln channel at least one circulating fan (76) is arranged, preferably in the region of said ceiling (20)

19. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 18, characterized in that said individual kiln sections (30, 32, 34, 35; 36, 38, 40, 41) are mutually separated by locks (48) which are mowable into said kiln channel (10, 12).

20. A tunnel kiln as claimed in any of claims 1 to 19, characterized in that the design is mirror-inverted with respect to a plane in the middle of the longitudinal extension.

21. A method for heat treating of green bodies (28) containing pyrolysable substances in a tunnel kiln having two mutually parallel kiln channels (10, 12) operated in opposite directions, characterized in that the combustible flue gas is taken off from said kiln channel (10, 12) and burned in a chamber (54), separated from said kiln channel (10, 12), self-acting with supply of oxygen and that the flue gas thus burned and purified is subsequently supplied from said chamber (54) to said one or other kiln channel (10, 12).

22. A method as claimed in claim 21, characterized in that the flue gas having been taken off is ignited, at the start of the heat treatment, by a startup burner and that the combustion of the flue gas is afterwards continued in a self-supporting manner.

Revendications

1. Four tunnel servant à réaliser le traitement thermique de corps moulés (28) contenant des substances pyrolysables, et comportant deux canaux parallèles (10, 12) fonctionnant en des sens opposés et comportant chacun au moins une zone de chauffage (30, 36), une zone de combustion (32, 38) et une zone de refroidissement (34, 35; 40, 41), caractérisé par les caractéristiques suivantes:

a) un dispositif (50) d'évacuation des gaz de fumées s'étend depuis au moins un canal (10, 12) du four pour pénétrer dans un espace (50) séparé des canaux (10, 12) du four,
b) l'espace (54) est réalisé sous la forme d'une chambre de combustion pour les gaz de fumées sans aucune assistance fournie par un brûleur,
c) un dispositif (55) d'amenée des gaz de fumées brûlés s'étend à partir de la chambre de combustion (54),
d) le dispositif d'amenée (55) débouche dans l'un et/ou l'autre canal (10, 12) du four, à distance du dispositif d'évacuation (50).

2. Four tunnel selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une canalisation (56) d'amenée d'air frais débouche dans la chambre de combustion (54).

3. Four tunnel selon la revendication 2, caractérisé en ce que la canalisation (56) d'amenée d'air frais débouche dans la zone d'amenée des gaz de fumées devant être brûlés, dans la chambre de combustion (54).

4. Four tunnel selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la canalisation (56) d'amenée d'air frais s'étend le long d'au moins une section partielle des parois/du plafond (18, 20, 14) d'un canal (12) du four, de préférence au niveau de la zone de combustion (38) et qu'au moins un dispositif de ventilation (60) est prévu le long du trajet.

5. Four tunnel selon lune des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'un brûleur d'assistance utilisé pour l'allumage initial des gaz de fumées introduits est disposé dans la chambre de combustion (54).

6. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins une soufflante et/ou au moins un dispositif d'aspiration (52) sont prévus dans la zone du dispositif d'évacuation (50) et/ou du dispositif d'amenée (55).

7. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le dispositif d'évacuation et/ou le dispositif d'amenée (50, 55) sont

réalisés sous la forme de canaux.

8. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le dispositif d'évacuation (50) et/ou le dispositif d'amenée (55) s'étendent à partir de la zone du plafond (20) d'un canal (10) du four ou débouchent dans cette zone.

9. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le dispositif d'amenée (55) débouche (63, 65; 62, 64) dans le canal (10, 12) du four, à une faible distance du dispositif d'évacuation (50).

10. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le dispositif d'évacuation (50) et/ou le dispositif d'amenée (55) s'étendent à partir de la zone respective de combustion (32, 38) des deux canaux (10, 12) du four.

11. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'espace (54) est dispose parallèlement à et entre les deux canaux (10, 12) du four.

12. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les dispositifs respectifs d'évacuation et d'amenée (50, 55, 81) d'au moins deux chambres de combustion (54, 80) séparées l'une de l'autre sont disposés l'un derrière l'autre et d'une manière inversement symétrique l'un par rapport à l'autre.

13. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par un autre dispositif (42) d'amenée d'air frais, qui s'étend le long d'au moins une section partielle des parois/du plafond (18, 20, 14) d'un ou des deux canaux (12, 10) du four et débouche dans un canal (10) du four, au niveau de la zone de réchauffage (30) de ce canal.

14. Four tunnel selon la revendication 13, caractérisé en ce que le dispositif (42) d'amenée d'air frais s'étend autour de la zone de refroidissement (41) d'un canal (12) du four et débouche dans la zone de réchauffage (30) de l'autre canal (10) du four, qui est voisine de la zone de refroidissement (41).

15. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'à partir de la zone de réchauffage (30) de l'un et/ou de l'autre canal (10) du four, un dispositif d'évacuation (70) débouche dans un espace (68), séparé des canaux (10, 12) du four, de préférence un canal, dans lequel se trouve disposé au moins un dispositif de chauffage, de préférence un brûleur, et qu'une cheminée (74) s'étend en direction de l'extérieur, à partir de l'espace/du canal (68), à distance de l'embouchure du dispositif d'évacuation (70).

