

(19)



(11)

**EP 3 387 355 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.08.2021 Patentblatt 2021/34**

(51) Int Cl.:  
**F26B 21/02** <sup>(2006.01)</sup> **F26B 15/12** <sup>(2006.01)</sup>  
**F24H 3/08** <sup>(2006.01)</sup> **F26B 23/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**F28D 7/00** <sup>(2006.01)</sup> **F26B 15/14** <sup>(2006.01)</sup>  
**F26B 21/04** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **16819831.5**

(22) Anmeldetag: **12.12.2016**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2016/080699**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2017/098056 (15.06.2017 Gazette 2017/24)**

(54) **BEHANDLUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM BEHANDELN VON WERKSTÜCKEN**

TREATMENT PLANT AND PROCESS FOR TREATING WORKPIECES

PLANTE DE TRAITEMENT ET PROCÉDÉ POUR LE TRAITEMENT DE PIÈCES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **10.12.2015 DE 102015224916**  
**20.10.2016 PCT/EP2016/075206**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.10.2018 Patentblatt 2018/42**

(60) Teilanmeldung:  
**20182366.3 / 3 745 066**

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems AG**  
**74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **IGLAUER, Oliver**  
**70469 Stuttgart (DE)**  
• **WOLL, Kevin**  
**74360 Ilsfeld (DE)**  
• **WIELAND, Dietmar**  
**71336 Waiblingen (DE)**

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**  
**Patentanwälte mbB**  
**Uhlandstrasse 14c**  
**70182 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-98/19124 DE-A1- 19 735 322**  
**DE-A1-102011 076 469 DE-A1-102012 207 312**  
**US-A- 2 970 811 US-A- 5 061 177**  
**US-A- 5 477 846 US-A1- 2013 014 406**

**EP 3 387 355 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Behandlungsanlage und ein Verfahren zum Behandeln von Werkstücken. Insbesondere dient eine Behandlungsanlage dem Trocknen von beschichteten Fahrzeugkarosserien. Das Verfahren zum Behandeln von Werkstücken ist somit insbesondere ein Verfahren zum Trocknen von beschichteten Fahrzeugkarosserien.

**[0002]** Behandlungsanlagen und Behandlungsverfahren sind insbesondere aus der EP 1 998 129 B1, der US 2006/0068094 A1, der EP 1 302 737 A2 und der WO 02/073109 A1 bekannt.

**[0003]** Die DE 10 2012 207 312 A1, die DE 197 35 322 A1, die US 2013/014406 A1 und die DE102011076469 A1 offenbaren verschiedene Varianten von Behandlungsanlagen, bei welchen mittels Heizvorrichtungen beheizte Umluftführungen vorgesehen sind.

**[0004]** Die WO 98/19124 A1 offenbart ein Verfahren zum Trocknen von dünnen Schichten, bei welchem eine einzige Umluftführung mit einer Entwässerungsvorrichtung zum Entfeuchten von Luft vorgesehen ist.

**[0005]** Die US 5,477,846 A, die US 2,970,811 A und die US 5,061,177 A offenbaren verschiedene Ausführungsformen von Wärmeübertragern.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Behandlungsanlage bereitzustellen, welche einfach aufgebaut ist und eine energieeffiziente Werkstückbehandlung ermöglicht.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Behandlungsanlage gemäß Anspruch 1 oder durch ein Verfahren gemäß Anspruch 9 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0008]** Dadurch, dass die erfindungsgemäße Behandlungsanlage eine Heizanlage mit einer Heizgasführung umfasst, welche mit den Umluftmodulen gekoppelt ist, ist das den Behandlungsraumabschnitten zuzuführende Gas einfach und effizient erheizbar. Die Behandlungsanlage kann hierdurch vorzugsweise besonders energieeffizient betrieben werden.

**[0009]** Die Heizgasführung ist vorzugsweise in sich geschlossen, beispielsweise ringförmig geschlossen ausgebildet, so dass zumindest ein Teilgasstrom eines in der Heizgasführung geführten Heizgasstroms mehrfach die Heizgasführung durchströmt.

**[0010]** Das Heizgas ist vorzugsweise Rohgas und/oder Reingas, welches zur Verwendung in dem Behandlungsraum, das heißt zum Durchströmen des Behandlungsraums, geeignet und/oder vorgesehen ist.

**[0011]** Das Heizgas weist vorzugsweise zumindest unmittelbar stromaufwärts der Behandlungsraumabschnitte eine gegenüber dem Gasstrom in den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten erhöhte Temperatur auf.

**[0012]** Vorzugsweise ist das Heizgas kein Abgas einer Heizvorrichtung der Heizanlage, insbesondere kein Verbrennungsabgas.

**[0013]** Unter einer "in sich geschlossenen Heizgasführung" ist insbesondere eine Heizgasführung zu verstehen, in welcher zumindest ein Teil eines Heizgasstroms in einem Kreislauf geführt wird. Unabhängig davon kann vorzugsweise auch bei einer in sich geschlossenen Heizgasführung eine kontinuierliche oder phasenweise Zuführung von Frischgas zu dem Heizgasstrom und/oder Abführung von Heizgas aus dem Heizgasstrom vorgesehen sein.

**[0014]** Günstig kann es sein, wenn eine Zuführung von Frischgas und eine Abführung von Heizgas, das heißt ein Austausch von Heizgas, vorzugsweise so dimensioniert sind, dass bei einem einmaligen Durchlauf des Heizgasstroms durch die Heizgasführung mindestens 40%, vorzugsweise mindestens ungefähr 50%, insbesondere mindestens ungefähr 80%, beispielsweise mindestens ungefähr 90%, des an einer bestimmten Stelle der Heizgasführung vorbeiströmenden Heizgasstroms nach dem vollständigen Durchlauf erneut zu dieser Stelle gelangen.

**[0015]** Die Zuführung von Frischgas und/oder die Abführung von Heizgas aus dem Heizgasstrom erfolgt vorzugsweise ausschließlich in den Behandlungsraumabschnitten und/oder den Umluftmodulen der Behandlungsanlage.

**[0016]** Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der Heizanlage eine Frischgaszuführung und/oder eine Abgasabführung zugeordnet ist, mittels welchen außerhalb der Behandlungsraumabschnitte und/oder außerhalb der Umluftmodule Frischgas zugeführt bzw. Heizgas aus dem Heizgasstrom abgeführt werden kann.

**[0017]** Die Umluftmodule und/oder die Behandlungsraumabschnitte sind vorzugsweise Bestandteil der Heizgasführung.

**[0018]** Insbesondere ist das Heizgas vorzugsweise zumindest teilweise mehrfach durch die Behandlungsraumabschnitte hindurchführbar, bevor es (erneut) den außerhalb der Umluftmodule und/oder außerhalb der Behandlungsraumabschnitte liegenden Teil der Heizgasführung durchströmt.

**[0019]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung eine Umluftführung umfasst, welche abschnittsweise durch mehrere parallel angeordnete Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte gebildet ist.

**[0020]** In den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten ist vorzugsweise ein Gasstrom in einem Umluftkreislauf führbar, welchem Heizgas aus der Heizgasführung zuführbar ist. Vorzugsweise ist ein Teilgasstrom des im Kreislauf geführten Gasstroms eines jeden Umluftmoduls und/oder Behandlungsraumabschnitts aus dem Umluftmodul und/oder dem Behandlungsraumabschnitt abführbar, mittels der Heizgasführung in einem geschlossenen Kreislauf führbar und schließlich als Teil des Heizgasstroms erneut einem oder mehreren Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten zuführbar.

**[0021]** Vorzugsweise umfasst die Behandlungsanlage

eine Fördervorrichtung, mittels welcher die Werkstücke dem Behandlungsraum zuführbar, aus dem Behandlungsraum abführbar und/oder in einer Förderrichtung der Fördervorrichtung durch den Behandlungsraum hindurchförderbar sind.

**[0022]** Die Behandlungsraumabschnitte und/oder die Umluftmodule sind vorzugsweise in der Förderrichtung aufeinanderfolgend angeordnet.

**[0023]** Günstig kann es sein, wenn die Umluftmodule voneinander unabhängige Umluftmodule sind.

**[0024]** Ein Umluftmodul, insbesondere jedes Umluftmodul, umfasst vorzugsweise Folgendes:

eine Gaszuführung zum Zuführen von Gas zu dem Behandlungsraumabschnitt; und/oder  
eine Gasabführung zum Abführen von Gas aus dem Behandlungsraumabschnitt; und/oder  
eine Gebläsevorrichtung zum Antreiben eines (Umluft-)Gasstroms; und/oder eine Abscheidevorrichtung zum Abscheiden von Verunreinigungen aus dem (Umluft-)Gasstrom; und/oder  
eine Verteilervorrichtung zum Verteilen des dem Behandlungsraumabschnitt zuzuführenden (Umluft-)Gasstroms auf mehrere Einlassöffnungen der Gaszuführung; und/oder  
eine Sammelvorrichtung, mittels welcher der durch mehrere Auslassöffnungen (Rückführöffnungen) der Gasabführung aus dem Behandlungsraum abgeführte (Umluft-)Gasstrom zusammenführbar ist.

**[0025]** Jedes Umluftmodul bildet vorzugsweise zusammen mit dem zugehörigen Behandlungsraumabschnitt einen, insbesondere vollständigen, Abschnitt der Behandlungsanlage.

**[0026]** In dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen wird der Begriff "Umluft" nicht zwingend auf das Gas "Luft" festgelegt. Vielmehr bezeichnet der Begriff "Umluft" vorzugsweise ein in einem Kreislauf (Umluftkreislauf) geführtes Gas, welches insbesondere mehrfach aufbereitet und/oder wiederverwendet wird.

**[0027]** Ebenso sind die Begriffe "Zuluft", "Zuluftstrom", "Abluft" und "Abluftstrom" nicht zwingend auf das Gas "Luft" festgelegt, sondern bezeichnen vielmehr ganz allgemein ein dem Umluftkreislauf zugeführtes Gas (Zuluft, Zuluftstrom) bzw. ein aus dem Umluftkreislauf abgeführtes Gas (Abluft, Abluftstrom). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Heizanlage eine Heizvorrichtung und einen mehrstufigen Wärmeübertrager umfasst, mittels welchem in der Heizvorrichtung erzeugte Wärme auf ein in der Heizgasführung geführtes Heizgas übertragbar ist.

**[0028]** Der Wärmeübertrager ist insbesondere in einem Abgasstrang der Heizvorrichtung angeordnet, um im Abgas der Heizvorrichtung enthaltene Wärme zum Erhitzen des Heizgases nutzen zu können.

**[0029]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Behandlungsanlage eine von der Heizanlage verschiedene und/oder unabhängige Frischgaszuführung umfasst, mittels welcher Frischgas zu dem Behandlungsraum zu-

führbar ist.

**[0030]** Das Frischgas ist vorzugsweise unabhängig von einem Heizgasstrom zu dem in den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten geführten Gasstrom und somit zu dem Behandlungsraum zuführbar.

**[0031]** Ferner kann vorgesehen sein, dass der Frischgasstrom zumindest teilweise als Schleusengasstrom genutzt und auf diese Weise dem Behandlungsraum zugeführt wird.

**[0032]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Behandlungsanlage eine Frischgaszuführung umfasst, mittels welcher Frischgas zu einem in der Heizgasführung geführten Heizgasstrom zuführbar ist.

**[0033]** Die Frischgaszuführung ist vorzugsweise mittels einer Steuervorrichtung steuerbar und/oder regelbar, insbesondere abhängig von einem aktuellen Wärmebedarf im Behandlungsraum.

**[0034]** Günstig kann es sein, wenn ein Frischgasstrom mit zumindest näherungsweise konstantem Volumenstrom und/oder Massenstrom einer oder mehreren Schleusen, insbesondere einer Einlassschleuse und/oder einer Auslassschleuse, zuführbar ist.

**[0035]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass ein Frischgasstrom mit variablem Volumenstrom und/oder Massenstrom einer oder mehreren Schleusen, insbesondere einer Einlassschleuse und/oder einer Auslassschleuse, zuführbar ist.

**[0036]** Ein zumindest näherungsweise konstanter Volumenstrom und/oder Massenstrom ist insbesondere zeitlich unabhängig von einem aktuellen Wärmebedarf im Behandlungsraum.

**[0037]** Ein variabler Volumenstrom und/oder Massenstrom ist vorzugsweise angepasst an und/oder gesteuert und/oder geregelt in Abhängigkeit von einem aktuellen Wärmebedarf im Behandlungsraum.

**[0038]** Ferner kann vorgesehen sein, dass ein Frischgasstrom mit zumindest näherungsweise konstantem Volumenstrom und/oder Massenstrom dem Heizgasstrom zuführbar ist.

**[0039]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass ein Frischgasstrom mit variablem Volumenstrom und/oder Massenstrom dem Heizgasstrom zuführbar ist.

**[0040]** Ein Frischgasstrom, welcher insbesondere einen zumindest näherungsweise konstanten Volumenstrom und/oder Massenstrom aufweist, wird vorzugsweise so gewählt, dass mit diesem ein durchschnittlicher Frischluftbedarf der Behandlungsanlage von mindestens ungefähr 30 %, insbesondere mindestens ungefähr 40 %, beispielsweise ungefähr 50 %, gedeckt wird. Dieser Frischgasstrom ist insbesondere ein der einen oder den mehreren Schleusen zugeführter Frischgasstrom.

**[0041]** Ein weiterer Frischgasstrom, welcher insbesondere einen variablen Volumenstrom und/oder Massenstrom aufweist, wird vorzugsweise so gewählt, dass mit diesem ein durchschnittlicher Frischluftbedarf der Behandlungsanlage von mindestens ungefähr 30 %, insbesondere mindestens ungefähr 40 %, beispielsweise un-

gefähr 50 %, gedeckt wird. Dieser Frischgasstrom ist insbesondere ein zentral dem Heizgasstrom zugeführter Frischgasstrom.

**[0042]** Die Frischgaszuführung ist vorzugsweise mit einem Wärmeübertrager an den Abgasstrang der Heizvorrichtung gekoppelt, insbesondere um Wärme von dem Abgas der Heizvorrichtung auf das mittels der Frischgaszuführung zuzuführende Frischgas zu übertragen.

**[0043]** Der Wärmeübertrager zum Erhitzen des Frischgases ist vorzugsweise ein von dem Wärmeübertrager zum Erhitzen des Heizgases verschiedener Wärmeübertrager.

**[0044]** Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass voneinander verschiedene Abschnitte eines gemeinsamen Wärmeübertragers einerseits zum Erhitzen des Frischgases und andererseits zum Erhitzen des Heizgases dienen. Die Frischgaszuführung und die Heizgasführung weisen dann insbesondere einen gemeinsamen Wärmeübertrager auf. Insbesondere ist dann vorzugsweise eine Kaltseite des Wärmeübertragers in mehrere Segmente unterteilt. Insbesondere können mehrere unabhängig voneinander durchströmbare und fluidwirksam voneinander getrennte Segmente vorgesehen sein.

