

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 374 649 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **12.05.93**

(51) Int. Cl.⁵: **B05B 15/12**

(21) Anmeldenummer: **89122754.8**

(22) Anmeldetag: **09.12.89**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Tränken oder Beschichten von Gegenständen.**

(30) Priorität: **18.12.88 DE 3842642**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.90 Patentblatt 90/26

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
12.05.93 Patentblatt 93/19

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 501 268
FR-A- 2 534 155
GB-A- 2 024 041

I- LACK, Band 56, März 1988, Seiten 77-79;
H. STRAUSS: "2 kombinierte Nasslackier-
verfahren mit umfassender Entsorgung -
Praxisbeispiel Rockinger"

OBERFLÄCHE + JOT, Nr. 4, 1988, Seiten
64-68; E. VICK: "Lackieren ohne Abluftpro-
bleme"

(73) Patentinhaber: **BOOCKMANN GMBH**
Sonnenstrasse 14
W- 8741 Niederlauer(DE)

(72) Erfinder: **Boockmann, Gerhard**
Sonnenstrasse 14
W- 8741 Niederlauer(DE)

(74) Vertreter: **Weber, Dieter, Dr. et al**
Dr. Dieter Weber und Dipl.- Phys. Klaus
Seiffert Patentanwälte Gustav-
Freytag- Strasse 25 Postfach 6145
W- 6200 Wiesbaden 1 (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 0 374 649 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Tränken oder Beschichten von Gegenständen.

5 Solche Verfahren bzw. Vorrichtungen sind beispielsweise aus der Veröffentlichung I-Lack, Bd. 56, März 1988, Seiten 77 - 79 bekannt.

Für das Tränken elektrischer Wickelgüter sind bereits Verfahren und Durchlaufanlagen bekannt, bei denen die Wickelgüter intermittierend durch eine Tränkzone, einen Trocknungs- und Härtingsofen und eine Kühlzone geführt und in der Tränkzone in das flüssige Tränkungsmittel eingetaucht werden. Weiterhin
10 ist es bekannt, bei solchen Durchlaufanlagen die Emissionen an organischen Bestandteilen, wie von Styrol enthaltenden ungesättigten Polyestern, durch thermische Nachverbrennung zu reduzieren, um die Arbeitsräume für das Personal möglichst schadstoffarm und die Umweltbelastung durch Emissionen möglichst gering zu halten.

Solche bekannten Verfahren und Anlagen benutzen sehr große Luftvolumenströme, was einen hohen
15 Energiebedarf und hohe Betriebskosten verursacht. Zwar können mit solchen Anlagen die Emissionen so weit reduziert werden, daß sie den gesetzlichen Bestimmungen entsprechen, doch führen sie noch immer zu erheblichen Geruchsbelastungen der Nachbarschaft.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe bestand somit darin, ein Tränk- oder Beschichtungsverfahren und eine Vorrichtung hierfür zu bekommen, mit Hilfe derer die Energiekosten vermindert und die
20 Schadstoff- und Wärmeemissionen reduziert werden können. Insbesondere sollen die in das Verfahren und die Anlage eingeführten Luftvolumenströme verkleinert werden. Außerdem sollen die Schadstoffemissionen möglichst so weit vermindert werden, daß in der Nachbarschaft der Anlage keine Geruchsbelastungen mehr auftreten.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Tränken oder Tauchbeschichten von Gegenständen unter
25 intermittierendem Hindurchführen der Gegenstände durch eine Tränk- oder Beschichtungszone, einen Trocknungs- und/oder Härtingsofen und eine Kühlzone, unter Eintauchen oder Überfluten der Gegenstände in der Tränk- oder Beschichtungszone in das bzw. durch das flüssige Tränkungs- bzw. Beschichtungsmittel und unter thermischer Nachverbrennung organischer Bestandteile in der Abluft des Trocknungs- und/oder Härtingsofens ist dadurch gekennzeichnet, daß man die Gegenstände unmittelbar
30 nacheinander durch eine Einlaßschleuse, die Tränk- oder Beschichtungszone, wenigstens eine Abtropf- und Vorwärmzone, den Trocknungs- und/oder Härtingsofen, wenigstens eine Kühlzone und eine Auslaßschleuse führt, wenigstens einen Teil der Zuluft in eine der Kühlzonen einführt und wenigstens einen Teil der in die Kühlzone eingeführten Zuluft über die Auslaßschleuse gehen läßt, einen Luftstrom von der Kühlzone über den Trocknungs- und/oder Härtingsofen zu der thermischen Nachverbrennung führt und
35 einen Teil der Abwärme der thermischen Nachverbrennung auf den Inhalt des Trocknungs- und/oder Härtingsofens überträgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können für beliebige Tränk- oder Beschichtungsmethoden eingesetzt werden, wobei beliebige organische Tränk- oder Beschichtungsmittel zur Anwendung kommen können. Beispielsweise wird die Erfindung für das Tränken oder Beschichten elektrischer Wicklungen benutzt. Die zu tränkenden oder zu beschichtenden Gegenstände werden in
40 der Tränk- oder Beschichtungszone in das flüssige Behandlungsmittel, wie eine Lösung von Lackharzen in organischen Lösemitteln, eingetaucht oder mit dem Tränkungs- bzw. Beschichtungsmittel überflutet. Ein solches Überfluten kann darin bestehen, daß man die Gegenstände, ohne sie in das Behandlungsmittel einzutauchen, mit diesem übergießt, besprüht oder anderweitig mit einem großen Überschuß des Behandlungsmittels in Berührung bringt und den Überschuß von den Gegenständen ablaufen läßt.
45

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können sehr geringe Luftvolumenströme als Zuluft in die Anlage eingeführt und durch die Anlage geführt werden. Da somit in der Anlage die Schadstoffkonzentration der Luft relativ hoch ist, ist die thermische Nachverbrennung vollständiger und wirtschaftlicher durchzuführen, wobei die Nachverbrennungsanlage kleiner und kostengünstiger gehalten werden kann. Durch Verminderung der Luftbewegung in der Tränk- oder Beschichtungszone infolge der geringeren Zuluftmengen werden unnötige Emissionen und damit Verluste an Behandlungsmittel und Lösemittel, wie Styrolverluste, wesentlich reduziert. Die Emission an Wärme kann beispielsweise auf ein Zehntel gegenüber bekannten Anlagen reduziert werden. Die Abtropfverluste im Trocknungs- und/oder Härtingsofen können gegenüber konventionellen Durchlaufanlagen reduziert werden. Geruchsbelastungen in der Nachbarschaft der Anlage
50 infolge der Emissionen können praktisch ausgeschlossen werden. Die Anlage kann kompakt konstruiert werden, was Raumersparnis in den Betrieben bedeutet, und aus Modulen aufgebaut und damit montage- und wartungsfreundlich sein.
55

Zweckmäßig führt man dem Verfahren, wie oben erwähnt, nur relativ geringe Luftströme als Zuluft zu, und zwar in solcher Menge, daß die Konzentration der organischen Bestandteile im Luftraum der Abtropf- und Vorwärmzone oder des Trocknungs- und/oder Härtungsofens mindestens 3 g/m^3 , vorzugsweise 10 bis 20 g/m^3 beträgt. Die Zuluftmenge muß allerdings so groß sein, daß im Luftraum des Trocknungs- und/oder Härtungsofens die Konzentration der organischen Bestandteile die Explosionsgrenze unterschreitet. Diese liegt beispielsweise bei Styrol bei ca. 44 g/m^3 .