16. Four tunnel selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'au moins une soufflante (72) et/ou au moins un dispositif d'aspiration sont prévus au voisinage du dispositif d'évacuation (70).

17. Four tunnel selon l'une des revendications 13 à 16, caractérisé en ce qu'une autre canalisation d'évacuation (66) partant de la zone de combustion (38) d'un canal (12) du four débouche dans l'espace (68).

18. Four tunnel selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'un ventilateur de recirculation (76) est disposé le long du trajet d'un canal du four, de préférence dans la zone du plafond (20).

19. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que les différentes zones du four (30, 32, 34, 35; 36, 38, 40, 41) sont disposées en étant séparées les unes des autres par des sas (38) pouvant être déplacés dans le canal (10, 12) du four.

20. Four tunnel selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé par une structure inversement symétrique par rapport à un plan de symétrie imaginaire situé dans le plan médian dans l'étendue en longueur.

21. Procédé pour réaliser le traitement thermique de corps moulés (28) contenant les substances pyrolysables, dans un four tunnel comportant deux canaux parallèles (10, 12), fonctionnant en des sens opposés,

caractérisé en ce que les gaz de fumées contenus dans les composants pouvant brûlés sont évacués du canal (10, 12) du four et sont brûlés automatiquement dans un espace (54), séparé des canaux (10, 12) du four, moyennant un apport d'oxygène et que les gaz de fumées ainsi brûlés et purifiés sont diriges depuis l'espace (54) dans l'un et/ou l'autre canal (10, 12) du four.

22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce qu'au début du traitement thermique, les gaz de fumées évacués sont enflammés à l'aide d'un brûleur de démarrage, puis la combustion des gaz de fumées se poursuit de façon automatique.

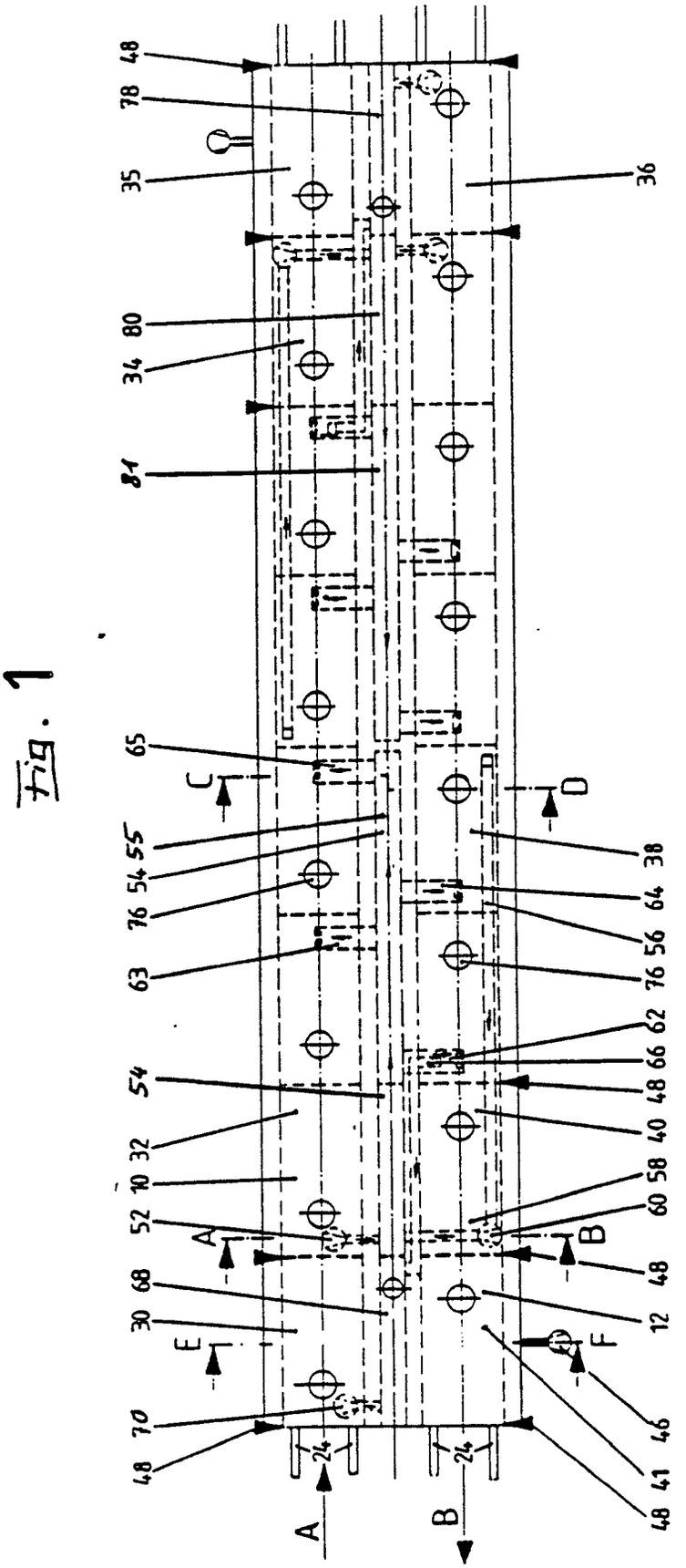
48
78
35
36
80
34
81
65
C
D
55
54
76
63
38
64
56
76
62
66
54
48
32
40
10
58
52
60
A
B
48
68
12
30
E
F
70
46
48
24
24
41
48
A
B