**[0045]** Die Behandlungsanlage umfasst vorzugsweise eine oder mehrere Schleusen, welche insbesondere als Frischgasschleusen ausgebildet und mit Frischgas durchströmt oder durchströmbare sind.

**[0046]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass die Behandlungsanlage eine oder mehrere Umluftschleusen umfasst, welche mit Umluft, das heißt einem in einem Kreislauf geführten Gasstrom durchströmt werden oder durchströmbare sind. Hierzu kann insbesondere vorgesehen sein, dass jede Umluftschleuse einem Umluftmodul zugeordnet ist.

**[0047]** Insbesondere dann, wenn die Behandlungsanlage Umluftschleusen umfasst, kann vorgesehen sein, dass ein Frischgasstrom direkt dem Heizgasstrom zugemischt wird oder zumischbar ist. Hierdurch kann eine separate Frischgasleitung zur Zuführung von Frischgas zu dem Behandlungsraum entbehrlich sein.

**[0048]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Heizgasführung eine zentrale Heizgasleitung umfasst, in welcher Heizgas geführt oder führbar ist und mittels welcher den mehreren Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten Heizgas aus der Heizgasführung zuführbar ist, wobei das Heizgas unmittelbar oder mittelbar über die Umluftmodule in die jeweiligen Behandlungsraumabschnitte einleitbar ist.

**[0049]** Die Heizgasführung bildet somit vorzugsweise eine Zuluftführung zur Zuführung von Zuluft zu den Umluftkreisläufen in den Behandlungsraumabschnitten.

**[0050]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung eine zentrale Heizgasleitung umfasst, in welcher Heizgas geführt oder führbar ist und mittels welcher Gas aus den Umluftmodulen und/oder aus den Behandlungsraumabschnitten abführbar ist.

**[0051]** Die Heizgasführung bildet somit vorzugsweise

eine Abluftführung zur Abführung von Abluft aus den in den Umluftmodulen im Kreislauf geführten Gasströmen.

**[0052]** Günstig kann es sein, wenn die Heizgasführung eine zentrale Heizgasleitung umfasst, mittels welcher ein Heizgas ringförmig von einem Wärmeübertrager zum Erhitzen des Heizgases zu den mehreren Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten und erneut zurück zu dem Wärmeübertrager führbar ist.

**[0053]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung eine zentrale Heizgasleitung umfasst, mittels welcher Gas, welches insbesondere als Heizgas dient, aus einem oder mehreren Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten abführbar und zum Erhitzen desselben einem Wärmeübertrager zuführbar sowie anschließend zurück zu dem einen oder den mehreren Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten führbar ist.

**[0054]** Das in der Heizgasführung geführte Heizgas ist vorzugsweise mittels genau eines Gebläses oder mittels mehrerer Gebläse antreibbar.

**[0055]** Es kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung mehrere Abzweigungen oder Verzweigungen zur Verteilung eines in der Heizgasführung geführten Heizgasstroms auf die Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte umfasst.

**[0056]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung eine sich längs der Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte erstreckende Hauptzuführleitung umfasst, aus welcher Teile des Heizgasstroms abzweigbar und den jeweiligen Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten zuführbar sind.

**[0057]** Die Hauptzuführleitung kann beispielsweise außerhalb des Behandlungsraums, insbesondere außerhalb sämtlicher Behandlungsraumabschnitte, und/oder parallel zur Förderrichtung verlaufen.

**[0058]** Vorzugsweise erstreckt sich die Hauptzuführleitung zumindest näherungsweise über eine gesamte Länge des Behandlungsraums, insbesondere um sämtliche Umluftführungen mit Heizgas versorgen zu können.

**[0059]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Hauptzuführleitung innerhalb des Behandlungsraums und/oder parallel zur Förderrichtung verläuft. Beispielsweise kann die Hauptzuführleitung in einem Zwischenbereich zwischen zwei parallel zueinander und parallel zur Förderrichtung verlaufenden Fördereinheiten der Fördervorrichtung angeordnet sein.

**[0060]** Die Hauptzuführleitung ist vorzugsweise in einen Boden des Behandlungsraums integriert oder unmittelbar auf dem Boden des Behandlungsraums angeordnet.

**[0061]** Günstig kann es sein, wenn die Hauptzuführleitung sich unter den zu behandelnden Werkstücken hindurch erstreckt und/oder vollständig unterhalb der zu behandelnden Werkstücke, insbesondere direkt unter den zu behandelnden Werkstücken, angeordnet ist. Hierdurch kann die Hauptzuführleitung insbesondere durch Wärmestrahlung und/oder durch Konvektion zur

Beheizung des durch den Behandlungsraum hindurchgeführten Gasstroms und/oder zur Beheizung der zu behandelnden Werkstücke beitragen.

**[0062]** Die Hauptzuführleitung erstreckt sich insbesondere durch sämtliche Behandlungsraumabschnitte hindurch und/oder in sämtliche Behandlungsraumabschnitte hinein.

**[0063]** Es kann vorgesehen sein, dass die Hauptzuführleitung als ein Rechteckkanal ausgebildet ist, welcher eine senkrecht zur Förderrichtung genommene Breite aufweist, die mindestens das Dreifache, insbesondere mindestens das Fünffache, beispielsweise mindestens das Zehnfache, einer senkrecht zur Förderrichtung genommenen Höhe der Hauptzuführleitung beträgt.

**[0064]** Günstig kann es sein, wenn die Hauptzuführleitung über Einlassventile direkt in Rückführleitungen der Umluftmodule und/oder Umluftführungen mündet.

**[0065]** Mittels der Abzweigungen oder Verzweigungen ist der Heizgasstrom vorzugsweise aufteilbar, um letztlich mehrere Zuluftströme zur Zuführung des Heizgases zu den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten zu erhalten.

**[0066]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Heizgasführung eine Hauptverzweigung aufweist, mittels welcher ein Heizgasgesamtstrom aufteilbar ist in einen ersten Heizgasteilstrom und einen zweiten Heizgasteilstrom, wobei der erste Heizgasteilstrom einem bezüglich einer Förderrichtung einer Fördervorrichtung der Behandlungsanlage ersten Umluftmodul oder ersten bis n-ten Umluftmodul und/oder ersten Behandlungsraumabschnitt oder ersten bis n-ten Behandlungsraumabschnitt zuführbar ist und wobei der zweite Heizgasteilstrom vorzugsweise auf sämtliche weiteren Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte aufteilbar ist.

**[0067]** Das erste Umluftmodul ist vorzugsweise ein einem Behandlungsraumabschnitt zugeordnetes Umluftmodul. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass dieses erste Umluftmodul ein einer Umluftschleuse zugeordnetes Umluftmodul ist.

**[0068]** Günstig kann es sein, wenn die Heizgasführung mehrere Zusammenführungen zur Zusammenführung mehrerer aus den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten abgeführter Gasströme umfasst.

**[0069]** Insbesondere sind hierdurch vorzugsweise Abluftströme aus den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten zusammenführbar und als Heizgasgesamtstrom erneut erhitzbar sowie schließlich erneut den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten zuführbar.

**[0070]** Es kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung eine Hauptzusammenführung aufweist, mittels welcher ein Abgasstrom eines bezüglich einer Förderrichtung der Fördervorrichtung der Behandlungsanlage ersten Umluftmoduls oder ersten bis n-ten Umluftmoduls und/oder ersten Behandlungsraumabschnitts oder ersten bis n-ten Behandlungsraumabschnitts mit einem bereits zusammengeführten Abgasstrom sämtlicher weite-

rer Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte zusammenführbar ist.

**[0071]** Die Verwendung einer Hauptverzweigung und/oder einer Hauptzusammenführung kann insbesondere zur Verringerung von Kanalquerschnitten einer Hauptzuführleitung und/oder einer Hauptabführleitung der Heizgasleitung dienen, insbesondere um nicht den gesamten Heizgasstrom in einer einzigen Strömungsrichtung durch die Hauptzuführleitung und/oder die Hauptabführleitung hindurchführen zu müssen.

**[0072]** Es kann vorgesehen sein, dass jedes Umluftmodul und/oder jeder Behandlungsraumabschnitt ein Einlassventil und/oder ein Auslassventil umfasst, mittels welchen ein Volumenstrom eines dem Umluftmodul und/oder dem Behandlungsraumabschnitt zuzuführenden Heizgasstroms und/oder ein Volumenstrom eines aus dem Umluftmodul und/oder aus dem Behandlungsraumabschnitt abgeführten Gasstroms steuerbar und/oder regelbar ist.

**[0073]** Vorzugsweise sind hierdurch ein Zuluftstrom und/oder ein Abluftstrom des in dem jeweiligen Umluftmodul und/oder Behandlungsraumabschnitt geführten Umluftstroms steuerbar und/oder regelbar.

**[0074]** Die Behandlungsanlage umfasst vorzugsweise eine Steuervorrichtung, mittels welcher der Volumenstrom des dem Umluftmodul und/oder Behandlungsraumabschnitt zuzuführenden Heizgasstroms und/oder der Volumenstrom des aus dem Umluftmodul und/oder aus dem Behandlungsraumabschnitt abgeführten Gasstroms steuerbar und/oder regelbar ist.

**[0075]** Vorzugsweise ist mittels der Steuervorrichtung durch Steuerung der Volumenströme stets so viel Heizgas zu dem jeweiligen Umluftmodul und/oder Behandlungsraumabschnitt zuführbar, dass eine gewünschte Temperatur des in dem jeweiligen Umluftmodul und/oder Behandlungsraumabschnitt geführten Umluftstroms im Wesentlichen konstant ist.

**[0076]** Die Steuervorrichtung ist vorzugsweise so ausgebildet und eingerichtet, dass die beschriebenen Funktionen durchführbar sind und/oder dass die beschriebenen Parameter eingehalten, insbesondere zumindest näherungsweise konstant gehalten, werden.

**[0077]** Günstig kann es sein, wenn die Behandlungsanlage eine Steuervorrichtung umfasst, mittels welcher ein zumindest näherungsweise konstanter Volumenstrom des in der Heizgasführung geführten Heizgasstroms aufrechterhaltbar ist. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass ein den Heizgasstrom antreibendes Gebläse der Heizgasführung gesteuert und/oder geregelt wird, beispielsweise durch Variation einer Antriebsleistung.

**[0078]** Das Gebläse (oder auch Ventilator genannt) zum Antreiben des Heizgasstroms umfasst vorzugsweise einen Frequenzumrichter, über welchen die Steuerung und/oder Regelung erfolgen kann.

**[0079]** Vorzugsweise können durch Steuerung und/oder Regelung des Gebläses der Heizgasführung Schwankungen im Gesamtenergiebedarf der Behand-

lungsanlage, insbesondere Schwankungen im Heizbedarf, ausgeglichen werden.

**[0080]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann ein Sollwert und/oder ein Istwert für eine Temperatur des Heizgasstroms angepasst werden, insbesondere dann, wenn bei geringem Heizbedarf bereits ein geringer Volumenstrom des Heizgasstroms eingestellt wurde, beispielsweise der Volumenstrom auf ein Minimum reduziert wurde.

**[0081]** Ferner kann vorgesehen sein, dass bei reduziertem Heizbedarf zunächst die Temperatur des Heizgasstroms reduziert wird. Bei Erreichen eines vorgegebenen unteren Grenzwerts der Temperatur des Heizgasstroms kann dann ferner vorgesehen sein, dass der Volumenstrom durch geeignete Steuerung und/oder Regelung des Gebläses reduziert wird.

**[0082]** Es kann vorgesehen sein, dass die Behandlungsanlage eine Steuervorrichtung umfasst, mittels welcher eine zumindest näherungsweise konstante Temperatur des in der Heizgasführung geführten Heizgasstroms aufrechterhaltbar ist. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass ein an einem Wärmeübertrager zum Erhitzen des Heizgasstroms vorbeigeführter Bypassvolumenstrom beeinflusst, insbesondere gezielt variiert, wird. Beispielsweise kann ein Verhältnis des durch den Wärmeübertrager zum Erhitzen des Heizgasstroms durchgeführten Volumenstroms zu dem Bypassvolumenstrom variiert werden, um die gewünschte Temperatur des in der Heizgasführung geführten Heizgasstroms zu erzielen.

**[0083]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung eine oder mehrere Bypassleitungen zur Umgehung sämtlicher Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte umfasst. Auf diese Weise kann eine Reserve des Heizgasstroms bereitgestellt werden, insbesondere um eine unerwünschte Unterversorgung einzelner Umluftmodule und/oder Behandlungsraumabschnitte zu verhindern. Mittels der Bypassleitung kann insbesondere ein Überangebot an Heizgas in der Hauptzuführleitung der Heizgasführung aufrechterhalten werden.

**[0084]** Vorzugsweise mündet die Hauptzuführleitung an einem stromabwärtigen Ende derselben und/oder an einem bezüglich der Förderrichtung hinteren Ende derselben in die Bypassleitung.

**[0085]** Die Bypassleitung mündet vorzugsweise an einem stromaufwärtigen Ende der Hauptabführleitung und/oder an einem bezüglich der Förderrichtung hinteren Ende derselben in die Hauptabführleitung.

**[0086]** Eine Bypassleitung ist beispielsweise stromaufwärts mehrerer, insbesondere sämtlicher, Verzweigungen und/oder Abzweigungen der Heizgasführung zur Zuführung von Heizgas zu den Umluftmodulen angeordnet. Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass eine Bypassleitung stromabwärts mehrerer, insbesondere sämtlicher, Zusammenführungen der Heizgasführung zur Zusammenführung von Gasströmen aus den Umluftmodulen angeordnet ist.

**[0087]** Ferner kann es günstig sein, wenn eine Bypassleitung stromabwärts mehrerer, insbesondere sämtlicher, Verzweigungen und/oder Abzweigungen der Heizgasführung zur Zuführung von Heizgas zu den Umluftmodulen angeordnet ist. Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass eine Bypassleitung stromaufwärts mehrerer, insbesondere sämtlicher, Zusammenführungen der Heizgasführung zur Zusammenführung von Gasströmen aus den Umluftmodulen angeordnet ist.

**[0088]** Mittels einer Bypassleitung kann vorzugsweise heißes Gas direkt in einen Abführabschnitt der Heizgasleitung eingeleitet werden, insbesondere um eine Temperatur des im Abführabschnitt geführten Gasstroms stets über einer Kondensationstemperatur zu halten.

**[0089]** Vorzugsweise zweigt die Bypassleitung an einem bezüglich der Förderrichtung vorderen Ende eines Zuführabschnitts der Heizgasleitung aus dem Zuführabschnitt der Heizgasleitung ab.