Wenn die Verbindung mit der Erfindung von Schleusen die Rede ist, so handelt es sich dabei um Zonen, die zwischen zwei im wesentlichen gasdicht verschließbaren Türen angeordnet sind. Eine dieser Türen ist bei jeder der Schleusen, der Einlaß- und Auslaßschleuse, immer verschlossen, um einen Rückstrom der mit Schadstoffen belasteten Luft aus der Einlaßschleuse oder ein Austreten solcher schadstoffbelasteter Luft aus der Auslaßschleuse zu verhindern.

Die Kühlzonen und Vorwärmzonen der erfindungsgemäßen Anlagen können auch bezüglich einer Wärmeübertragung vollständig voneinander getrennt sein. Besonders günstig ist es aber, zwischen diesen Zonen einen Wärmeaustausch vorzusehen, um die Wärmeemission des Verfahrens weiter zu vermindern und den Energieverbrauch weiter zu senken. Dieser Wärmeaustausch zwischen Kühl- und Vorwärmzonen kann insgesamt indirekt erfolgen. Zweckmäßig ist es aber, einen direkten Wärmeaustausch durch Umluft zwischen diesen Zonen vorzusehen, indem die Luft der Kühlzone in die Abtropf- und Vorwärmzone umgewälzt wird und diese vorwärmt. Zweckmäßig erfolgt der Wärmeaustausch zwischen der Kühlzone und der Abtropf- und Vorwärmzone in solcher Weise, daß durch diesen Wärmeaustausch wenigstens 10 % des Energiebedarfs des Trocknungs- und Härtungsofens aus der Vorwärmzone bezogen werden.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß im erfindungsgemäßen Verfahren eine oder mehrere Kühlzonen und eine oder mehrere Abtropf- und Vorwärmzonen verwendet werden können, wobei in den Wärmeaustausch zwischen Kühl- und Abtropf- und Vorwärmzonen mindestens eine der Kühlzonen und mindestens eine der Abtropf- und Vorwärmzonen, von beiden aber auch mehrere eingeschaltet sein können.

Eine weitere Verbesserung bezüglich der Energieersparnis und der Wärmeemission bekommt man, wenn man einen Teil der Abwärme der thermischen Nachverbrennung auf den Inhalt des Trocknungs- und/oder Härtungsofens überträgt. Auch Wärmeübertragung kann durch indirekten Wärmeaustausch erfolgen. Zweckmäßig erfolgt sie jedoch wenigstensteilweise durch direkten Wärmeaustausch, indem die Abluft der thermischen Nachverbrennungsanlage teilweise in den Trocknungs- und/oder Härtungsofen zurückgeführt wird. Der restliche Teil der Abluft der thermischen Nachverbrennungsanlage geht über einen Kamin in die Atmosphäre, wobei es zweckmäßig ist, vor dem Austritt in die Atmosphäre einen indirekten Wärmeaustausch zwischen diesem Anteil der Abluft der thermischen Nachverbrennungsanlage und der Umluft des Trocknungs- und/oder Härtungsofens vorzunehmen.

Die Volumina der Luftströme, d. h. der Zuluft, der Abluft und der Umluft in der Anlage, können konstant eingestellt werden, was insbesondere möglich ist, wenn das Verfahren stets mit den gleichen Gegenständen, Behandlungsmitteln, Temperaturen und anderen Verfahrensparametern durchgeführt wird. Wenn jedoch infolge schwankender Betriebsbedingungen oder veränderter Betriebsbedingungen die Temperaturen und/oder Kohlenwasserstoffkonzentrationen in der Abluft fluktuieren, ist es zweckmäßig, daß man die Zuluft- und Abluftmenge der Gesamtanlage in Abhängigkeit von einer Messung der Temperatur und/oder der Kohlenwasserstoffkonzentration der Abluft einer der Zonen und/oder des Restsauerstoffgehaltes der Abluft der thermischen Nachverbrennungszone, wenn die thermische Nachverbrennungszone im Bereich der im wesentlichen höchsten Kohlenwasserstoffkonzentration der Anlage absaugt, steuert.

In der Nachverbrennungszone bzw. -anlage erfolgt die Nachverbrennung der Prozeßluft. Die Prozeßluft kann aus dem Trocknungs- und/oder Härtungsofen und/oder aus einer Vorwärm- und Abtropfzone und ggf. aus Nebenaggregaten, wie z. B. einer Vakuumpumpe, stammen.

Die thermische Nachverbrennung umfaßt jede Art der Nachverbrennung bei erhöhter Temperatur mit oder ohne Katalysator. Sie erfolgt in bekannter Weise exotherm und kann katalytisch, elektrisch und/oder mittels Gas- oder Ölcombustoren gezündet werden. Zweckmäßig ist die Zündung katalytisch und/oder elektrisch. Günstigerweise hält man den Restsauerstoffgehalt der Abluft der thermischen Nachverbrennung konstant, vorzugsweise auf etwa 10 bis 15 Vol.-%.

Ein für das erfindungsgemäße Verfahren wesentliches Merkmal besteht darin, daß wenigstens ein Teil der Zuluft zum Verfahren in eine der Kühlzonen eingeführt wird und dabei wenigstens teilweise über die Auslaßschleuse geht und daß ein Luftstrom von der Kühlzone über den Trocknungs- und/oder Härtungsofen zu der thermischen Nachverbrennung führt. Um einen Rückstrom von schadstoffbelasteter Luft aus der Einlaßschleuse in die Umgebung zu verhindern, wird zweckmäßig wenigstens ein Teil der Zuluft in die Einlaßschleuse eingeführt, wobei ein weiterer Teil über die Auslaßtür direkt in die Auslaßschleuse eingeführt werden kann. Die in die Einlaßschleuse eingetretene Zuluft wird wenigstens teilweise in die Auslaßschleuse

überführt und geht von dort in die sich an die Auslaßschleuse anschließende Kühlzone. Wenn aus der Einlaßschleuse nur ein Teil der Zuluft in die Auslaßschleuse eintritt, geht der Rest der Zuluft von der Einlaßschleuse in die sich anschließende Tränk- oder Beschichtungszone. Zweckmäßig ist es allerdings, wenn aus der Einlaßschleuse der überwiegende Teil der Zuluft, vorzugsweise 50 bis 90 Vol.-%, direkt in die Auslaßschleuse und von dort in die anschließende Kühlzone geht.