Fig. 1

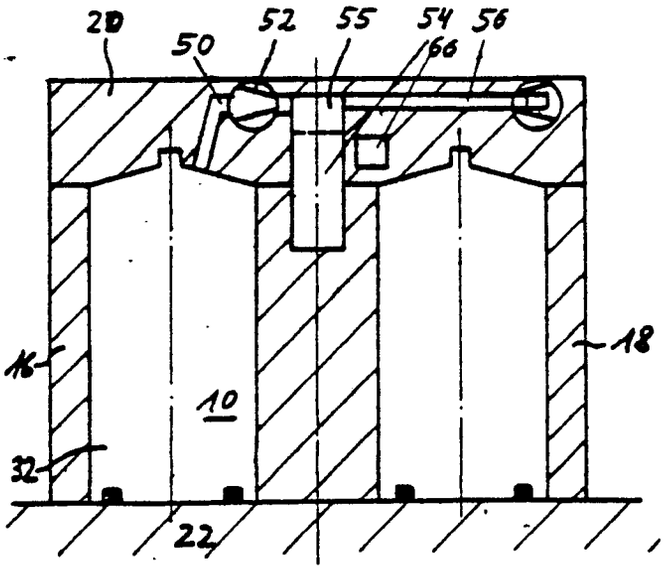

Fig. 2

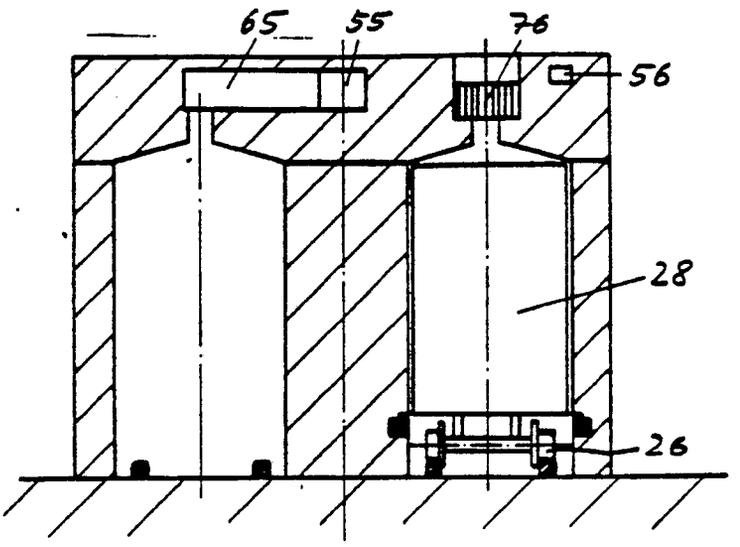

Fig. 3

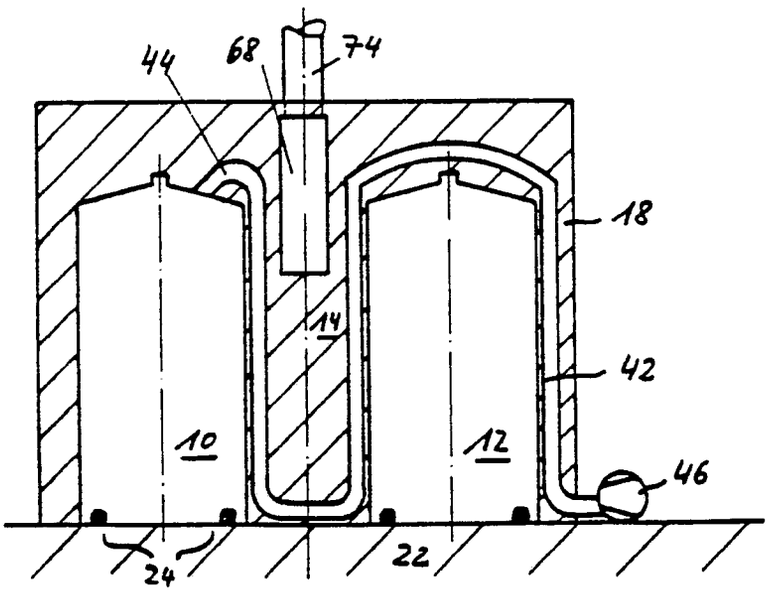

Fig. 4