**[0090]** Die Bypassleitung mündet vorzugsweise an einem stromabwärtigen Ende der Hauptabführleitung und/oder an einem bezüglich der Förderrichtung vorderen Ende derselben in den Abführabschnitt der Heizgasleitung.

**[0091]** Ein Volumenstrom des über die Bypassleitung an den Umluftführungen vorbeigeführten Heizgasstroms ist vorzugsweise mittels eines Bypass-Ventils steuerbar und/oder regelbar.

**[0092]** Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mittels eines Drucksensors ein Druck in der Hauptzuführleitung der Heizgasführung ermittelbar ist. Insbesondere kann hieraus ein Heizgasbedarf bestimmt werden.

**[0093]** Abhängig von einem ermittelten Druck in der Hauptzuführleitung ist vorzugsweise mittels einer Steuervorrichtung eine Förderleistung, insbesondere eine Ventilator Drehzahl, eines Gebläses zum Antreiben des Heizgasstroms steuerbar und/oder regelbar, insbesondere derart, dass der Druck in der Hauptzuführleitung stets innerhalb eines vorgegebenen Druckbereichs liegt. Hierdurch kann vorzugsweise eine zuverlässige Wärmezuführung zu den Umluftführungen gewährleistet werden, ohne ein Überangebot bereitzustellen und über eine Bypassleitung an den Umluftführungen vorbeiführen zu müssen.

**[0094]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass mittels einer Sensorvorrichtung und/oder durch geeignete Rückkopplung die jeweiligen Stellungen der Einlassventile und/oder der Auslassventile ermittelbar und bei der Steuerung und/oder Regelung der Förderleistung, insbesondere der Ventilator Drehzahl, des Gebläses zum Antreiben des Heizgasstroms berücksichtigbar sind.

**[0095]** Ferner kann alternativ oder ergänzend hierzu vorgesehen sein, dass mittels einer Sensorvorrichtung die jeweiligen Temperaturen der Gasströme in den Umluftführungen, insbesondere unmittelbar stromabwärts der Einlassventile, in oder an den Einlassventilen

und/oder in oder an den Auslassventilen ermittelbar und bei der Steuerung und/oder Regelung der Förderleistung, insbesondere der Ventilator Drehzahl, des Gebläses zum Antreiben des Heizgasstroms berücksichtigbar sind.

**[0096]** Durch die Steuerung und/oder Regelung der Förderleistung, insbesondere der Ventilator Drehzahl, des Gebläses zum Antreiben des Heizgasstroms ist vorzugsweise ein besonders effizienter und/oder energiesparender Betrieb der Behandlungsanlage möglich. Zudem kann vorzugsweise auch ohne Bypassleitung eine Überversorgung oder Unterversorgung der Umluftführungen mit Heizgas vermieden werden.

**[0097]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Behandeln von Werkstücken.

**[0098]** Der Erfindung liegt diesbezüglich die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mittels welchem Werkstücke einfach und energieeffizient behandelbar sind.

**[0099]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 9 gelöst.

**[0100]** Das erfindungsgemäße Verfahren weist vorzugsweise einzelne oder mehrere der im Zusammenhang mit der Behandlungsanlage beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.

**[0101]** Ferner weist die Behandlungsanlage vorzugsweise einzelne oder mehrere Merkmale und/oder Vorteile auf, welche im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben sind.

**[0102]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass zum Erhitzen der mehreren in den separaten Kreisläufen geführten Gasströme ein Teilstrom eines jeden dieser Gasströme aus dem jeweiligen Gasstrom abgeführt und durch einen Teilstrom des Heizgasstroms ersetzt wird.

**[0103]** Unter einem "Ventil" ist in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen insbesondere jegliche Art von Verschlusselement oder Öffnungselement zum Beeinflussen einer Durchflussmenge in einer Leitung zu verstehen. Insbesondere kann ein Ventil eine Klappe sein.

**[0104]** Günstig kann es sein, wenn die Umluftmodule jeweils eine Umluftführung umfassen oder bilden. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass ein Umluftmodul lediglich ein Teil einer Umluftführung ist, nämlich derjenige Teil, welcher zum Antreiben des in der Umluftführung geführten Gasstroms dient. Der weitere Teil ist dann insbesondere der zugehörige Behandlungsraumabschnitt.

**[0105]** Vorzugsweise umfasst jedes Umluftmodul mindestens ein Gebläse und einen unmittelbar stromaufwärts des Gebläses angeordneten Ansaugraum.

**[0106]** In den Ansaugraum mündet vorzugsweise ein Zuführkanal, über welchen Heizgas aus einer Heizgasleitung der Heizgasführung, insbesondere einer Hauptzuführleitung, zu dem Umluftmodul zuführbar ist. Auf diese Weise ist das Heizgas mittels des mindestens einen Gebläses des Umluftmoduls vorzugsweise aus der Heiz-

gasleitung ansaugbar.

**[0107]** Eine Hauptzuführleitung zur Verteilung des Heizgases auf die Umluftmodule erstreckt sich vorzugsweise parallel zu einer Förderrichtung einer Fördervorrichtung der Behandlungsanlage und/oder über zumindest näherungsweise eine gesamte Länge des Behandlungsraums.

**[0108]** Die Hauptzuführleitung ist vorzugsweise außerhalb eines Gehäuses angeordnet, dessen Innenraum den Behandlungsraum bildet.

**[0109]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Heizanlage eine Hauptabführleitung umfasst, welche sich parallel zur Förderrichtung einer Fördervorrichtung der Behandlungsanlage und/oder über zumindest näherungsweise eine gesamte Länge des Behandlungsraums erstreckt.

**[0110]** Die Hauptabführleitung dient vorzugsweise der Abführung von aus den Umluftmodulen und/oder Behandlungsraumabschnitten abgeführten Gasströmen.

**[0111]** Die Hauptabführleitung ist vorzugsweise innerhalb eines den Behandlungsraum umgebenden Gehäuses angeordnet, insbesondere durch Abteilung oder Abtrennung eines Teils des Innenraums des Gehäuses.

**[0112]** Vorzugsweise ist mindestens ein Auslassventil eines jeden Umluftmoduls oder eines jeden Behandlungsraumabschnitts zum Abführen eines Gasstroms aus dem im Umluftmodul und/oder dem Behandlungsraumabschnitt geführten Gasstrom in einer Trennwand angeordnet, welche einen Innenraum des Gehäuses in den Behandlungsraum und die Hauptabführleitung unterteilt.

**[0113]** Vorzugsweise ist bei einer Ausgestaltung der Behandlungsanlage eine Querförderung der Werkstücke, insbesondere der Fahrzeugkarosserien, vorgesehen. Hierbei ist eine Fahrzeuglängsachse der Fahrzeugkarosserien vorzugsweise horizontal und senkrecht zur Förderrichtung der Fördervorrichtung ausgerichtet.

**[0114]** Günstig kann es sein, wenn eine Hauptströmungsrichtung des durch einen Behandlungsraumabschnitt geführten Gasstroms zumindest näherungsweise parallel zu einer Fahrzeuglängsachse der hindurchgeführten Fahrzeugkarosserie ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Hauptströmungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Fahrzeuglängsachse derart ausgerichtet ist, dass die Fahrzeugkarosserie von vorne nach hinten mit dem Gasstrom umströmt wird. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Hauptströmungsrichtung so ausgerichtet ist, dass die Fahrzeugkarosserie von hinten nach vorne mit dem Gasstrom umströmt wird.

**[0115]** Es kann ferner auch vorgesehen sein, dass bei der Behandlungsanlage eine Längsförderung vorgesehen ist, bei welcher die Fahrzeuglängsachse parallel zur Förderrichtung der Fördervorrichtung ausgerichtet ist.

**[0116]** Günstig kann es sein, wenn die Behandlungsanlage eine Hauptbehandlungsanlage und eine Vorbehandlungsanlage umfasst.

**[0117]** Vorzugsweise umfassen die Hauptbehand-

lungsanlage und die Vorbehandlungsanlage jeweils eine separate Heizgasführung.

**[0118]** Vorzugsweise umfasst eine Behandlungsanlage, welche sowohl eine Hauptbehandlungsanlage als auch eine Vorbehandlungsanlage umfasst, zwei voneinander unabhängige, in sich geschlossene Heizgasführungen, welche insbesondere mit einer gemeinsamen Heizvorrichtung thermisch gekoppelt sind.

**[0119]** Die Hauptbehandlungsanlage umfasst vorzugsweise einen Wärmeübertrager zur thermischen Kopplung der Hauptbehandlungsanlage mit einer Abgasableitung der Heizvorrichtung.

**[0120]** Ferner umfasst vorzugsweise die Vorbehandlungsanlage einen Wärmeübertrager zur thermischen Kopplung der Vorbehandlungsanlage mit der Abgasableitung der Heizvorrichtung.

**[0121]** Günstig kann es sein, wenn die Frischgaszuführung zur Zuführung von Frischgas zu einem Behandlungsraum der Hauptbehandlungsanlage und/oder zu einem Behandlungsraum der Vorbehandlungsanlage einen Wärmeübertrager umfasst, mittels welchem die Frischgaszuführung thermisch mit der Abgasableitung der Heizvorrichtung gekoppelt ist.

**[0122]** Der eine oder die mehreren Wärmeübertrager sind vorzugsweise an oder in der Abgasableitung angeordnet.

**[0123]** Der Wärmeübertrager der Frischgaszuführung ist vorzugsweise bezüglich einer Strömungsrichtung des Abgases in der Abgasableitung stromabwärts oder stromaufwärts eines Wärmeübertragers der Hauptbehandlungsanlage und/oder stromaufwärts oder stromabwärts eines Wärmeübertragers der Vorbehandlungsanlage angeordnet.

**[0124]** Vorzugsweise ist ein Wärmeübertrager der Hauptbehandlungsanlage bezüglich einer Strömungsrichtung des Abgases in der Abgasableitung stromaufwärts oder stromabwärts eines Wärmeübertragers der Vorbehandlungsanlage angeordnet.

**[0125]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Wärmeübertrager derart mit der Abgasableitung der Heizvorrichtung gekoppelt sind, dass das aus der Heizvorrichtung abgeführte Abgas zunächst dem Wärmeübertrager der Hauptbehandlungsanlage, anschließend dem Wärmeübertrager der Vorbehandlungsanlage und daran anschließend dem Wärmeübertrager der Frischgaszuführung zugeführt wird oder zuführbar ist.

**[0126]** Ein Abgas aus der Vorbehandlungsanlage und ein Abgas aus der Hauptbehandlungsanlage sind vorzugsweise zusammenführbar und als gemeinsamer Abgasstrom der Heizvorrichtung zuführbar.

**[0127]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein Wärmeübertrager der Heizvorrichtung mehrstufig ausgebildet ist. Insbesondere ist ein dem Wärmeübertrager zuzuführendes Medium vorzugsweise nacheinander mehreren Wärmeübertragungsstufen zuführbar.

**[0128]** Die Wärmeübertragungsstufen vorzugsweise derart angeordnet und/oder derart fluidwirksam miteinander

verbunden, dass ein dem Wärmeübertrager zuzuführendes Medium die Wärmeübertragungsstufen nacheinander durchströmt.

**[0129]** Mehrere Wärmeübertragungsstufen des Wärmeübertragers sind vorzugsweise bezüglich einer Strömungsrichtung eines oder mehrerer Medien, welche dem Wärmeübertrager zuzuführen sind, und/oder räumlich aufeinanderfolgend, insbesondere in einer Reihe aufeinanderfolgend, angeordnet.

**[0130]** Es kann vorgesehen sein, dass mehrere Wärmeübertragungsstufen des Wärmeübertragers in einer Richtung räumlich aufeinanderfolgend angeordnet und mit einem Medium, insbesondere einem ersten Medium, in dieser Richtung nacheinander durchströmbar sind.

**[0131]** Ferner sind die Wärmeübertragungsstufen vorzugsweise derart fluidwirksam miteinander verbunden, dass ein dem Wärmeübertrager zuzuführendes zweites Medium die Wärmeübertragungsstufen in einer Durchströmungsreihenfolge durchströmt, welche sich von einer Durchströmungsreihenfolge des ersten Mediums und/oder von einer der Durchströmungsreihenfolge des ersten Mediums entgegengesetzten Durchströmungsreihenfolge unterscheidet.

**[0132]** Vorteilhaft kann es sein, wenn mehrere Wärmeübertrager gemeinsam eine Wärmeübertragervorrichtung bilden. Die Wärmeübertrager sind dann insbesondere räumlich voneinander getrennte und/oder räumlich aneinander angrenzende Wärmeübertragungsabschnitte der Wärmeübertragervorrichtung.

**[0133]** Jeder Wärmeübertrager und/oder jeder Wärmeübertragungsabschnitt umfasst vorzugsweise jeweils mehrere Wärmeübertragungsstufen.

**[0134]** Die Wärmeübertragungsabschnitte, insbesondere sämtliche Wärmeübertragungsstufen sämtlicher Wärmeübertragungsabschnitte, sind vorzugsweise räumlich in einer Reihe aufeinanderfolgend angeordnet und/oder seriell nacheinander mit einem Medium durchströmbar.

**[0135]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Wärmeübertragungsstufen sämtlicher Wärmeübertragungsabschnitte nacheinander mit einem eine Wärmequelle bildenden Heißgas durchströmbar sind. Das Heißgas ist insbesondere Abgas einer Heizvorrichtung, insbesondere einer thermischen Abgasreinigungsvorrichtung und/oder einer oder mehrerer Gasturbinenvorrichtungen.

**[0136]** Vorzugsweise sind mehrere eine Wärmesenke bildende Medien, insbesondere Kaltgase, vorgesehen, welche durch Wärmeübertragung von dem Heißgas zu erhitzen sind.

**[0137]** Günstig kann es sein, wenn jedem Wärmeübertrager und/oder jedem Wärmeübertragungsabschnitt jeweils ein zu erheizendes Kaltgas zugeordnet ist. Jedes Kaltgas ist vorzugsweise ausschließlich mit jeweils einem separaten Wärmeübertrager und/oder Wärmeübertragungsabschnitt erheizbar.

**[0138]** Ein Kaltgas kann beispielsweise ein Heizgas, insbesondere Rohgas, Umluft, etc. sein.



**[0139]** Ferner kann ein Kaltgas, insbesondere ein weiteres Kaltgas, Frischluft sein.

**[0140]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Wärmeübertrager und/oder ein Wärmeübertragungsabschnitt derart mit dem Heißgas einerseits und einem Kaltgas, beispielsweise Frischluft, andererseits durchströmbar ist, dass das Heißgas und das Kaltgas den Wärmeübertragungsabschnitt im Gegenstrom durchströmen, insbesondere bezogen auf einer Durchströmungsreihenfolge mehrerer Wärmeübertragungsstufen.