Durch diese Verfahrensführung ist gewährleistet, daß einerseits keine schadstoffbelastete Luft aus der Einlaßschleuse in die Umgebung abströmt und daß andererseits die aus der Auslaßschleuse austretende Luft praktisch vollständig von Schadstoffen befreit ist.

Von der oder den Kühlzonen strömt die Luft in den Trocknungs- und/oder Härtingsofen, in welchem sie üblicherweise umgewälzt wird. Der Trocknungs- und/oder Härtingsofen kann aus einer oder mehreren Zonen mit getrennter Luftumwälzung bestehen. Von ihm geht der Luftstrom in die thermische Nachverbrennungsanlage und dient dort als Reaktionspartner für die Verbrennungs- bzw. Oxidationsvorgänge. Die dabei nicht verbrauchte Luft geht aus der thermischen Nachverbrennung als Abluft über den Kamin in die Atmosphäre, wobei entsprechend der oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsform vorher ein Teil der Abluft der thermischen Nachverbrennung in den Trocknungs- und/oder Härtingsofen zurückgeführt wird. Entsprechend der weiteren bevorzugten, oben beschriebenen Ausführungsform erfolgt auf dem beschriebenen Weg der Zuluft von der Auslaßschleuse zur thermischen Nachverbrennungsanlage eine Umwälzung zwischen der oder den Kühlzonen und der oder den Abtropf- und Vorwärmzonen, um Wärme von mit den Gegenständen aus dem Trocknungs- und/oder Härtingsofen austretender Abluft auf die Gegenstände in der Abtropf- und Vorwärmzone zu übertragen.

Wie oben erwähnt, ist es nicht erforderlich, daß ein Teil der Zuluft von der Einlaßschleuse in die anschließende Tränk- oder Beschichtungszone überführt wird, doch ist dies zweckmäßig.

Günstigerweise kann sich an die thermische Nachverbrennungszone eine Schmelkammer anschließen, in welcher das auf den Halterungseinrichtungen für die Gegenstände beim Tauchen oder Überfluten zwangsläufig abgelagerte Tränkungs- bzw. Beschichtungsmittel verbrennt. Die Abluft der Schmelkammer wird zweckmäßig in die thermische Nachverbrennungszone zurückgeführt.

Die obigen Ausführungen zeigen, daß es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich ist, mit durch die Explosionsgrenze nach unten begrenzten kleinstmöglichen Luftvolumenströmen auszukommen, auf diese Weise hohe Energieeinsparungen zu erzielen und die Konzentrierung der Schadstoffe in der Luft zu maximieren.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Tränken oder Beschichten von Gegenständen mit einer Tränk- oder Beschichtungszone, einem Trocknungs- und/oder Härtingsofen, einer Kühlzone, einer thermischen Nachverbrennungszone und einem Fördersystem, das intermittierend die Gegenstände durch die Tränkzone führt und darin in das flüssige Tränkungs- oder Beschichtungsmittel eintaucht oder mit ihm überflutet, ist dadurch gekennzeichnet, daß sie aneinander angrenzend eine Einlaßschleuse, die Tränk- oder Beschichtungszone, wenigstens eine Abtropf- und Vorwärmzone, den Trocknungs- und/oder Härtingsofen, wenigstens eine Kühlzone und eine Auslaßschleuse besitzt, wobei die Einlaß- und Auslaßschleusen zwischen zwei im wesentlichen gasdicht verschließbaren Türen angeordnete Räume sind und das Fördersystem die Gegenstände nacheinander durch alle diese Zonen führt, daß sie Einrichtungen zur Einführung wenigstens eines Teils der Zuluft in eine der Kühlzonen aufweist, wobei wenigstens ein Teil dieser in die Kühlzone geführten Zuluft durch die Auslaßschleuse geleitet wird, daß sie Einrichtungen zur Führung eines Luftstromes von der Kühlzone über den Trocknungs- und/oder Härtingsofen zu der thermischen Nachverbrennungszone aufweist und daß sie Einrichtungen zur Übertragung eines Teils der Abwärme der thermischen Nachverbrennungszone auf den Inhalt des Trocknungs- und/oder Härtingsofens aufweist.

Die oben aufgezählten Zonen können geradlinig in Reihe hintereinander angeordnet sein, was jedoch für die Überführung von Zuluft von der Einlaßschleuse zur Auslaßschleuse und für die Umwälzung von Luft zwischen den Kühl- und Abtropf- und Vorwärmzonen relativ lange Leitungssysteme für die Luftübertragung erfordert. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, die aneinander angrenzenden Zonen der Anlage in Form eines U anzuordnen, bei dem an den freien Enden der U-Schenkel die Einlaß- und Auslaßschleuse liegt.

Wie oben erwähnt, ist es zwingend, daß die Einlaß- und Auslaßschleusen zwei Türen aufweisen, von denen eine jeweils geschlossen sein muß. Zweckmäßig ist es, wenn auch die anderen einzelnen Zonen durch Schleusentüren voneinander getrennt sind, wobei diese Schleusentüren zweckmäßig im wesentlichen gasdicht abschließen und die Transporteinrichtungen zum Führen der Gegenstände durch die Anlage im wesentlichen so ausgeführt sind, daß sie die Gasdichtigkeit der Schleusentüren nicht beeinträchtigen.

Günstigerweise besitzt die erfindungsgemäße Vorrichtung einen Sensor für den Restsauerstoffgehalt der Abluft der thermischen Nachverbrennungszone und Einrichtungen, die in Abhängigkeit von den

Meßwerten dieses Sensors den Abluftanteil der thermischen Nachverbrennungszone steuern.

Das Transportsystem, mit welchem die zu tränkenden oder beschichteten Gegenstände durch die Anlage geführt werden, kann unterschiedlich gestaltet sein. Eine günstige Ausführungsform des Transportsystems sollte in jeder der Zonen unabhängig programmierbar sein und beim Übergang von einer Zone in die andere ausreichend abgedichtet sein, und Luftrückströmungen im wesentlichen zu vermeiden. Günstigerweise besitzt das Transportsystem zwischen den Zonen unterbrochene Schienen, in oder auf denen Rahmen bewegt werden, an denen die zu behandelnden Gegenstände aufgehängt oder aufgesteckt sind.

Durch die Zeichnung wird die Erfindung weiter erläutert. In dieser bedeuten

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung nach der Erfindung mit den verschiedenen Zonen und

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Luftströme in den und durch die Zonen der in Fig. 1 abgebildeten Anlage.