**[0141]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass ein Wärmeübertrager und/oder ein Wärmeübertragungsabschnitt derart mit dem Heißgas einerseits und einem Kaltgas andererseits durchströmbar ist, dass das Kaltgas in Bezug auf die jeweils vorangehende Wärmeübertragungsstufe alternierend eine oder mehrere heißere und eine oder mehrere kältere Wärmeübertragungsstufen durchströmt. Die heißeren und kälteren Wärmeübertragungsstufen ergeben sich dabei durch unterschiedliche Positionen der Wärmeübertragungsstufen längs eines Strömungswegs des Heißgases.

**[0142]** Ein Wärmeübertrager und/oder eine Wärmeübertragervorrichtung umfasst vorzugsweise einen oder mehrere Rohrbündelwärmeübertrager, insbesondere Kombinations-Rohrbündelwärmeübertrager, oder ist hieraus gebildet.

**[0143]** Der Wärmeübertrager und/oder die Wärmeübertragervorrichtung umfasst vorzugsweise mehrere parallel zueinander verlaufende hohlzylinderförmige Rohre zur Durchführung von Heißgas. Die Rohre sind insbesondere von Kaltgas umströmbar, um Wärme von dem Heißgas auf das Kaltgas zu übertragen.

**[0144]** Günstig kann es sein, wenn ein die hohlzylindrischen Rohre umgebender Raum mittels mehrerer Trennelemente aufgeteilt ist in mehrere voneinander abgetrennte Wärmeübertragungsbereiche. Hierdurch kann Kaltgas gezielt an unterschiedlichen Positionen längs einer Längserstreckungsrichtung der Rohre mit den Rohren in Kontakt gebracht werden, insbesondere um eine Wärmeübertragung mit unterschiedlichen Ausgangstemperaturen (Temperatur des Heißgases und/oder des Rohres im jeweiligen Wärmeübertragungsbereich) zu ermöglichen. Hierdurch kann vorzugsweise ein Überhitzen des Kaltgases vermieden werden, um letztlich unerwünschte Prozesse im Kaltgas, insbesondere Crackprozesse oder sonstige chemische und/oder thermisch bedingte Umwandlungen, zu vermeiden.

**[0145]** Die Trennelemente sind insbesondere Trennplatten, welche Öffnungen zur Durchführung und/oder Aufnahme der hohlzylindrischen Rohre aufweisen. Die Öffnungen sind vorzugsweise komplementär zu den hohlzylindrischen Rohren ausgebildet, insbesondere derart, dass die Trennplatten möglichst passgenau auf die hohlzylindrischen Rohre aufschiebbar sind.

**[0146]** Die Wärmeübertragungsbereiche definieren und/oder sind insbesondere die Wärmeübertragungs-

stufen.

**[0147]** Vorzugsweise erstrecken sich die hohlzylindrischen Rohre des Rohrbündelwärmeübertragers über mehrere, insbesondere sämtliche, Wärmeübertragungsabschnitte für voneinander verschiedene Kaltgase hinweg.

**[0148]** Günstig kann es sein, wenn sich die hohlzylindrischen Rohre des Rohrbündelwärmeübertragers über mehrere, insbesondere sämtliche, Wärmeübertragungsstufen mehrerer, insbesondere sämtlicher, Wärmeübertragungsabschnitte, hinweg erstrecken.

**[0149]** Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Heißgas ausschließlich mittels vollständig durchgehender Rohre durch sämtliche Wärmeübertragungsstufen sämtlicher Wärmeübertragungsabschnitte hindurchführbar ist.

**[0150]** Die Wärmeübertragungsbereiche sind insbesondere mittels einer Verbindungsgasführung fluidwirksam miteinander verbunden, vorzugsweise derart, dass das Kaltgas nacheinander durch mehrere Wärmeübertragungsbereiche hindurchführbar ist.

**[0151]** Die Trennelemente verhindern oder minimieren vorzugsweise einen Übertritt von Gas zwischen einzelnen Wärmeübertragungsbereichen längs der Längserstreckungsrichtung der Rohre.

**[0152]** Günstig kann es sein, wenn mittels einer Drucksteuerung und/oder Druckregelung, beispielsweise unter Verwendung einer angepassten Steuervorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung von Ventilatoren und/oder Gebläsen, ein Druckgefälle zwischen benachbarten Wärmeübertragungsbereichen erzeugbar und/oder aufrechterhaltbar ist.

**[0153]** Das Druckgefälle zwischen benachbarten Wärmeübertragungsbereichen ist vorzugsweise derart erzeugbar und/oder aufrechterhaltbar, dass kälteres Kaltgas mit geringerem Kondensationsrisiko aus einem Wärmeübertragungsbereich durch ein Trennelement hindurch zu einem benachbarten Wärmeübertragungsbereich strömt, in welchem vergleichsweise heißeres Kaltgas mit höherem Kondensationsrisiko angeordnet ist. Die Kaltgase sind dabei insbesondere voneinander verschiedene Kaltgase.

**[0154]** Ein Kaltgas mit geringerem Kondensationsrisiko ist insbesondere Frischluft und/oder Luft aus einem Vortrockner.

**[0155]** Ein Kaltgas mit höherem Kondensationsrisiko ist insbesondere Luft aus einem Haupttrockner.

**[0156]** Unter dem Begriff "Kondensationsrisiko" ist in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen eine Neigung des Gases zu verstehen, beim Abkühlen aus der jeweils aktuell vorliegenden Temperatur teilweise zu kondensieren.

**[0157]** Insbesondere ist das Kondensationsrisiko die Gefahr, dass bei Kontakt und/oder Durchmischung des Kaltgases mit Gas aus einem benachbarten Wärmeübertragungsbereich gasförmige Lösemittel aus dem Kaltgas auskondensieren.

**[0158]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann

vorgesehen sein, dass zwei Wärmeübertragungsbereiche mittels zweier Trennelemente voneinander getrennt sind, wobei zwischen den zwei Trennelementen ein Spaltbereich gebildet ist, welchem vorzugsweise Sperrluft, insbesondere Frischluft, zuführbar ist. Hierdurch kann insbesondere eine Vermischung und/oder ein Übertritt von Gas zwischen den zwei Wärmeübertragungsbereichen verhindert und/oder minimiert werden.

**[0159]** Ergänzend zur Erwärmung von Heizgas mittels eines oder mehrerer Wärmeübertrager kann eine direkte Beheizung vorgesehen sein.

**[0160]** Dabei kann beispielsweise vorgesehen sein, dass mittels eines Gasbrenners und/oder einer Gasturbine, insbesondere einer Mikrogasturbine, heißes Abgas erzeugt wird, welches als Heizgasstrom oder als Bestandteil des Heizgasstroms der Heizgasführung zugeführt wird. Ergänzend kann dann insbesondere eine Abgasreinigung stromaufwärts des Behandlungsraums vorgesehen sein, beispielsweise um einen Schadstoffeintrag (insbesondere NO<sub>x</sub> und CO) oder eine sonstige unerwünschte Beaufschlagung des Behandlungsraums mit Bestandteilen des zunächst erzeugten Abgases zu minimieren.

**[0161]** Günstig kann es sein, wenn für ein oder mehrere Umluftmodule und/oder Umluftführungen eine direkte Beheizung vorgesehen ist. Insbesondere kann dies für einen Vortrockner, welcher sich beispielsweise an eine kathodische Tauchlackieranlage anschließt, vorteilhaft sein. Hierdurch kann unter Umständen eine optimierte Lackvernetzung erhalten werden.

**[0162]** Für eine solche direkte Beheizung kann beispielsweise Abgas aus einer Mikrogasturbine verwendet werden.

**[0163]** Vorteilhaft kann es sein, wenn dem Heizgasstrom folgende Gasströme zugeführt werden oder wenn der Heizgasstrom durch folgende Gasströme gebildet wird:

- a) Abgas einer Brennvorrichtung, beispielsweise einer oder mehrerer Mikrogasturbinen oder eines Gasbrenners, mittels welcher insbesondere eine Grundlast abgedeckt wird;
- b) Abgas eines Zusatzbrenners, insbesondere eines modulierenden und/oder modulierbaren Gebläsebrenners, beispielsweise eines sogenannten LowNO<sub>x</sub>-Brenners, mittels welchem Lastwechsel und/oder Lastspitzen kompensiert werden;
- c) Spülgas, insbesondere Spülluft, welche insbesondere aus Gründen der Sicherheit und Kühlung durch ein Gehäuse der Brennvorrichtung, insbesondere der einen oder der mehreren Mikrogasturbinen, hindurchgeführt wird. Dies Spülgas weist insbesondere eine Temperatur zwischen ungefähr 40 °C und ungefähr 80 °C auf.

**[0164]** Ein solcher Heizgasstrom kann insbesondere zum Heizen eines Vortrockners genutzt werden.

**[0165]** Alternativ oder ergänzend kann für ein oder

mehrere Umluftmodule und/oder Umluftführungen eine indirekte Beheizung vorgesehen sein. Insbesondere kann dies für einen Haupttrockner, welcher sich beispielsweise an eine kathodische Tauchlackieranlage anschließt, vorteilhaft sein.

**[0166]** Für eine solche indirekte Beheizung kann beispielsweise ein Wärmeübertrager verwendet werden.

**[0167]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Heizgasführung ein Abluftgebläse umfasst, welches insbesondere überschüssiges Heizgas, welches in den Umluftmodulen und/oder Umluftführungen nicht benötigt wurde und/oder daran vorbeigeführt wurde, an eine Umgebung der Behandlungsanlage, insbesondere in die Atmosphäre, abgibt.

**[0168]** Ferner kann das Abluftgebläse vorzugsweise einen gewünschten Abluftvolumenstrom und/oder Abluftmassenstrom aus dem Vortrockner gewährleisten, damit ein Volumenstrom des beispielsweise bei direkter Beheizung zugeführten Heizgasstroms einerseits und ein Volumenstrom und/oder Massenstrom der abgeführten Abluft ausgeglichen sind. Hierfür können beispielsweise zwei oder mehr Volumenstromsonden, insbesondere Normvolumenstromsonden, verwendet werden, wobei eine Volumenstromsonde einen Volumenstrom und/oder Massenstrom eines insgesamt zugeführten Heizgasstroms erfasst und/oder wobei eine Volumenstromsonde die Summe des Volumenstroms und/oder Massenstroms des überschüssigen Heizgasstroms und des Volumenstroms und/oder Massenstroms der aus dem Behandlungsraum abgeführten Abluft erfasst und/oder ermittelt. Das Abluftgebläse wird vorzugsweise derart geregelt, dass der zugeführte Volumenstrom und/oder Massenstrom dem abgeführten Volumenstrom und/oder Massenstrom entspricht.

**[0169]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass alternativ oder ergänzend zu einem Gebläse eines jeweiligen Umluftmoduls und/oder einer jeweiligen Umluftführung eine Injektorvorrichtung vorgesehen ist.

**[0170]** Günstig kann es sein, wenn ein oder mehrere Umluftmodule und/oder eine oder mehrere Umluftführungen jeweils eine oder mehrere Injektorvorrichtungen umfassen.

**[0171]** Eine Injektorvorrichtung umfasst vorzugsweise eine Injektordüse, mittels welcher ein Gasstrom in den Behandlungsraum einleitbar ist. Die Injektordüse ermöglicht dabei insbesondere die Zuführung des Gasstroms zu dem Behandlungsraum gemäß dem Injektorprinzip.

**[0172]** Der Gasstrom ist vorzugsweise Luft, insbesondere überhitzte Luft. Beispielsweise ist der Gasstrom der Heizgasstrom.

**[0173]** Vorzugsweise ist der Gasstrom mittels der Injektordüse mit einer Strömungsgeschwindigkeit von mindestens ungefähr 10 m/s, vorzugsweise mindestens ungefähr 15 m/s, beispielsweise ungefähr 20 m/s, in den Behandlungsraum einleitbar.

**[0174]** Vorzugsweise ist der Gasstrom mittels der Injektordüse mit einer Strömungsgeschwindigkeit von

höchstens ungefähr 40 m/s, vorzugsweise höchstens ungefähr 30 m/s, beispielsweise ungefähr 25 m/s, in den Behandlungsraum einleitbar.

**[0175]** Ferner kann vorgesehen sein, dass der Gasstrom mittels der Injektordüse als Strahl mit einem Strahldurchmesser von höchstens ungefähr 200 mm, vorzugsweise höchstens ungefähr 150 mm, beispielsweise ungefähr 100 mm, in den Behandlungsraum einleitbar ist.

**[0176]** Ferner kann vorgesehen sein, dass der Gasstrom mittels der Injektordüse als Strahl mit einem Strahldurchmesser von mindestens ungefähr 10 mm, vorzugsweise mindestens ungefähr 50 mm, beispielsweise ungefähr 80 mm, in den Behandlungsraum einleitbar ist.

**[0177]** Vorzugsweise ist der Gasstrom mittels der Injektordüse mit einer Temperatur von mindestens ungefähr 150 °C, vorzugsweise mindestens ungefähr 200 °C, beispielsweise mindestens ungefähr 250 °C, in den Behandlungsraum einleitbar.

**[0178]** Ferner kann vorgesehen sein, dass der Gasstrom mittels der Injektordüse mit einer Temperatur von höchstens ungefähr 500 °C, vorzugsweise höchstens ungefähr 450 °C, beispielsweise höchstens ungefähr 400 °C, in den Behandlungsraum einleitbar ist.

**[0179]** Ein mittels einer Injektordüse dem Behandlungsraum zugeführter Gasstrom ist insbesondere auf die Werkstücke und/oder in einen Innenraum der zu behandelnden Werkstücke gerichtet oder richtbar.

**[0180]** Weitere bevorzugte Merkmale und/oder Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

**[0181]** In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine in sich geschlossene Heizgasführung und eine hiervon unabhängige Frischgaszuführung vorgesehen sind;
- Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine optimierte Strömungsführung der Heizgasführung vorgesehen ist;
- Fig. 3 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher die Frischgaszuführung in die Heizgasführung mündet;
- Fig. 4 eine schematische perspektivische Darstellung eines Umluftmoduls einer Behandlungsanlage samt eines Behandlungsraumabschnitts eines Behandlungsraums der Behandlungsanlage;
- Fig. 5 eine schematische Seitenansicht des Be-

handlungsraumabschnitts aus Fig. 4;

- Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts des Umluftmoduls aus Fig. 4;
- Fig. 7 einen schematischen horizontalen Schnitt durch einen Unterbodenaufbau des Umluftmoduls und des Behandlungsraumabschnitts aus Fig. 4;
- Fig. 8 einen schematischen vertikalen Schnitt durch das Umluftmodul und den Behandlungsraumabschnitt aus Fig. 4 längs der Linie 8-8 in Fig. 7;
- Fig. 9 einen schematischen vertikalen Schnitt durch das Umluftmodul und den Behandlungsraumabschnitt aus Fig. 4 längs der Linie 9-9 in Fig. 7;
- Fig. 10 einen schematischen vertikalen Schnitt durch das Umluftmodul und den Behandlungsraumabschnitt aus Fig. 4 längs der Linie 10-10 in Fig. 7;
- Fig. 11 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine Vorbehandlungsanlage vorgesehen ist;
- Fig. 12 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine zusätzliche oder alternative Bypassleitung vorgesehen ist;
- Fig. 13 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine zusätzliche oder alternative Bypassleitung vorgesehen ist;
- Fig. 14 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer siebten Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine alternative Frischluftzufuhr vorgesehen ist;
- Fig. 15 eine der Fig. 9 entsprechende schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Behandlungsanlage, bei welcher eine unter den zu behandelnden Werkstücken und innerhalb des Behandlungsraums geführte Hauptzuführleitung vorgesehen ist;
- Fig. 16 eine erste Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung, bei welcher ein zu erheizendes Kaltgas variierend heißeren und kälteren Wärmeübertragungsstufen zuführbar

ist;

Fig. 17 eine der Fig. 16 entsprechende schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung, bei welcher zwei Wärmeübertragungsabschnitte vorgesehen sind, wobei jedem Wärmeübertragungsabschnitt ein separates Kaltgas zuzuführbar ist;

Fig. 18 eine der Fig. 16 entsprechende schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung, bei welcher drei Wärmeübertragungsabschnitte vorgesehen sind, wobei ein mittlerer Wärmeübertragungsabschnitt von einem ersten Kaltgas durchströmbar ist und wobei ein erster und ein letzter Wärmeübertragungsabschnitt von ein und demselben weiteren Kaltgas durchströmbar sind;

Fig. 19 eine der Fig. 16 entsprechende schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung, bei welcher drei Wärmeübertragungsabschnitte für drei verschiedene Kaltgase vorgesehen sind;

Fig. 20 eine der Fig. 16 entsprechende schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung, bei welcher zwei Wärmeübertragungsabschnitte mittels zweier Trennelemente voneinander getrennt sind, wobei ein Zwischenraum zwischen den beiden Trennelementen mit Sperrluft gespült wird; und

Fig. 21 eine schematische perspektivische Darstellung einer sechsten Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung, welche eine Vielzahl von Wärmeübertragerrohren und mehrere Trennplatten zur Abtrennung unterschiedlicher Wärmeübertragungsabschnitte der Wärmeübertragervorrichtung umfasst.

**[0182]** Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in sämtlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0183]** Eine in Fig. 1 schematisch dargestellte erste Ausführungsform einer als Ganzes mit 100 bezeichneten Behandlungsanlage dient der Behandlung von Werkstücken 102.

**[0184]** Die Behandlungsanlage 100 ist beispielsweise eine Trocknungsanlage 104 zum Trocknen von Werkstücken 102.

**[0185]** Die Werkstücke 102 sind beispielsweise Fahrzeugkarosserien 106.

**[0186]** Die Behandlungsanlage 100 dient vorzugsweise der Trocknung von zuvor lackierten oder anderweitig

behandelten Fahrzeugkarosserien 106.

**[0187]** Die Werkstücke 102 sind mittels einer Fördervorrichtung 108 der Behandlungsanlage 100 längs einer Förderrichtung 110 durch einen Behandlungsraum 112 der Behandlungsanlage 100 hindurchförderbar.

**[0188]** Der Behandlungsraum 112 umfasst mehrere, beispielsweise mindestens vier, insbesondere mindestens sechs, vorzugsweise genau sieben, Behandlungsraumabschnitte 114 oder ist durch diese Behandlungsraumabschnitte 114 gebildet.

**[0189]** Jedem Behandlungsraumabschnitt 114 ist vorzugsweise ein separates Umluftmodul 116 zugeordnet.

**[0190]** Mittels eines jeden Umluftmoduls 116 ist vorzugsweise ein Gasstrom in einem Kreislauf, insbesondere einer Umluftführung 118, führbar und durch den jeweiligen Behandlungsraumabschnitt 114 hindurchführbar. Vorzugsweise bilden jeweils ein Umluftmodul 116 und jeweils ein Behandlungsraumabschnitt 114 eine Umluftführung 118.

**[0191]** Vorzugsweise umfasst jedes Umluftmodul 116 ein oder mehrere Gebläse 120 zum Antreiben des im Kreislauf geführten Gasstroms.

**[0192]** Jedes Umluftmodul 116 und/oder jeder Behandlungsraumabschnitt 114 umfasst ferner vorzugsweise ein Einlassventil 122 und ein Auslassventil 124.

**[0193]** Mittels des Einlassventils 122 kann vorzugsweise ein als Zuluftstrom dienender Gasstrom zu dem in der Umluftführung 118 geführten Gasstrom hinzugeführt werden.

**[0194]** Mittels des Auslassventils 124 kann vorzugsweise ein Teil des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms abgeführt werden.

**[0195]** Mittels des Einlassventils 122 und des Auslassventils 124 kann somit ein Austausch des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms durchgeführt werden. Dieser Austausch des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms dient insbesondere dazu, bestimmte Parameter des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms zu steuern und/oder zu regeln. Insbesondere kann vorzugsweise eine Temperatur des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms hierdurch gesteuert und/oder geregelt werden.

**[0196]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der in der Umluftführung 118 geführte Gasstrom durch Zuführung von Heizgas erheizbar ist. Dieser Wärmeeintrag dient dann wiederum dazu, das zu behandelnde Werkstück 102 zu erwärmen, insbesondere ein als Fahrzeugkarosserie 106 ausgebildetes Werkstück 102 zu trocknen.

**[0197]** Das einer jeden Umluftführung 118 zuzuführende Gas ist vorzugsweise ein Heizgas, welches mittels einer Heizanlage 126 der Behandlungsanlage 100 bereitstellbar ist.

**[0198]** Die Heizanlage 126 umfasst vorzugsweise eine Heizvorrichtung 128, welche beispielsweise als thermische Abgasreinigungsvorrichtung 130 ausgebildet ist.

**[0199]** Mittels der Heizvorrichtung 128 ist vorzugsweise ein heißes Abgas erzeugbar, welches über eine Ab-

gasableitung 132 von der Heizvorrichtung 128 abführbar ist.

**[0200]** Vorzugsweise umfasst die Heizanlage 126 ferner mindestens einen Wärmeübertrager 134, welcher thermisch mit der Abgasleitung 132 gekoppelt ist, um die Wärme des Abgases zum Erhitzen eines weiteren Mediums zu nutzen.

**[0201]** Dieses weitere Medium ist beispielsweise ein Heizgas, welches in einer geschlossenen Heizgasführung 136 geführt oder führbar ist.

**[0202]** Die Heizgasführung 136 ist insbesondere eine Umluftführung, in welcher zumindest ein Großteil des darin geführten Heizgases in einem Kreislauf geführt oder führbar ist.

**[0203]** Die Heizgasführung 136 umfasst vorzugsweise eine Heizgasleitung 138 sowie ein oder mehrere Gebläse 120 zum Antreiben des in der Heizgasleitung 138 geführten Heizgases.

**[0204]** Mittels eines Wärmeübertragers 134 der Heizanlage 126 ist vorzugsweise die Abgasableitung 132 der Heizvorrichtung 128 thermisch mit der Heizgasleitung 138 gekoppelt.

**[0205]** Die Heizgasleitung 138 umfasst vorzugsweise einen Zuführabschnitt 140, welcher den Wärmeübertrager 134 mit den Umluftmodulen 116 und/oder den Behandlungsraumabschnitten 114 verbindet.

**[0206]** Über den Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138 ist insbesondere erhitztes Heizgas zu den Umluftführungen 118 und somit zu den Behandlungsraumabschnitten 114 zuführbar.

**[0207]** Die erfindungsgemäße Heizgasleitung 138 umfasst ferner einen Abführabschnitt 142, über welchen aus den Umluftführungen 118 abgeführtes Gas abführbar und zum erneuten Erhitzen desselben dem Wärmeübertrager 134 zuführbar ist.

**[0208]** Der Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138 umfasst vorzugsweise mehrere Verzweigungen 144 oder Abzweigungen 146, um einen Heizgasgesamtstrom auf die einzelnen Umluftmodule 116 und/oder Behandlungsraumabschnitte 114 zu verteilen.

**[0209]** Der Abführabschnitt 142 umfasst vorzugsweise mehrere Zusammenführungen 148, um die einzelnen aus den Umluftführungen 118 abgeführten (Teil-)Gasströme zusammenführen und als gemeinsamen Gasstrom erneut dem Wärmeübertrager 134 zuführen zu können.

**[0210]** Die Heizgasführung 136 umfasst vorzugsweise ferner noch eine Bypassleitung 150, mittels welcher ein Teilgasstrom des über den Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138 den Umluftführungen 118 zugeführten Heizgasgesamtstroms an sämtlichen Umluftmodulen 116 und/oder Behandlungsraumabschnitten 114 vorbeiführbar und direkt dem Abführabschnitt 142 zuführbar ist.

**[0211]** Durch die Verwendung einer solchen Bypassleitung 150 kann vorzugsweise ein Überangebot an Heizgas vor den Umluftführungen 118 bereitgestellt werden, um auch bei schwankendem Heizgasbedarf in den Umluftführungen 118 stets eine ausreichende Menge von

Heizgas zur Verfügung zu haben.

**[0212]** Ein Volumenstrom des über die Bypassleitung 150 an den Umluftführungen 118 vorbeigeführten Heizgasstroms ist vorzugsweise mittels eines Bypass-Ventils 152 steuerbar und/oder regelbar.

**[0213]** Die Heizgasführung 136 umfasst vorzugsweise eine oder mehrere Steuervorrichtungen 154 zum Steuern und/oder Regeln der Gebläse 120 und/oder der Einlassventile 122 und/oder der Auslassventile 124 und/oder des Bypass-Ventils 152 der Bypassleitung 150.

**[0214]** Mittels der einen oder der mehreren Steuervorrichtungen 154 ist somit insbesondere eine Verteilung des Heizgasstroms auf die Umluftführungen 118 steuerbar und/oder regelbar.

**[0215]** Ferner ist mittels der einen oder der mehreren Steuervorrichtungen 154 ein Gesamtvolumenstrom und/oder eine Temperatur des Heizgasstroms steuerbar und/oder regelbar.

**[0216]** Die Heizgasführung 136 kann ferner noch eine Bypassleitung 150 im Bereich des Wärmeübertragers 134 umfassen. Mittels dieser Bypassleitung 150 sowie mittels eines dieser Bypassleitung 150 zugeordneten Bypass-Ventils 152 ist vorzugsweise steuerbar und/oder regelbar, welcher Teilvolumenstrom des Heizgasgesamtstroms zum Erhitzen desselben durch den Wärmeübertrager 134 hindurchgeführt oder an diesem vorbeigeführt wird. Insbesondere kann hierdurch eine konstante Temperatur des Heizgasstroms stromabwärts des Wärmeübertragers 134 und der Bypassleitung 150 und/oder stromaufwärts der Umluftführungen 118 gesteuert und/oder geregelt werden.

**[0217]** Bei einer Ausgestaltung der Behandlungsanlage 100 kann vorgesehen sein, dass die Heizgasleitung 138, insbesondere der Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138, eine Hauptzuführleitung 156 umfasst.

**[0218]** Diese Hauptzuführleitung 156 verläuft vorzugsweise außerhalb des Behandlungsraums 112 parallel zur Förderrichtung 110. Vorzugsweise erstreckt sich die Hauptzuführleitung 156 zumindest näherungsweise über eine gesamte Länge des Behandlungsraums 112, um sämtliche Umluftführungen 118 mit Heizgas versorgen zu können.

**[0219]** Die Heizgasleitung 138, insbesondere der Abführabschnitt 142 der Heizgasleitung 138, umfasst vorzugsweise eine Hauptabführleitung 158.

**[0220]** Die Hauptabführleitung 158 ist vorzugsweise außerhalb des Behandlungsraums 112 angeordnet oder in diesen integriert.

**[0221]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich die Hauptabführleitung 158 parallel zur Förderrichtung 110 und/oder zumindest näherungsweise über eine gesamte Länge des Behandlungsraums 112 erstreckt. Hierdurch können vorzugsweise sämtliche aus den Umluftführungen 118 abgeführten (Teil-)Gasströme abgeführt werden.

**[0222]** Die Bypassleitung 150 zur Umgehung sämtlicher Umluftführungen 118 ist vorzugsweise an einem bezüglich der Förderrichtung 110 der Fördervorrichtung

108 hinteren Ende der Hauptzuführleitung 156 und/oder der Hauptabführleitung 158 angeordnet.

**[0223]** Die Behandlungsanlage 100 umfasst ferner eine Frischgaszuführung 160 zur Zuführung von Frischgas zu dem Behandlungsraum 112.

**[0224]** Die Frischgaszuführung 160 umfasst vorzugsweise eine Frischgasleitung 162 und ein Gebläse 120 zum Antreiben eines Frischgasstroms in der Frischgasleitung 162.

**[0225]** Ferner umfasst die Frischgaszuführung 160 vorzugsweise einen Wärmeübertrager 134, mittels welchem die Frischgasleitung 162 und die Abgasableitung 132 der Heizvorrichtung 128 thermisch miteinander gekoppelt sind. Insbesondere ist hierdurch das über die Frischgaszuführung 160 zugeführte Frischgas vor dessen Zuführung zu dem Behandlungsraum 112 erheizbar.

**[0226]** Die Frischgasleitung 162 mündet vorzugsweise im Bereich eines Eintrittsabschnitts 164, in welchem die Werkstücke 102 in den Behandlungsraum 112 hineingeführt werden, und/oder im Bereich eines Austrittsabschnitts 166, in welchem die Werkstücke 102 aus dem Behandlungsraum 112 abgeführt werden, in den Behandlungsraum 112.

**[0227]** Insbesondere sind dabei im Bereich des Eintrittsabschnitts 164 eine Einlassschleuse 168 und/oder im Bereich des Austrittsabschnitts 166 eine Auslassschleuse 170 vorgesehen. Ferner können eine oder mehrere Zwischenschleusen vorgesehen sein.

**[0228]** Das über die Frischgaszuführung 160 zugeführte Frischgas dient insbesondere als Schleusengas, mit welchem vermeidbar ist, dass in den Umluftführungen 118 geführtes Gas durch den Eintrittsabschnitt 164 und/oder den Austrittsabschnitt 166 nach außen an eine Umgebung der Behandlungsanlage 100 abgegeben wird.

**[0229]** Der Volumenstrom des Frischgasstroms ist vorzugsweise so gewählt, dass sich ausgehend von dem Eintrittsabschnitt 164 und/oder dem Austrittsabschnitt 166 ein längs oder entgegen der Förderrichtung 110 und somit quer zu den in den Umluftführungen 118 geführten Gasströmen strömender Querstrom ergibt. Dies führt insbesondere dazu, dass eine Beladung des im Behandlungsraum 112 geführten Gasstroms mit Verunreinigungen und/oder sonstigen Stoffen, beispielsweise Lösemitteldämpfen, etc., zur Mitte des Behandlungsraums 112 hin erhöht.