In der in den Fig. 1 und 2 wiedergegebenen Anlage nach der Erfindung bedeutet das Bezugszeichen 1 eine Einlaßschleuse mit Einlaßtür 1a und einer Auslaßtür 1b. An die Einlaßschleuse schließt sich die Tränk- oder Beschichtungszone 2 an, worauf die Vorwärm- und Abtropfzonen 3 und 4 folgen.

An diese schließen sich die beiden Abschnitte eines Trocknungs- und/oder Härtungsofens 5a und 5b an, worauf die beiden Kühlzonen 6 und 7, die Auslaßschleuse 8 und eine abschließende Nachkühlzone 9 folgen. Mit dem Bezugszeichen 10 ist die thermische Nachverbrennungsanlage und dem Bezugszeichens 11 die anschließende Schwelkammer bezeichnet. Das Bezugszeichen 12 bezieht sich auf den Abluftaustritt aus der thermischen Nachverbrennungsanlage.

Die Pfeile in Fig. 1 bedeuten die Richtung des Transportes der zu beschichtenden oder zu tränkenden Gegenstände durch die erfindungsgemäße Anlage. Vor dem Eintritt in die Einlaßschleuse werden die Rahmen mit den zu beschichtenden oder zu tränkenden Gegenständen an dem Transportsystem aufgehängt. Unter Öffnung der Einlaßtür 1a wird eine Partie der Gegenstände mit dem Transportsystem in die Einlaßschleuse eingeführt. Dabei ist die Auslaßtür 1b geschlossen, so daß lediglich in der Einlaßschleuse 1 befindliche Luft durch die geöffnete Einlaßtür 1a in den umgebenden Arbeitsraum austreten kann.

Nach Schließen der Einlaßtür 1a wird die Auslaßtür 1b geöffnet, wobei die Partie der Gegenstände in die Tränk- oder Beschichtungszone überführt wird.

Taktweise geht die Partie der Gegenstände dann von der Tränk- oder Beschichtungszone 2 über die beiden Vorwärm- und Abtropfzonen 3 und 4 in den Trocknungs- und/oder Härtungsofen 5a/5b, wo das auf den Gegenständen aufgebrachte Tränkungs- oder Beschichtungsmittel eingebrannt wird. Beim Durchlaufen der beiden Härtungsofenabschnitte verändert das Transportsystem seine Richtung um 180° und führt die Gegenstände von dem Härtungsofenabschnitt 5b über die Kühlzonen 6 und 7 in die Auslaßschleuse 8 bei geöffneter Einlaßtür 8a und geschlossener Auslaßtür 8b. Nach dem Schließen der Einlaßtür 8a wird die Auslaßtür 8b geöffnet, wonach die Partie der Gegenstände in die Nachkühlzone 9 austritt. Nach dem Verlassen der Nachkühlzone 9 werden die Gegenstände von dem Transportsystem abgenommen. Fig. 2 erläutert die Luftströme bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Die Luftströme sind durch die dicken Pfeile angezeigt.

In dieser Ausführungsform tritt die gesamte Zuluft in die Einlaßschleuse 1 ein, von wo der größere Teil, wie 80 Vol.-%, in die Auslaßschleuse 8 überführt wird. Der kleinere Teil der Zuluft geht von der Einlaßschleuse in die Tränk- oder Beschichtungszone 2.

Da stets eine der Türen der Einlaßschleuse 1 geschlossen ist und somit bei geöffneter Einlaßtür 1a nur etwas von dem Luftvolumen der Einlaßschleuse 1 in den umgebenden Arbeitsraum austreten kann und da die Luft in der Einlaßschleuse durch die in sie eintretende Frischluft ausgetauscht wird, können praktisch keine Schadstoffe aus der Anlage über die Einlaßschleuse in den umgebenden Arbeitsraum austreten.

Infolge des Luftaustausches in der Auslaßschleuse durch Frischluft kann auch bei geöffneter Auslaßtür 8b von dort praktisch keine bemerkenswerte Schadstoffmenge in den Arbeitsraum austreten.

Von der Auslaßschleuse 8 strömt die Luft in die Kühlzone 7 und wird von dort in die Vorwärm- und Abtropfzone 3 umgewälzt. Die aus der Vorwärm- und Abtropfzone 3 in die Vorwärm- und Abtropfzone 4 übertretende Luft wird zu der Kühlzone 6 umgewälzt. Durch die Umwälzung von Luft zwischen den Zonen 3 und 7 einerseits und den Zonen 4 und 6 andererseits erfolgt ein Wärmeaustausch, der die in den Trocknungs- und/oder Härtungsofen 5a/5b eintretende Luft vorwärmt.

Von der Vorwärm- und Abtropfzone 4 gelangt die Luft zunächst in den Ofenabschnitt 5a und dann in den Ofenabschnitt 5b, wobei eine separate Luftumwälzung in beiden Abschnitten erfolgt.

Das in den Zonen 3 und 4 abgetropfte Tränkungs- oder Beschichtungsmittel wird zu der Tränk- oder Beschichtungszone 2 zurückgeführt.

Aus dem Härtungsofen 5a/5b wird die Luft in die thermische Nachverbrennungsanlage 10 überführt, wo die Verbrennung der Schadstoffe in der Abluft des Härtungsofens 5a/5b in exothermer Weise erfolgt. Ein

Luftstrom geht aus der thermischen Nachverbrennungsanlage 10 in die Schwelkammer 11, deren Abluft in die thermische Nachverbrennungsanlage 10 zurückgeht.

Die Abluft der thermischen Nachverbrennungsanlage 10 geht über die Leitung 12 teilweise zurück in die beiden Ofenabschnitte 5a und 5b und teilweise nach Durchlaufen eines Wärmeaustauschers über den Kamin in die Atmosphäre. Über den Wärmeaustauscher 13 wird ein Teil der Abwärme der thermischen Nachverbrennungsanlage auf den Ofenabschnitt 5a übertragen.

Die Temperaturen der Gegenstände innerhalb der Anlage liegen beispielsweise folgendermaßen: Umgebungstemperatur in der Einlaßschleuse, eine Temperatur unterhalb 30 °C in der Tränk- oder Beschichtungszone 2, 20 bis 40 °C in der Vorwärm- und Abtropfzone 3, 40 bis 70 °C in der Vorwärm- und Abtropfzone 4, 120 bis 150 °C im Trocknungs- und Härtungssofen 5a/5b, 90 bis 120 °C in der Abkühlzone 6, 70 bis 100 °C in der Abkühlzone 7, 60 bis 90 °C in der Auslaßschleuse und weniger als 90 °C in der Nachkühlzone 9. Die Temperatur in der thermischen Nachverbrennungsanlage beträgt beispielsweise ca. 800 °C.

In Fig. 2 bedeutet das Bezugszeichen 2a eine Vakuumpumpe, das Bezugszeichen 2b ein Tränkbecken, das Bezugszeichen 2c einen Vorratsbehälter für das Tränkmittel, das Bezugszeichen 14 eine Umluftdrosselklappe, das Bezugszeichen 15 einen Ventilator und das Bezugszeichen 16 eine Abluftdrosselklappe.