**[0230]** Ein stromaufwärtiges Ende einer Abgasabführung 172 der Behandlungsanlage 100 ist daher vorzugsweise im Wesentlichen mittig bezüglich der Förderrichtung 110 am Behandlungsraum 112 vorgesehen.

**[0231]** Über die Abgasabführung 172 ist insbesondere ein Abgasstrom aus dem Behandlungsraum 112 abführbar und vorzugsweise direkt der Heizvorrichtung 128 zuführbar.

**[0232]** Insbesondere dann, wenn das aus dem Behandlungsraum 112 abgeführte Abgas lösemittelhaltig ist, kann mittels der Heizvorrichtung 128 eine Reinigung des Abgases unter Nutzung von im Abgas enthaltener

und/oder bei einer Verbrennung frei werdender Energie erfolgen.

**[0233]** Die vorstehend beschriebene Behandlungsanlage 100 funktioniert wie folgt:

5 Zum Erhitzen und/oder Trocknen der Werkstücke 102 werden diese mittels der Fördervorrichtung 108 durch die Einlassschleuse 168 in den Behandlungsraum 112 gefördert. In dem Behandlungsraum 112 durchlaufen die Werkstücke 102 nacheinander die Behandlungsraumabschnitte 114.

10 **[0234]** Einzelne, mehrere oder sämtliche Behandlungsraumabschnitte 114 werden mit einem in einem Kreislauf geführten Gasstrom durchströmt, welcher eine gegenüber der Temperatur des Werkstücks 102 erhöhte Temperatur aufweist, so dass sich das Werkstück 102 aufgrund des Umströmens und/oder Anströmens mit dem Gasstrom erheizt oder eine vorgegebene Temperatur beibehält.

15 **[0235]** Das zunächst relativ kalte Werkstück 102 nimmt dabei insbesondere in einem bezüglich der Förderrichtung 110 ersten Behandlungsraumabschnitt 114 die größte Wärmemenge auf, so dass das Umluftmodul 116 und/oder die Umluftführung 118 dieses ersten Behandlungsraumabschnitts 114 die größte Heizleistung erbringen muss. Die darauf folgenden Behandlungsraumabschnitte 114 erbringen vorzugsweise kontinuierlich geringere Heizleistungen.

20 **[0236]** Die jeweilige Heizleistung wird dadurch erbracht, dass Heizgas aus der Heizanlage 126 zu dem jeweiligen Umluftmodul 116 und/oder dem jeweiligen Behandlungsraumabschnitt 114 zugeführt wird.

25 **[0237]** Dieses Heizgas weist gegenüber dem in der Umluftführung 118 geführten Gasstrom eine erhöhte Temperatur auf, um letztlich den gesamten in der Umluftführung 118 geführten Gasstrom und somit auch das Werkstück 102 zu erhitzen.

30 **[0238]** Das Heizgas wird dadurch bereitgestellt, dass dieses mittels eines Wärmeübertragers 134 unter Verwendung von heißem Abgas der Heizvorrichtung 128 erhitzt wird.

35 **[0239]** Beispielsweise kann hierbei vorgesehen sein, dass das Heizgas auf eine Temperatur von mindestens ungefähr 200°C, vorzugsweise mindestens ungefähr 250°C, beispielsweise ungefähr 270°C, erhitzt wird.

40 **[0240]** Zum Ausgleich des einer jeden Umluftführung 118 zugeführten Heizgasvolumenstroms wird vorzugsweise ein entsprechender Teilgasvolumenstrom des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms aus der Umluftführung 118 abgeführt.

45 **[0241]** Diese abgeführten Gasströme aus sämtlichen Umluftführungen 118 werden zusammengeführt und zur erneuten Erwärmung und somit zur Bereitstellung von erhitztem Heizgas dem Wärmeübertrager 134 zugeführt.

50 **[0242]** Insbesondere dann, wenn die Werkstücke 102 beim Trocknen derselben gesundheitsrelevante Stoffe abgeben, muss eine allzu hohe Aufkonzentration derselben sowie eine unerwünschte Abgabe an die Umgebung vermieden werden. Hierzu wird dem Behandlungsraum

112 über die Frischgaszuführung 160 Frischgas zugeführt und es wird mit den gesundheitsrelevanten Stoffen beladenes Gas über die Abgasabführung 172 abgeführt.

**[0243]** Das abgeführte Abgas wird dann in der Heizvorrichtung 128 gereinigt, insbesondere durch Verbrennen der darin enthaltenen Stoffe.

**[0244]** Abgas aus der Heizvorrichtung 128 wird dann über die Abgasableitung 132 abgeführt. Die in diesem Abgas enthaltene Wärme wird genutzt, um das über die Frischgaszuführung 160 zugeführte Frischgas und/oder das in der Heizgasführung 136 geführte Heizgas zu erhitzen.

**[0245]** Eine in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Heizgasleitung 138 eine Hauptverzweigung 180 und/oder eine Hauptzusammenführung 182 umfasst.

**[0246]** Die Hauptverzweigung 180 dient vorzugsweise dazu, den erhitzten Heizgasgesamtstrom bereits bei der Zuführung zu der Hauptzuführleitung 156 einerseits auf eine bezüglich der Förderrichtung 110 erste Umluftführung 118 und andererseits auf sämtliche übrigen Umluftführungen 118 zu verteilen. Hierdurch kann insbesondere ein Strömungsquerschnitt der Hauptzuführleitung 156 minimiert werden, da nicht der gesamte Heizgasstrom für sämtliche Umluftführungen 118 beispielsweise längs der Förderrichtung 110 durch die Hauptzuführleitung 156 geführt werden muss. Vielmehr kann ein Heizgasteilvolumenstrom für die bezüglich der Förderrichtung 110 erste Umluftführung 118, welche im Vergleich mit den weiteren Umluftführungen 118 die größte Heizleistung erbringen muss, abgezweigt und entgegen der Förderrichtung 110 zu dieser Umluftführung 118 zugeführt werden.

**[0247]** Die Hauptzusammenführung 182 dient vorzugsweise der Zusammenführung eines aus der bezüglich der Förderrichtung 110 ersten Umluftführung 118 abgeführten Teilgasstroms mit den Teilgasströmen, welche aus sämtlichen anderen Umluftführungen 118 abgeführt wurden. Hierdurch kann vorzugsweise ein Leitungsquerschnitt der Hauptabführleitung 158 minimiert werden.

**[0248]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsform der Behandlungsanlage 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0249]** Eine in Fig. 3 dargestellte dritte Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Frischgaszuführung 160 direkt in die Heizgasführung 136 mündet.

**[0250]** Das dem Behandlungsraum 112 zuzuführende Frischgas ist bei der in Fig. 3 dargestellten dritten Ausführungsform der Behandlungsanlage 100 folglich über die Heizgasleitung 138, insbesondere den Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138, zu den Umluftführungen 118 und somit zu den jeweiligen Behandlungs-

raumabschnitten 114 zuführbar.

**[0251]** Die Einlassschleuse 168 und die Auslassschleuse 170 sind dabei vorzugsweise mit Umluft durchströmbar. Hierzu sind vorzugsweise separate Umluftmodule 116 oder die Umluftmodule 116 der jeweils benachbarten Behandlungsraumabschnitte 114 der Einlassschleuse 168 bzw. der Auslassschleuse 170 zugeordnet.

**[0252]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 3 dargestellte dritte Ausführungsform hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0253]** Bei sämtlichen beschriebenen Ausführungsformen kann zudem vorgesehen sein, dass im Eintrittsabschnitt 164 und/oder im Austrittsabschnitt 166 zusätzliche, insbesondere konditionierte oder unkonditionierte, Frischluft oder sonstiges Frischgas zugeführt wird, wodurch vorzugsweise ein unerwünschtes Ausströmen von Gas aus dem Behandlungsraum 112 vermieden wird.

**[0254]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass konditionierte oder unkonditionierte Frischluft oder sonstiges Frischgas zu dem Heizgasstrom zugeführt wird, insbesondere unmittelbar stromaufwärts eines Wärmeübertragers 134 zum Erhitzen des Heizgasstroms und/oder unmittelbar stromaufwärts eines Gebläses 120 zum Antreiben des Heizgasstroms in der Heizgasführung 136. Vorzugsweise kann hierdurch eine separate Frischgasführung 160 auf ein Minimum reduziert oder ganz vermieden werden. Insbesondere können vorzugsweise separate Kanäle, Leitungen und/oder Isolierungen zur Zuführung von Frischluft oder sonstigem Frischgas zu dem Eintrittsabschnitt 164 und/oder dem Austrittsabschnitt 166 eingespart werden.

**[0255]** Eine in den Fig. 4 bis 10 dargestellte Ausführungsform einer Umluftführung 118 ist ein Beispiel für eine Umluftführung 118 einer Behandlungsanlage 100 gemäß den Fig. 1, 2, 3 oder 11.

**[0256]** Das Umluftmodul 116 der Umluftführung 118 ist dabei einem Behandlungsraumabschnitt 114 der Umluftführung 118 zugeordnet, so dass dieser Behandlungsraumabschnitt 114 mit einem in einem Umluftkreislauf geführten Gasstrom durchströmbar ist.

**[0257]** Wie insbesondere den Fig. 4, 6 und 8 bis 10 zu entnehmen ist, ist das Umluftmodul 116 an eine Hauptzuführleitung 156 einer Behandlungsanlage 100 gekoppelt, um das Umluftmodul 116 und/oder die durch das Umluftmodul 116 und/oder den Behandlungsraumabschnitt 114 gebildete Umluftführung 118 mit Heizgas versorgen zu können.

**[0258]** Das Umluftmodul 116 umfasst ein oder mehrere Gebläse 120 zum Antreiben des Gasstroms in der Umluftführung 118.

**[0259]** Die Umluftführung 118 umfasst vorzugsweise das eine oder die mehreren Gebläse 120, eine Druckkammer 190, den Behandlungsraumabschnitt 114, eine Rückführleitung 192 und/oder einen Ansaugraum 194.

**[0260]** Die Druckkammer 190 ist insbesondere unmittelbar stromabwärts des einen oder der mehreren Ge-

bläse 120 angeordnet und dient vorzugsweise der Vergleichmäßigung eines dem Behandlungsraumabschnitt 114 zuzuführenden Gasstroms sowie der Verteilung des Gasstroms auf mehrere Zuführöffnungen 196 zur Zuführung des Gasstroms zu dem Behandlungsraumabschnitt 114.

**[0261]** Der über die Zuführöffnungen 196 in den Behandlungsraumabschnitt 114 eingeleitete Gasstrom ist vorzugsweise teilweise über eine oder mehrere Rückführöffnungen 198 aus dem Behandlungsraumabschnitt 114 abführbar und über die Rückführleitung 192 dem Ansaugraum 194 zuführbar.

**[0262]** Ein weiterer Teil des über die Zuführöffnungen 196 dem Behandlungsraumabschnitt 114 zugeführten Gasstroms ist vorzugsweise über Abführöffnungen 200 aus der Umluftführung 118 und aus dem Behandlungsraumabschnitt 114 abführbar sowie der Hauptabführleitung 158 zuführbar.

**[0263]** Die Zuführöffnungen 196, die Rückführöffnungen 198 und/oder die Abführöffnungen 200 sind vorzugsweise derart angeordnet, dass vorzugsweise zumindest ein Großteil des durch den Behandlungsraumabschnitt 114 geführten Gasstroms auf einer Seite des Werkstücks 102 zugeführt wird oder zuführbar ist und auf einer dieser Seite gegenüberliegenden weiteren Seite des Werkstücks 102 aus dem Behandlungsraumabschnitt 114 abführbar ist oder abgeführt wird. Hierdurch ergibt sich vorzugsweise eine optimierte Durchströmung des Behandlungsraumabschnitts 114 sowie eine optimierte Aufheizung des Werkstücks 102.

**[0264]** Wie insbesondere Fig. 5 zu entnehmen ist, kann es vorgesehen sein, dass zusätzlich zu den vorzugsweise in einer Seitenwandung des Behandlungsraumabschnitts 114 angeordneten Zuführöffnungen 196 weitere Zuführöffnungen 196 vorgesehen sind, welche in einem den Behandlungsraumabschnitt 114 nach unten begrenzenden Boden 202 angeordnet sind. Das Werkstück 102 ist mittels dieser zusätzlichen Zuführöffnungen 196 vorzugsweise von unten anströmbar. Wie insbesondere den Fig. 4, 7 und 8 zu entnehmen ist, erfolgt die Zuführung des Gasstroms zu den im Boden 202 angeordneten Zuführöffnungen 196 aus der Druckkammer 190 über einen oder mehrere unterhalb des Bodens 202 oder im Boden 202 verlaufende Bodenkanäle 204.

**[0265]** Beispielsweise sind zwei solcher Bodenkanäle 204 vorgesehen, um den Gasstrom den zusätzlichen Zuführöffnungen 196 zuzuführen.

**[0266]** Diese beiden Bodenkanäle 204 sind vorzugsweise zu beiden Seiten der Rückführleitung 192 angeordnet (siehe insbesondere Fig. 7).

**[0267]** Der Ansaugraum 194 ist vorzugsweise unmittelbar stromaufwärts des einen oder der mehreren Gebläse 120 angeordnet, so dass in dem Ansaugraum 194 befindliches Gas über das eine oder die mehreren Gebläse 120 angesaugt werden kann.

**[0268]** Die Rückführleitung 192 mündet in den Ansaugraum 194. Ferner kann vorgesehen sein, dass der Ansaugraum 194 durch ein stromabwärts angeordnetes

Ende der Rückführleitung 192 gebildet ist.

**[0269]** Über den Ansaugraum 194 erfolgt vorzugsweise die Zuführung von Heizgas aus der Hauptzuführleitung 156 in die Umluftführung 118.

**[0270]** Hierzu ist ein Zuführkanal 206 vorgesehen, welcher die Hauptzuführleitung 156 mit dem Ansaugraum 194 fluidwirksam verbindet.

**[0271]** In dem Zuführkanal 206 oder an einem oder beiden Enden desselben ist vorzugsweise ein Ventil, insbesondere das Einlassventil 122, angeordnet (in den Fig. 4 bis 10 nicht dargestellt). Mittels des Ventils ist vorzugsweise die Menge (der Volumenstrom) des der Umluftführung 118 zugeführten Heizgases steuerbar und/oder regelbar.

**[0272]** Dadurch, dass der Zuführkanal 206 vorzugsweise in den Ansaugraum 194 mündet, kann mittels des einen oder der mehreren Gebläse 120 einfach und energieeffizient Heizgas aus der Hauptzuführleitung 156 zu dem in der Umluftführung 118 geführten Gasstrom zugemischt werden. Durch das anschließende Durchströmen des einen oder der mehreren Gebläse 120 sowie der Druckkammer 190 ist zudem vorzugsweise ein gleichmäßiges Vermischen des zugeführten Heizgases und des in der Umluftführung 118 geführten restlichen Gasstroms gewährleistet.

**[0273]** Der dem Behandlungsraumabschnitt 114 zugeführte Gasstrom ist somit vorzugsweise trotz der Zumischung des Heizgases ein homogener Gasstrom mit vorzugsweise konstanter Temperatur.

**[0274]** Bei einer (nicht dargestellten) weiteren Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 und/oder einer Umluftführung 118 kann ferner vorgesehen sein, dass Heizgas aus der Hauptzuführleitung 156 direkt in einen Bodenkanal 204 zuführbar ist, um letztlich mittels der zusätzlichen Zuführöffnungen 196 einzelne Bereiche des Behandlungsraumabschnitts 114 und/oder des Werkstücks 102 stärker zu erhitzen als die übrigen Bereiche.

**[0275]** Wie insbesondere Fig. 5 zu entnehmen ist, ist die Hauptabführleitung 158 vorzugsweise in ein den Behandlungsraumabschnitt 114 umgebendes Gehäuse 208 integriert.

**[0276]** Das Gehäuse 208 ist beispielsweise im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet. Die Hauptabführleitung 158 ist beispielsweise durch Abtrennung eines Teils des quaderförmigen Innenraums des Gehäuses 208 gebildet. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass ein oberer Eckbereich des Innenraums des Gehäuses 208 zur Herstellung der Hauptabführleitung 158 von dem Behandlungsraumabschnitt 114 abgeteilt ist.

**[0277]** Die Hauptzuführleitung 156 ist hingegen vorzugsweise außerhalb des Gehäuses 208 angeordnet. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Hauptzuführleitung 156 ebenfalls durch Abteilung eines Bereichs des Innenraums des Gehäuses 208 gebildet ist. Das vorstehend beschriebene Umluftmodul 116 sowie die hierdurch realisierte Umluftführung 118 funktionieren vorzugsweise wie folgt:



Mittels des Gebläses 120 wird ein Gasstrom angetrieben und zunächst der Druckkammer 190 zugeführt.

**[0278]** Über Zuführöffnungen 196, welche gegebenenfalls mit Ventilen versehen sein können, wird der Gasstrom in den Behandlungsraumabschnitt 114 eingeleitet.

**[0279]** In diesem Behandlungsraumabschnitt 114 ist vorzugsweise mindestens ein Werkstück 102 angeordnet, welches durch Umströmen desselben mit dem Gasstrom Wärme aus dem Gasstrom aufnimmt und hierdurch erhitzt wird. Insbesondere wird das Werkstück 102 hierdurch getrocknet.

**[0280]** Über eine oder mehrere Rückführöffnungen 198 sowie eine Rückführleitung 192 wird das durch den Behandlungsraumabschnitt 114 hindurchgeführte Gas abgeführt und einem Ansaugraum 194 zugeführt. Aus diesem Ansaugraum 194 wird das darin befindliche Gas schließlich erneut über das eine oder die mehreren Gebläse 120 angesaugt, so dass ein Kreislauf für das durch den Behandlungsraumabschnitt 114 geführte Gas gebildet ist.

**[0281]** Im Betrieb der Behandlungsanlage 100 kühlt sich das im Kreislauf geführte Gas ab, insbesondere aufgrund der Wärmeübertragung auf die Werkstücke 102.

**[0282]** Somit muss kontinuierlich oder regelmäßig Wärme zugeführt werden.

**[0283]** Dies erfolgt durch die Zuführung von gegenüber dem in der Umluftführung 118 geführten Gasstrom erhitztem Heizgas aus einer Heizanlage 126.

**[0284]** Dieses Heizgas wird über die Hauptzuführleitung 156 bereitgestellt und bedarfsweise über den Zuführkanal 206 abgezweigt und dem Ansaugraum 194 zugeführt. Insbesondere wird das Heizgas durch die Anbindung des Zuführkanals 206 an den Ansaugraum 194 mittels des einen oder der mehreren Gebläse 120 bedarfsweise aus der Hauptzuführleitung 156 angesaugt.

**[0285]** Vorzugsweise zeitgleich wird über die Abführöffnungen 200, welche insbesondere durch Ventile, beispielsweise ein oder mehrere Auslassventile 124 gebildet sind, ein Teil des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms aus der Umluftführung 118 abgeführt. Insbesondere kann hierdurch ein Gesamtvolumenstrom des in der Umluftführung 118 geführten Gasstroms trotz der Zuführung von Heizgas konstant gehalten werden.

**[0286]** Das abgeführte Gas wird über die Hauptabführleitung 158 abgeführt.

**[0287]** Vorzugsweise umfasst eine Behandlungsanlage 100, beispielsweise gemäß einer der Fig. 1 bis 3 oder 11, mehrere der in den Fig. 4 bis 10 dargestellten Umluftmodule 116 und/oder Behandlungsraumabschnitte 114. Die Umluftmodule 116 und/oder Behandlungsraumabschnitte 114 sind vorzugsweise senkrecht zur Förderrichtung 110 mit dem in der jeweiligen Umluftführung 118 geführten Gasstrom durchströmbar. Eine Querströmung zwischen zwei oder mehr Umluftmodulen 116 und/oder Umluftführungen 118 ist vorzugsweise minimal.

**[0288]** Vorzugsweise ergibt sich eine Querströmung

mit einer Komponente parallel zur Förderrichtung 110 lediglich aufgrund von dem Behandlungsraum 112 zugeführtem Frischgas und/oder aufgrund der Abführung von Abgas aus dem Behandlungsraum 112 (siehe insbesondere die Fig. 1 und 2).

**[0289]** Die beschriebenen Ausführungsformen der Behandlungsanlage 100 und/oder des Umluftmoduls 116 und/oder der Umluftführung 118 und/oder der Behandlungsraumabschnitte 114 eignen sich insbesondere zur Verwendung bei einer sogenannten Querfahrweise, bei welcher die Werkstücke 102, insbesondere die Fahrzeugkarosserien 106, quer, insbesondere senkrecht, zur Förderrichtung 110 durch den Behandlungsraum 112 gefördert werden. Insbesondere ist dabei eine Fahrzeuglängsachse horizontal und im Wesentlichen senkrecht zur Förderrichtung 110 ausgerichtet.

**[0290]** Die beschriebenen Ausführungsformen können jedoch auch bei einer sogenannten Längsförderung der Werkstücke 102 Verwendung finden, bei welcher die Fahrzeuglängsrichtung parallel zur Förderrichtung 110 ausgerichtet ist.

**[0291]** Eine in Fig. 11 dargestellte vierte Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Behandlungsanlage 100 eine Hauptbehandlungsanlage 220 und eine Vorbehandlungsanlage 222 umfasst.

**[0292]** Die Hauptbehandlungsanlage 220 ist beispielsweise ein Haupttrockner 224. Die Vorbehandlungsanlage 222 ist beispielsweise ein Vortrockner 226.

**[0293]** Vorzugsweise ist die Hauptbehandlungsanlage 220 im Wesentlichen identisch mit der mit Hinblick auf Fig. 1 beschriebenen ersten Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 ausgebildet.

**[0294]** Die Vorbehandlungsanlage 222 ist somit ein optionaler Zusatz für eine Behandlungsanlage 100 gemäß einer der beschriebenen Ausführungsformen, insbesondere der ersten Ausführungsform.

**[0295]** Die Vorbehandlungsanlage 222 ist vorzugsweise im Wesentlichen ebenfalls eine Behandlungsanlage 100 gemäß einer der beschriebenen Ausführungsformen, insbesondere gemäß der ersten Ausführungsform.

**[0296]** Günstig kann es sein, wenn die Vorbehandlungsanlage 222 kleiner dimensioniert ist als die Hauptbehandlungsanlage 220. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Vorbehandlungsanlage 222 einen kleineren Behandlungsraum 112 und/oder vorzugsweise weniger Behandlungsraumabschnitte 114 umfasst als die Hauptbehandlungsanlage 220.

**[0297]** Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass eine Vorbehandlungsanlage 222 lediglich drei oder vier Behandlungsraumabschnitte 114 umfasst.

**[0298]** Die Vorbehandlungsanlage 222 umfasst vorzugsweise eine von der Heizgasführung 136 der Hauptbehandlungsanlage 220 verschiedene und/oder unabhängige Heizgasführung 136.

**[0299]** Vorzugsweise ist den Umluftmodulen 116 und/oder Behandlungsraumabschnitten 114 der Vorbe-

handlungsanlage 222 unabhängig von der Heizgasführung 136 der Hauptbehandlungsanlage 220 Heizgas zuführbar.

**[0300]** Die Heizgasführung 136 der Vorbehandlungsanlage 222 ist vorzugsweise mittels eines separaten Wärmeübertragers 134 thermisch mit der Abgasableitung 132 der Heizvorrichtung 128 gekoppelt.

**[0301]** Der Wärmeübertrager 134 zur thermischen Kopplung der Vorbehandlungsanlage 222 mit der Abgasableitung 132 der Heizvorrichtung 128 kann bezüglich der Strömungsrichtung des Abgases der Heizvorrichtung 128 in der Abgasableitung 132 stromaufwärts oder stromabwärts des Wärmeübertragers 134 zur thermischen Kopplung der Hauptbehandlungsanlage 220 mit der Abgasableitung 132 der Heizvorrichtung 128 angeordnet sein. Vorzugsweise ist der Wärmeübertrager 134 der Vorbehandlungsanlage 222 stromabwärts des Wärmeübertragers 134 der Hauptbehandlungsanlage 220 angeordnet.

**[0302]** Der Wärmeübertrager 134 zur Kopplung der Frischgaszuführung 160 mit der Abgasableitung 132 der Heizvorrichtung 128 ist vorzugsweise stromabwärts des Wärmeübertragers 134 der Hauptbehandlungsanlage 220 und/oder stromabwärts des Wärmeübertragers 134 der Vorbehandlungsanlage 222 angeordnet. Hierdurch kann aufgrund der zumeist niedrigen Frischgastemperatur (Frischlufftemperatur) die Nutzung der im Abgas der Heizvorrichtung 128 vorhandenen Wärme optimiert werden.

**[0303]** Vorzugsweise umfasst die gesamte Behandlungsanlage 100 eine einzige Heizvorrichtung 128, mittels welcher die Wärme sowohl für die Heizgasführung 136 der Hauptbehandlungsanlage 220 als auch für die Heizgasführung 136 der Vorbehandlungsanlage 222 bereitgestellt werden kann.

**[0304]** Die Behandlungsanlage 100 kann eine gemeinsame Frischgaszuführung 160 zur Zuführung von Frischgas zu sowohl dem Behandlungsraum 112 der Hauptbehandlungsanlage 220 als auch dem Behandlungsraum 112 der Vorbehandlungsanlage 222 umfassen.

**[0305]** Alternativ hierzu kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Behandlungsanlage 100 zwei Frischgaszuführungen 160 umfasst, wobei eine Frischgaszuführung 160 der Hauptbehandlungsanlage 220 und eine weitere Frischgaszuführung 160 der Vorbehandlungsanlage 222 zugeordnet ist (in den Figuren nicht dargestellt).

**[0306]** Ein Abgas aus der Vorbehandlungsanlage 222 ist vorzugsweise mittels einer Abgasabführung 172 der Vorbehandlungsanlage 222 zu der Abgasabführung 172 der Hauptbehandlungsanlage 220 zuführbar.

**[0307]** Das Abgas aus der Vorbehandlungsanlage 222 ist somit vorzugsweise gemeinsam mit dem Abgas aus der Hauptbehandlungsanlage 220 zu der gemeinsamen Heizvorrichtung 128 zuführbar.

**[0308]** Die zu behandelnden Werkstücke 102 sind vorzugsweise mittels einer Fördervorrichtung 108, insbesondere einer einzigen Fördervorrichtung 108, zunächst durch den Behandlungsraum 112 der Vorbehandlungs-

anlage 222 und anschließend durch den Behandlungsraum 112 der Hauptbehandlungsanlage 220 hindurchförderbar.

**[0309]** In Fig. 11 sind die Vorbehandlungsanlage 222 und die Hauptbehandlungsanlage 220 beabstandet voneinander dargestellt. Dies dient vorzugsweise lediglich zur Illustration der Funktionsweise. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Vorbehandlungsanlage 222 und die Hauptbehandlungsanlage 220 unmittelbar aufeinanderfolgend angeordnet sind. Beispielsweise kann eine als Zwischenschleuse ausgebildete Schleuse die ansonsten unmittelbar aneinander angrenzenden Behandlungsräume 112 strömungstechnisch voneinander trennen. Diese Zwischenschleuse bildet dann zugleich eine Auslassschleuse 170 der Vorbehandlungsanlage 222 und eine Einlassschleuse 168 der Hauptbehandlungsanlage 220.

**[0310]** Dadurch, dass die Vorbehandlungsanlage 222 zusätzlich zur Hauptbehandlungsanlage 220 vorgesehen ist und eine separate Heizgasführung 136 umfasst, kann insbesondere bei starker Abdunstung der zu behandelnden Werkstücke 102 oder bei sonstiger starker Verunreinigung der durch die Behandlungsraumabschnitte 114 geführten Gasströme eine einfache und effiziente Unterteilung des insgesamt zu der Behandlungsanlage 100 gehörenden Behandlungsraums 112 realisiert werden.

**[0311]** Im Übrigen stimmt die Behandlungsanlage 100, insbesondere sowohl die Hauptbehandlungsanlage 220 als auch die Vorbehandlungsanlage 222, jeweils für sich genommen, hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0312]** Eine in Fig. 12 dargestellte fünfte Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Heizgasführung 136 eine zusätzliche Bypassleitung 150 umfasst, mittels welcher ein Teilgasstrom des über den Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138 den Umluftführungen 118 zuzuführenden Heizgasgesamtstroms an sämtlichen Umluftmodulen 116 und/oder Behandlungsraumabschnitten 114 vorbeiführbar und direkt dem Abführabschnitt 142 zuführbar ist.

**[0313]** Die zusätzliche Bypassleitung 150 zweigt insbesondere stromaufwärts der Hauptzuführleitung 156, insbesondere stromaufwärts sämtlicher Verzweigungen 144 und/oder Abzweigungen 146, aus dem Zuführabschnitt 140 der Heizgasleitung 138 ab.

**[0314]** Die zusätzliche Bypassleitung 150 ist vorzugsweise an einem bezüglich der Förderrichtung 110 der Fördervorrichtung 108 vorderen Ende der Hauptzuführleitung 156 und/oder der Hauptabführleitung 158, das heißt vorzugsweise im Bereich eines Eintrittsabschnitts 164 der Behandlungsanlage 100, angeordnet.