Es folgt nun ein mögliches Beispiel zur Durchführung des Verfahrens und zur Verwendung der Vorrichtung nach der Erfindung.

20 Beispiel

Nachstehend werden die wichtigen Kennzahlen eines Anlagenbeispiels in Tabellenform dargestellt, wobei für die Umrechnung auf andere Dimensionierungen die Berechnungshinweise gegeben werden.

Zugrundegelegt wurde die Anlagensteuerung durch Restsauerstoffgehalt der Abluft und Kohlenwasserstoffüberwachung.

Durchsatz

30	Objekte	ca. 700
	Objektgewicht	
	(Transformatoren) kg	0,5 - 3
	Länge in cm	
35	min - max	ca. 10 - 15

40

45

50

55

EP 0 374 649 B1

	Breite in cm	ca. 4 - 10	
	min - max		
	Höhe in cm		
5	min - max	ca. 3 - 10	
	Stück/h	ca. 700	
	Harzverbrauch		ca. 1 - 2 % vom
	kg/h	Ø 13,5	Objektgewicht
10	g/Objekt	Ø 20 g	
	Styrolverlust		ca. 10 - 30 % Ø 15 %
	kg/h	Ø 2	vom Harzverbrauch
15	g/Objekt	Ø ca. 3	
	Energiebedarf		(Ofentemperatur- Raumtemperatur)
	Objekte	ca. 10 kW	$\frac{\quad}{1000} \times 0,11$
	Ofen + Transportsystem	ca. 5 kW	
20	Mindestabluft		
	bei Betriebs- bereitschaft	ca. 6 m³/h	3 x Kammervol./h
25	Mindestabluft		
	bei Teillast	ca. 36 m³/h	$\frac{3 \times \text{Kammervolumen} \times 60}{\text{Taktzeit}}$
	Abluft	Ø 50 m³/h	Steuerung nach
	bei Vollast		Rest O ₂ -Gehalt
30	Abluftverluste	ca. 7 kW	Abluftvolumenstrom
	Verbrennungswärme	ca. 17 kW	
	Installierte		
	Heizleistung	25 kW	
35	TNV-Durchsatz	min. 30 m³/h max. 250 m³/h	Regelung nach Wärmebedarf und Schadstoffanfall
	Kammervolumen	ca. 2 m³	
	Tränkbecken	110 x 110 x 50	
40	Inhalt	300 l	
	Tauchtiefe	20 cm	
	Vorratsbecken		
45	ges. Inhalt	800 l	
	Mindesttopfzeit		
	bei 23 °C in Wochen	ca. 2	$\frac{\text{Füllung} \times 3}{7 \times \text{Tagesverbrauch}}$
	Viskosität		
50	23 °C DIN 53211/4 mm		

	Dichte des Harzes	
	kg/l	1,3 - 1,4
5	Flammpunkt	32 °C
	Styrolgehalt	30 - 45 %
	Trocknungszeit	
10	des Harzes bei 100 °C	60 min
	Härtungszeit der	
	Gestände bei 15 °C	
15	beim Maximalgewicht	
	der Gegenstände	
	von 3 kg	60 min
20	Verarbeitungszyklus	
	Eintauchen	2 min
	Vakuum	1 min
25	Austauchen	3 min
	Abtropfen über Harz	3 min
	Fördern	1 min
	Gesamttaktzeit	10 min
30	Ofenplätze	6

35 Patentansprüche

1. Verfahren zum Tränken oder Beschichten von Gegenständen unter intermittierendem Hindurchführen der Gegenstände durch eine Tränk- oder Beschichtungszone, einen Trocknungs- und/oder Här-
40 tungsofen und eine Kühlzone, Eintauchen oder Überfluten der Gegenstände in der Tränk- oder Beschichtungszone in das bzw. durch das flüssige Tränkungs- bzw. Beschichtungsmittel und thermi- scher Nachverbrennung organischer Bestandteile in der Abluft des Trocknungs- und Här-
45 tungssofens, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Gegenstände unmittelbar nacheinander durch eine Einlaß- schleuse, die Tränk- oder Beschichtungszone, wenigstens eine Abtropf- und Vorwärmzone, den Trocknungs- und/oder Här-
50 tungssofen, wenigstens eine Kühlzone und eine Auslaßschleuse führt, we- nigstens einen Teil der Zuluft in eine der Kühlzonen einführt und wenigstens einen Teil der in die Kühlzone eingeführten Luft über die Auslaßschleuse gehen läßt, einen Luftstrom von der Kühlzone über den Trocknungs- und/oder Här-
55 tungssofen zu der thermischen Nachverbrennung führt und einen Teil der Abwärme der thermischen Nachverbrennung auf den Inhalt des Trocknungs- und/oder Här- tungs- ofens überträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man einen Teil der Abwärme der thermischen Nachverbrennung wenigstens teilweise durch direkten Wärmeaustausch auf den Inhalt des Trocknungs- und/oder Här- tungssofens überträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man zwischen den Kühl- und Vorwärmzonen einen vorzugsweise direkten Wärmeaustausch vornimmt und dabei vorzugsweise we- nigstens 10 % des Energiebedarfs des Trocknungs- und/oder Här- tungssofens deckt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß man zwischen der Abluft der thermischen Nachverbrennung und der Umluft des Trocknungs- und/oder Härtungsofens einen direkten Wärmeaustausch vornimmt.

- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Zuluft- und Abluftmenge der Gesamtanlage in Abhängigkeit von einer Messung der Temperatur, des Restsauerstoffgehaltes und/oder der Kohlenwasserstoffkonzentration der Abluft einer der Zonen steuert.

- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den Restsauerstoffgehalt der Abluft der thermischen Nachverbrennung konstant hält, vorzugsweise auf etwa 10 bis 15 Vol.-%.

- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die thermische Nachverbrennung elektrisch und/oder katalytisch zündet.

- 20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß man der Gesamtanlage so viel Zuluft zuführt, daß die Konzentration der organischen Bestandteile im Luftraum der Abtropf- und Vorwärmzone oder des Trocknungs- und/oder Härtungsofens mindestens 3 g/m³ beträgt, aber unter der Explosionsgrenze liegt und vorzugsweise 10 bis 20 g/m³ beträgt.

- 25 9. Vorrichtung zum Tränken oder Beschichten von Gegenständen mit einer Tränk- oder Beschichtungszone, einem Trocknungs- und/oder Härtungsofen, einer Kühlzone, einer thermischen Nachverbrennungszone und einem Fördersystem, das intermittierend die Gegenstände durch die Tränkzone führt und darin in das flüssige Tränkungs- oder Beschichtungsmittel eintaucht oder mit ihm überflutet, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einander angrenzend eine Einlaßschleuse, die Tränk- oder Beschichtungszone, wenigstens eine Abtropf- und/oder Vorwärmzone, den Trocknungs- und Här-
 30 tungsofen, wenigstens eine Kühlzone und eine Auslaßschleuse besitzt, wobei die Einlaß- und Auslaßschleusen zwischen zwei im wesentlichen gasdicht verschließbaren Türen angeordnete Räume sind und das Fördersystem die Gegenstände nacheinander durch alle diese Zonen führt, daß sie Einrich-
 35 tungen zur Einführung wenigstens eines Teils der Zuluft in eine der Kühlzonen aufweist, wobei wenigstens ein Teil dieser in die Kühlzone geführten Zuluft durch die Auslaßschleuse geleitet wird, daß sie Einrichtungen zur Führung eines Luftstromes von der Kühlzone über den Trocknungs- und/oder Härtungsofen zu der thermischen Nachverbrennungszone aufweist und daß sie Einrichtungen zur Übertragung eines Teils der Abwärme der thermischen Nachverbrennungszone auf den Inhalt des Trocknungs- und/oder Härtungsofens aufweist.

- 40 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aneinander angrenzenden Zonen in Form eines U angeordnet sind, bei dem an den freien Enden der U-Schenkel die Einlaß- und Auslaßschleuse liegt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtungen zur Übertra-
 45 gung eines Teils der Abwärme der thermischen Nachverbrennungszone Einrichtungen für einen wenigstens teilweise direkten Wärmeaustausch sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zusätzliche Einrichtungen für einen vorzugsweise direkten Wärmeaustausch zwischen den Kühl- und Abtropf- und Vorwärmzonen hat.

- 50 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie Einrichtungen zum indirekten Wärmeaustausch zwischen der Abluft der thermischen Nachverbrennungszone und der Umluft des Trocknungs- und/oder Härtungsofens hat.

- 55 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie Einrichtungen zur Steuerung der Zu- und Abluftmengen der Gesamtanlage in Abhängigkeit von der Messung der Temperatur, des Restsauerstoffgehaltes und/oder der Kohlenwasserstoffkonzentration der Abluft einer der Zonen hat.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Zonen durch Schleusentüren voneinander getrennt sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Sensor für den Restsauerstoffgehalt der Abluft der thermischen Nachverbrennungszone und Einrichtungen besitzt, die in Abhängigkeit von den Meßwerten dieses Sensors den Abluftanteil der thermischen Nachverbrennungszone steuern.

Claims

1. A method of impregnating or coating objects by intermittently guiding the objects through an impregnating – or coating zone, a drying – and/or hardening furnace and a cooling zone, by steeping or immersing the objects in the impregnating – or coating zone in the liquid impregnating – or coating medium, and by thermal after – combustion of organic components in the waste air from the drying – and hardening furnace, **characterised in that** the objects are guided directly in succession through an intake sluice, the impregnating – or coating zone, at least one drip – and preparatory heating zone, the drying – and/or hardening furnace(s), at least one cooling zone and a discharge sluice, at least a part of the supply air is introduced into the cooling zone and at least a part of the air is introduced into the cooling zones is allowed to pass through the discharge sluice, an air current is guided from the cooling zone via the drying – and/or hardening furnace to thermal after – combustion, and a part of the waste heat from the thermal after – combustion is transferred to the contents of the drying – and/or hardening furnace.

2. A method according to Claim 1, **characterised in that** a part of the waste heat from the thermal after – combustion is transferred at least partly by direct heat exchange to the contents of the drying – and/or hardening furnace.

3. A method according to Claim 1 or Claim 2, **characterised in that** heat exchange takes place, preferably direct heat exchange, between the cooling – and preparatory heating zones, and accounts for preferably at least 10% of the energy requirement of the drying – and/or hardening furnace.

4. A method according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** direct heat exchange takes place between the waste air from the thermal after – combustion and the air circulating in the drying – and/or hardening furnace.

5. A method according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the amounts of supply air and waste air in the installation as a whole are controlled in dependency on the measured temperature, residual oxygen content and/or hydrocarbon concentration in the waste air in one of the zones.

6. A method according to one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the residual oxygen content in the waste air from the thermal after – combustion is kept constant, preferably at about 10 to 15 % by volume.

7. A method according to one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the thermal after – combustion is ignited electrically and/or catalytically.

8. A method according to one of Claims 1 to 7, **characterised in that** the amount of supply air brought to the installation as a whole is such that the concentration of organic components in the air space in the drip – and preparatory heating zone or in the drying – and/or hardening furnace is at least 3 g/m³, but is less than the explosion limit and preferably between 10 and 20 g/m³.

9. An apparatus for impregnating or coating objects, having an impregnating – or coating zone, a drying – and/or hardening furnace, a cooling zone, a thermal after – combustion zone and a conveyor system which guides the objects intermittently through the impregnating zone and which steeps or immerses them in the liquid impregnating – or coating medium, **characterised in that** it has in mutually adjacent relationship an intake sluice, the impregnating – or coating zone, at least one drip – and/or preparatory heating zone, the drying – and hardening furnace, at least one cooling zone and a discharge sluice, wherein the intake – and discharge sluices are spaces which are arranged between two basically gas –

tight closable doors, and the conveyor system guides the objects in succession through all these zones, characterised in that it has devices to introduce at least a part of the supply air into one of the cooling zones, wherein at least a part of this supply air guided into the cooling zone is conducted through the discharge sluice, that it has devices to guide an air current from the cooling zone via the drying – and/or hardening furnace to the thermal after – combustion zone, and that it has devices to transfer a part of the waste heat from the thermal after – combustion zone to the contents of the drying – and/or hardening furnace.

10. An apparatus according to Claim 10, **characterised in that** the mutually adjacent zones are arranged in a U – shaped configuration, wherein the intake – and discharge sluices are disposed at the free ends of the U – shaped limb.

11. An apparatus according to Claim 9 or Claim 10, **characterised in that** the devices for transferring a part of the waste heat from the thermal after – combustion zone are devices for at least partial direct heat exchange.

12. An apparatus according to one of Claims 9 to 11, **characterised in that** it has additional devices for heat exchange, preferably direct heat exchange, between the cooling – and drip – and preparatory heating zones.

13. An apparatus according to one of Claims 9 to 12, **characterised in that** it has devices for indirect heat exchange between the waste air from the thermal after – combustion zone and the air circulating in the drying – and/or hardening furnace.

14. An apparatus according to one of Claims 9 to 13, **characterised in that** it has devices for controlling the amounts of supply air and waste air in the installation as a whole, in dependency on the measured temperature, residual oxygen content and/or hydrocarbon concentration in the waste air in one of the zones.

15. An apparatus according to one of Claims 9 to 14, **characterised in that** the individual zones are separated from one another by sluice doors.

16. An apparatus according to one of Claims 9 to 15, **characterised in that** it has a sensor for the residual oxygen content in the waste air from the thermal after – combustion zone and devices which control the proportion of waste air from the thermal after – combustion zone in dependency on the values measured by the sensor.

Revendications

1. Un procédé pour l'imprégnation ou le revêtement d'objets par passage intermittent des objets à travers une zone d'imprégnation ou de revêtement, un four de séchage et/ou de durcissement et une zone de refroidissement, par immersion ou aspersion des objets dans la zone d'imprégnation ou de revêtement, respectivement dans, ou par l'agent d'imprégnation ou de revêtement liquide et postcombustion thermique des constituants organiques dans l'air d'échappement du four de séchage et de durcissement, caractérisé en ce qu'on dirige directement les objets les uns après les autres à travers une écluse d'admission, la zone d'imprégnation ou de revêtement, au moins une zone d'égouttage et de préchauffage, le four de séchage et/ou de durcissement, au moins une zone de refroidissement et une écluse d'évacuation, qu'on introduit au moins une partie de l'air d'admission dans une des zones de refroidissement et laisse passer au moins une partie de l'air admis dans la zone de refroidissement à travers l'écluse d'évacuation, envoie un courant d'air de la zone de refroidissement, à travers le four de séchage et/ou de durcissement, dans la postcombustion thermique et transfère une partie de la chaleur perdue de la postcombustion thermique dans le contenu du four de séchage et/ou de durcissement.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on transfère une partie de la chaleur perdue de la postcombustion thermique au moins partiellement par échange de chaleur direct sur le contenu du four de séchage et/ou de durcissement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on procède, entre les zones de refroidissement et de préchauffage, à un échange de chaleur de préférence direct et couvre ainsi avantageusement au moins 10% du besoin énergétique du four de séchage et/ou de durcissement.
- 5 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on procède à un échange de chaleur direct entre l'air d'échappement de la postcombustion thermique et l'air de circulation du four de séchage et/ou de durcissement.
- 10 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on règle la quantité d'air d'admission et d'air d'échappement de l'ensemble de l'installation en fonction d'une mesure de la température, de la teneur résiduelle en oxygène et/ou de la concentration d'hydrocarbures de l'air d'échappement d'une des zones.
- 15 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on maintient constante la teneur résiduelle en oxygène de l'air d'échappement de la postcombustion thermique, de préférence entre environ 10 et 15% en vol.
- 20 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on amorce la postcombustion thermique électriquement et/ou catalytiquement.
- 25 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on fournit à l'ensemble de l'installation une quantité d'air d'admission telle que la concentration des constituants organiques dans l'espace d'air de la zone d'égouttage et de préchauffage ou du four de séchage et/ou de durcissement s'élève au moins à 3 g/m³, mais se situe au-dessous de la limite d'explosibilité et s'élève de préférence à 10 – 20 g/m³.
- 30 9. Dispositif pour l'imprégnation ou le revêtement d'objets comportant une zone d'imprégnation ou de revêtement, un four de séchage et/ou de durcissement, une zone de refroidissement, une zone de postcombustion thermique et un système de transport qui dirige les objets de façon intermittente à travers la zone d'imprégnation et les y plonge dans l'agent d'imprégnation ou de revêtement liquide ou les asperge avec celui-ci, caractérisé en ce qu'il comprend, jouxtant l'un l'autre, une écluse d'admission, la zone d'imprégnation ou de revêtement, au moins une zone d'égouttage et/ou de préchauffage, le four de séchage et de durcissement, au moins une zone de refroidissement et une écluse d'évacuation, les écluses d'admission et d'évacuation étant des espaces disposés entre deux
35 portes pouvant être essentiellement fermées de façon étanche aux gaz et le système de transport qui conduit les objets les uns après les autres à travers toutes ces zones, qu'il comporte des installations pour l'introduction d'au moins une partie de l'air d'admission dans une des zones de refroidissement, une partie au moins de cet air d'admission envoyée dans la zone de refroidissement étant dirigée à
40 travers l'écluse d'évacuation, qu'il comporte des installations pour l'acheminement d'un courant d'air de la zone de refroidissement vers la zone de postcombustion thermique à travers le four de séchage et/ou de durcissement et qu'il comporte des installations pour le transfert d'une partie de la chaleur perdue de la zone de postcombustion thermique dans le contenu du four de séchage et/ou de durcissement.
- 45 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les zones se jouxtant sont disposées en forme d'U dans lequel les écluses d'admission et d'évacuation se trouvent aux extrémités libres des branches de l'U.
- 50 11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que les installations pour le transfert d'une partie de la chaleur perdue de la zone de postcombustion thermique sont des installations pour un échange de chaleur au moins partiellement direct.
- 55 12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte des installations supplémentaires pour un échange de chaleur de préférence direct entre les zones de refroidissement, d'égouttage et de préchauffage.
13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte des installations pour l'échange de chaleur indirect entre l'air d'échappement de la zone de combustion thermique et l'air de

circulation du four de séchage et/ou de durcissement.

5 **14.** Dispositif selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisé en ce qu'il comporte des installations pour le réglage des quantités d'air d'admission et d'échappement de l'ensemble de l'installation en fonction de la mesure de la température, de la teneur résiduelle en oxygène et/ou de la concentration d'hydrocarbures de l'air d'échappement d'une des zones.

10 **15.** Dispositif selon l'une des revendications 9 à 14, caractérisé en ce que les zones individuelles sont séparées les unes des autres par des portes d'écluse.

15 **16.** Dispositif selon l'une des revendications 9 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur pour la teneur résiduelle en oxygène de l'air d'échappement de la zone de postcombustion thermique et des installations qui règlent, en fonction des valeurs enregistrées de ce capteur, la proportion d'air d'échappement de la zone de postcombustion thermique.

20

25

30

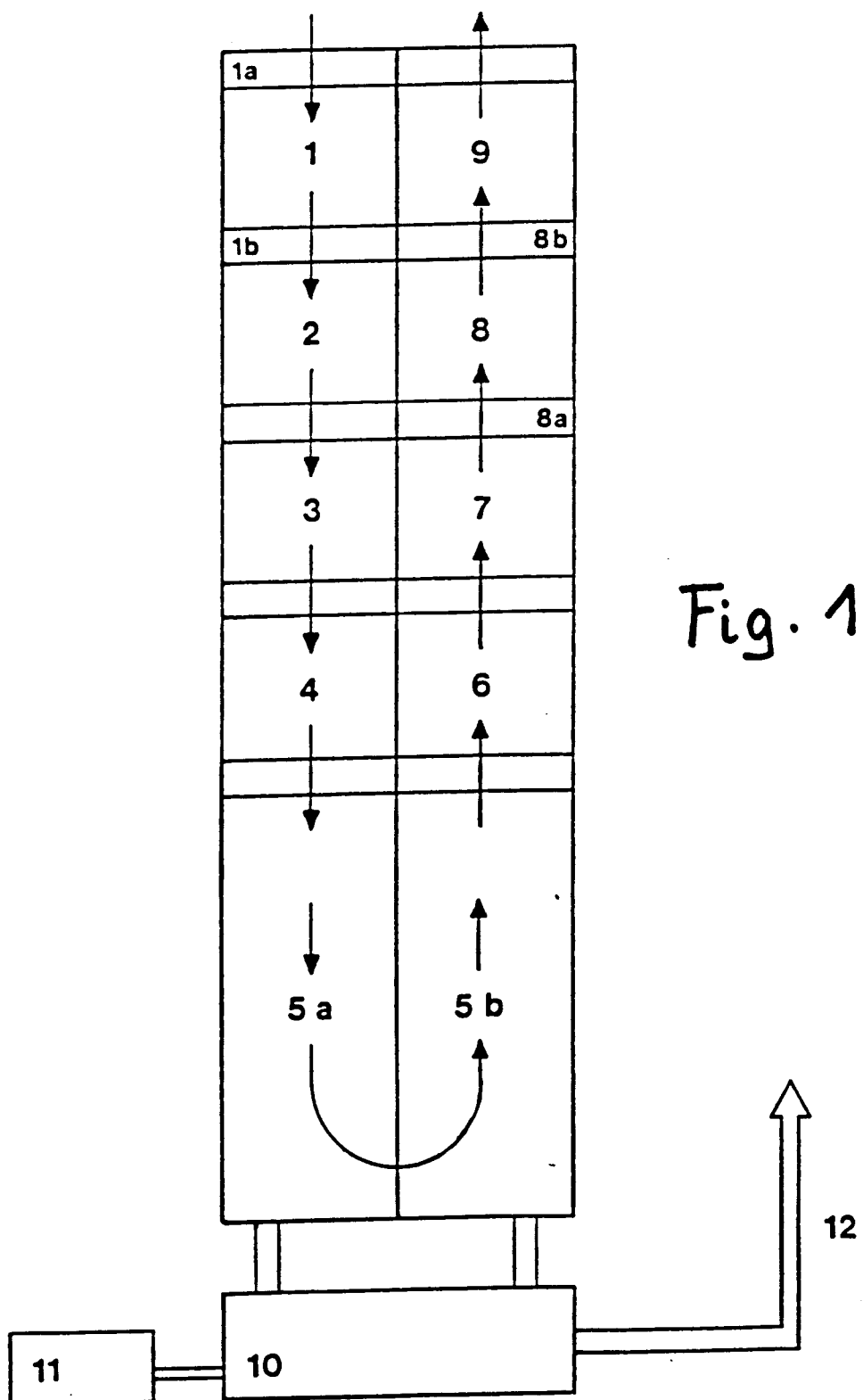
35

40

45

50

55



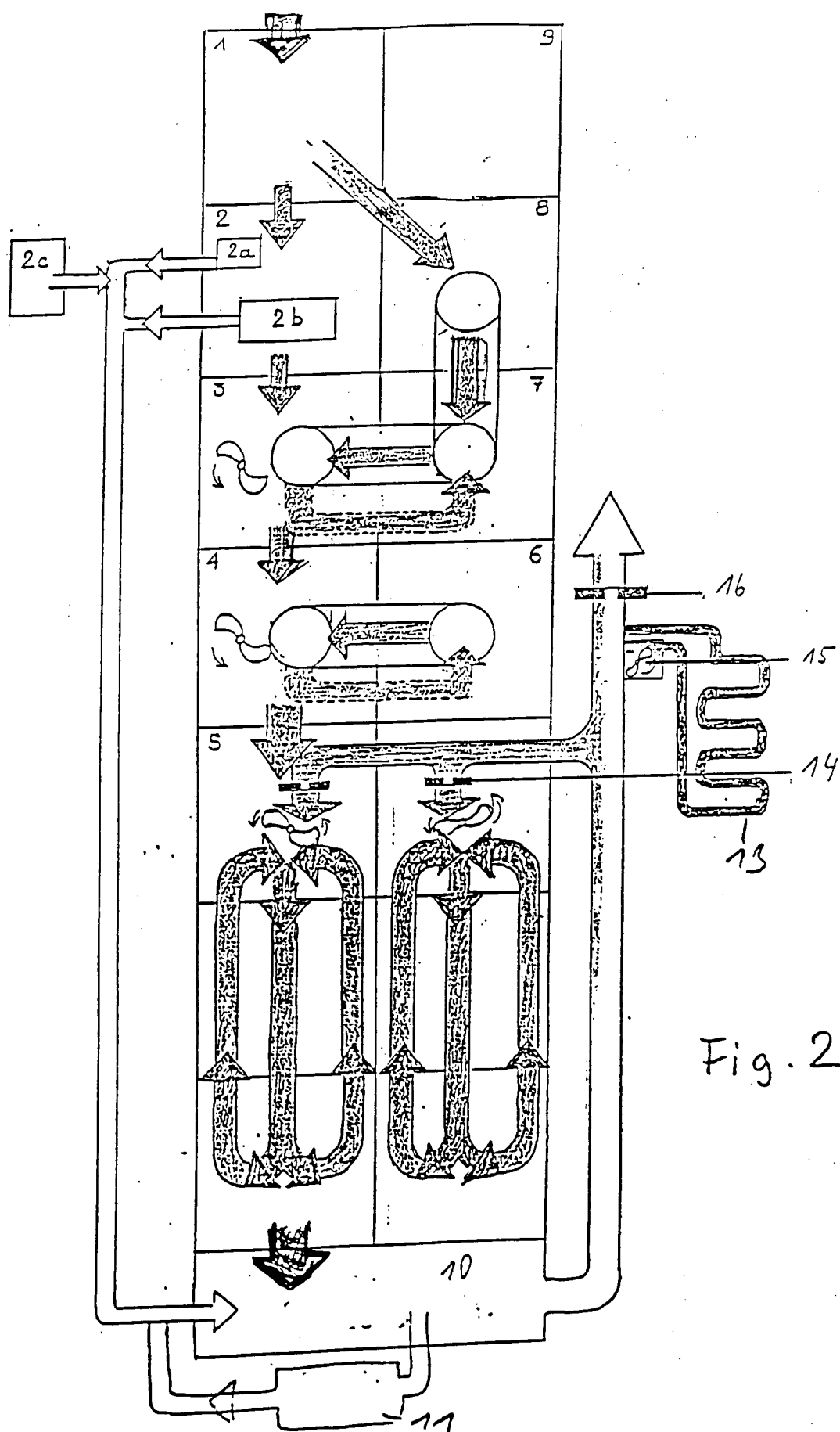


Fig. 2