**[0315]** Ein Volumenstrom des über die Bypassleitung 150 an den Umluftführungen 118 vorbeigeführten Heiz-

gasstroms ist vorzugsweise mittels eines Bypass-Ventils 152 steuerbar und/oder regelbar.

**[0316]** Vorzugsweise mündet die zusätzliche Bypassleitung 150 in den Abführabschnitt 142, insbesondere stromabwärts der Hauptabführleitung 158, beispielsweise stromabwärts sämtlicher Zusammenführungen 148.

**[0317]** Durch die Verwendung einer solchen zusätzlichen Bypassleitung 150 kann vorzugsweise ein Teilgasstrom aus dem Zuführabschnitt 140 unter Umgehung der Hauptzuführleitung 156 und der Hauptabführleitung 158 an den Umluftmodulen 116 und/oder Umluftführungen 118 vorbeigeführt werden. Hierdurch kann relativ heißes Gas direkt in den Abführabschnitt 142 eingeleitet werden, um den mittels des Abführabschnitts 142 insgesamt abzuführenden Gasstrom zu erhitzen.

**[0318]** Der Gasstrom wird dabei insbesondere auf eine Temperatur erhitzt, welche eine unerwünschte Kondensatbildung verhindert.

**[0319]** Mittels der Steuervorrichtung 154 wird das Bypass-Ventil 152 der Bypassleitung 150 und somit die Zuführung von heißem Gas zu dem Abführabschnitt 142 vorzugsweise derart gesteuert, dass eine tatsächliche Temperatur des in dem Abführabschnitt 142 geführten Gasstroms stets über der Kondensationstemperatur liegt. Insbesondere ist eine Regelung auf der Basis eines vorgegebenen minimalen Temperatursollwerts vorgesehen.

**[0320]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 12 dargestellte fünfte Ausführungsform der Behandlungsanlage 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0321]** Eine in Fig. 13 dargestellte sechste Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass entsprechend der in Fig. 12 dargestellten fünften Ausführungsform eine zusätzliche Bypassleitung 150 vorgesehen ist.

**[0322]** Die sechste Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 stimmt somit hinsichtlich des grundlegenden Aufbaus und der grundlegenden Funktion mit der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird. Hinsichtlich der zusätzlichen Bypassleitung 150 stimmt die sechste Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 mit der in Fig. 12 dargestellten fünften Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0323]** Bei weiteren (nicht dargestellten) Ausführungsformen können bei Bedarf einzelne oder mehrere Bypassleitungen 150 ergänzt oder weggelassen werden. Beispielsweise kann auch die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 bei Bedarf mit einer zusätzlichen Bypassleitung 150 gemäß der in Fig. 12 dargestellten fünften Ausführungsform versehen sein.

**[0324]** Eine in Fig. 14 dargestellte siebte Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der in Fig. 13 dargestellten sechsten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Frischgasleitung 162 eine Abzweigung 146 umfasst, mittels welcher wahlweise unterschiedliche Volumenströme und/oder Massenströme des Frischgases als Schleusengas oder aber als zusätzlich zu dem Heizgasstrom zugeführtes Frischgas zuführbar sind.

**[0325]** Die Frischgasleitung 162 mündet dabei einerseits in die Einlassschleuse 168 und die Auslassschleuse 170 und andererseits in die Heizgasführung 136, beispielsweise in den Abführabschnitt 142 der Heizgasführung 136.

**[0326]** Es kann vorgesehen sein, dass mittels einer solchen Frischgaszuführung 160 ein konstanter Frischgasstrom als Schleusengas verwendet wird und hierdurch dem Behandlungsraum 112 zugeführt wird. Ein variabler Anteil des zugeführten Frischgases, welcher insbesondere von den im Behandlungsraum 112 variierenden Parametern abhängt, wird vorzugsweise dem Heizgasstrom in der Heizgasführung 136 zugeführt. Insbesondere ist hierbei eine Zuführung stromaufwärts des Gebläses 120 und/oder des Wärmeübertragers 134 der Heizgasführung 136 vorgesehen, um den mit Frischgas vermischten Heizgasstrom vor der Zuführung zu dem Behandlungsraum 112 konditionieren zu können.

**[0327]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 14 dargestellte siebte Ausführungsform der Behandlungsanlage 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 13 dargestellten sechsten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0328]** Eine in Fig. 15 dargestellte achte Ausführungsform einer Behandlungsanlage 100 unterscheidet sich von der insbesondere in den Fig. 4 bis 10 dargestellten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Hauptzuführleitung 156 der Heizgasführung 136 innerhalb des Behandlungsraums 112 verläuft.

**[0329]** Die Hauptzuführleitung 156 erstreckt sich dabei insbesondere unterhalb der zu behandelnden Werkstücke 102.

**[0330]** Die Hauptzuführleitung 156 ist insbesondere als, beispielsweise flacher, Rechteckkanal ausgebildet und auf einem Boden 202 des Behandlungsraums 112 festgelegt.

**[0331]** Eine solche Ausgestaltung ermöglicht insbesondere den Verzicht auf eine thermische Isolierung der Hauptzuführleitung 156.

**[0332]** Vorzugsweise sind einfache Beimischklappen als Einlassventile 122 zwischen der Hauptzuführleitung 156 und einer Rückführleitung 192 eines jeden Umluftmoduls 116 vorgesehen. Separate Zuführkanäle 206 können dann ebenfalls entbehrlich sein.

**[0333]** Insbesondere ist die Hauptzuführleitung 156 zwischen zwei Förder techniksträngen der Fördervorrichtung 108 angeordnet.

**[0334]** Die Hauptzuführleitung 156 kann beispielsweise

se als Strahlungselement zum Erhitzen der Werkstücke 102 innerhalb des Behandlungsraums 112 dienen.

**[0335]** Eine Strömungsrichtung des in der Hauptzuführleitung 156 geführten Heizgases entspricht vorzugsweise der Förderrichtung 110 der Fördervorrichtung 108.

**[0336]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 15 dargestellte Ausführungsform der Behandlungsanlage 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in den Fig. 4 bis 10 dargestellten Ausführungsformen überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0337]** In den Fig. 16 bis 21 sind verschiedene Ausführungsformen von Wärmeübertragervorrichtungen 300 dargestellt, welche einzelne oder mehrere der vorstehend beschriebenen Wärmeübertrager 134 bilden und/oder ersetzen können.

**[0338]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass mehrere der vorstehend beschriebenen Wärmeübertrager 134 gemeinsam durch eine der nachfolgend beschriebenen Wärmeübertragervorrichtungen 300 gebildet sind.

**[0339]** Eine in Fig. 16 dargestellte erste Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 300 umfasst mehrere Wärmeübertragungsstufen 302, durch welche ein zu erheizendes Kaltgas nacheinander hindurchführbar ist.

**[0340]** Auch ein wärmeabgebendes Heißgas durchströmt die Wärmeübertragungsstufen 302 nacheinander.

**[0341]** Das Heißgas durchströmt dabei beispielsweise eine Vielzahl von hohlzylindrischen Rohren 304, welche sich linear durch beispielsweise vier Wärmeübertragungsstufen 302 hindurcherstrecken.

**[0342]** Die Wärmeübertragungsstufen 302 sind dabei beispielsweise eine erste Wärmeübertragungsstufe 302a, eine zweite Wärmeübertragungsstufe 302b, eine dritte Wärmeübertragungsstufe 302c und eine vierte Wärmeübertragungsstufe 302d.

**[0343]** Ein die hohlzylindrischen Rohre 304 umgebender Raum 306 wird von dem Kaltgas durchströmt.

**[0344]** Der die hohlzylindrischen Rohre 304 umgebende Raum 306 ist mittels mehrerer Trennelemente 308 unterteilt, wodurch sich die voneinander getrennten Wärmeübertragungsstufen 302 ergeben.

**[0345]** Die Trennelemente 308 erstrecken sich insbesondere im Wesentlichen senkrecht zu einer Längsrichtung der hohlzylindrischen Rohre 304.

**[0346]** Die Wärmeübertragungsstufen 302 werden somit insbesondere im Kreuzstrom einerseits von dem wärmeabgebenden Heißgas und dem wärmeaufnehmenden Kaltgas durchströmt.

**[0347]** Die Wärmeübertragungsstufen 302 können beispielsweise unterschiedliche Abmessungen aufweisen, insbesondere abhängig von der Position der Trennelemente 308 längs der hohlzylindrischen Rohre 304.

**[0348]** Beispielsweise kann eine vergleichsweise schmale erste Wärmeübertragungsstufe 302a vorgesehen sein, an welche sich drei größere oder breitere Wär-

meübertragungsstufen 302b, 302c, 302d anschließen.

**[0349]** Die Wärmeübertragungsstufen 302, insbesondere die die hohlzylindrischen Rohre 304 umgebenden und mittels der Trennelemente 308 voneinander getrennten Räume 306 der Wärmeübertragungsstufen 302, sind mittels einer Gasführung 310 derart fluidwirksam miteinander verbunden, dass beispielsweise das Kaltgas die Wärmeübertragungsstufen 302 nacheinander in einer vorgegebenen Reihenfolge durchströmen kann.

**[0350]** Bei der in Fig. 16 dargestellten ersten Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 ist vorgesehen, dass das Kaltgas zunächst durch die erste Wärmeübertragungsstufe 302a strömt und anschließend nacheinander durch die vierte Wärmeübertragungsstufe 302d, dann durch die dritte Wärmeübertragungsstufe 302c und schließlich durch die zweite Wärmeübertragungsstufe 302b hindurchgeführt wird.

**[0351]** Da das Heißgas die Wärmeübertragungsstufen 302 in aufsteigender Reihenfolge durchströmt, nimmt die Temperatur in den Wärmeübertragungsstufen 302 ausgehend von der ersten Wärmeübertragungsstufe 302a hin zur vierten Wärmeübertragungsstufe 302d ab. Das Kaltgas durchströmt somit zunächst die heißeste Wärmeübertragungsstufe 302 und anschließend die verbleibenden Wärmeübertragungsstufen 302 nacheinander mit zunehmendem Temperaturniveau.

**[0352]** Durch die geeignete Auslegung der Wärmeübertragervorrichtung 300 kann insbesondere ein unerwünschtes Überhitzen des zu erwärmenden Kaltgases vermieden werden. Hierdurch kann insbesondere das Risiko einer stofflichen Umwandlung einzelner Bestandteile des Kaltgases reduziert oder ganz vermieden werden.

**[0353]** Eine in Fig. 17 dargestellte zweite Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 300 unterscheidet sich von der in Fig. 16 dargestellten ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Wärmeübertragervorrichtung 300 zwei separate Wärmeübertragungsabschnitte 312 umfasst.

**[0354]** Jedem Wärmeübertragungsabschnitt 312 ist dabei ein anderes zu erheizendes Kaltgas zugeordnet.

**[0355]** Bezüglich einer Strömungsrichtung des Heißgases stromaufwärts ist dabei beispielsweise ein Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen eines Heizgasstroms vorgesehen. Stromabwärts hiervon ist beispielsweise ein Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen eines Frischgasstroms vorgesehen.

**[0356]** Die Wärmeübertragungsabschnitte 312 sind für sich genommen jeweils in drei Wärmeübertragungsstufen 302 unterteilt.

**[0357]** Der Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen des Heizgasstroms wird dabei beispielsweise derart mit dem Heizgas durchströmt, dass nacheinander eine erste Wärmeübertragungsstufe 302a, dann eine dritte Wärmeübertragungsstufe 302c und zuletzt einer zweite Wärmeübertragungsstufe 302b durchströmt werden.

**[0358]** Die Wärmeübertragungsstufen 302 des Wär-

meübertragungsabschnitts 312 zum Erhitzen des Frischgases werden hingegen vorzugsweise von dem Heißgas und dem Kaltgas in derselben Reihenfolge durchströmt, das heißt nacheinander die erste Wärmeübertragungsstufe 302a, dann die zweite Wärmeübertragungsstufe 302b und schließlich die dritte Wärmeübertragungsstufe 302c.

**[0359]** Die in Fig. 17 dargestellte zweite Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 ist somit insbesondere ein Kombi-Wärmeübertrager, mittels welchem zwei unterschiedliche Kaltgase unter Verwendung eines einzigen Heißgases erheizbar sind.

**[0360]** Wie Fig. 17 ferner zu entnehmen ist, kann vorgesehen sein, dass die Wärmeübertragervorrichtung 300 eine oder mehrere Bypassleitungen 150 umfasst, mittels welchen beispielsweise Heißgas an einer oder mehreren Wärmeübertragungsstufen 302 vorbeiführbar ist. Ferner kann alternativ oder ergänzend hierzu auch vorgesehen sein, dass mittels einer oder mehrerer Bypassleitungen 150 ein oder mehrere Kaltgasströme an den zugehörigen einen oder mehreren Wärmeübertragungsstufen 302 vorbeiführbar sind.

**[0361]** Zur Steuerung des jeweiligen Bypassvolumenstroms kann insbesondere ein Bypass-Ventil 152 vorgesehen sein.

**[0362]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 17 dargestellte zweite Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 16 dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0363]** Eine in Fig. 18 dargestellte dritte Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 300 unterscheidet sich von der in Fig. 17 dargestellten zweiten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass zwei Wärmeübertragungsabschnitte 312 zum Erhitzen eines Kaltgases, insbesondere des Frischgasstroms, vorgesehen sind, wobei zwischen diesen beiden Wärmeübertragungsabschnitten 312 ein Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen eines anderen Kaltgases, insbesondere des Heizgasstroms, vorgesehen ist.

**[0364]** Die beiden Wärmeübertragungsabschnitte 312, welche zu beiden Seiten des weiteren Wärmeübertragungsabschnitts 312 angeordnet sind, bilden somit gemeinsam die Wärmeübertragungsstufen 302 zum Erhitzen eines Kaltgases, insbesondere des Frischgasstroms.

**[0365]** Die erste Wärmeübertragungsstufe 302a ist dabei beispielsweise bezüglich des Heißgasstroms stromaufwärts des gesamten Wärmeübertragungsabschnitts 312 zum Erhitzen des Heizgasstroms angeordnet, während die beiden weiteren Wärmeübertragungsstufen 302b, 302c zum Erhitzen des Frischgasstroms stromabwärts des Wärmeübertragungsabschnitts 312 zum Erhitzen des Heizgasstroms angeordnet sind.

**[0366]** Durch die Ausgestaltung gemäß Fig. 18 kann insbesondere ein Überhitzen des Heizgasstroms dadurch reduziert werden, dass der Heißgasstrom zu-

nächst mit dem Frischgasstrom gekühlt wird, bevor er zum Aufheizen des Heizgasstroms genutzt wird.

**[0367]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 18 dargestellte dritte Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 17 dargestellten zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0368]** Eine in Fig. 19 dargestellte vierte Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 300 unterscheidet sich von der in Fig. 17 dargestellten zweiten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass drei Wärmeübertragungsabschnitte 312 für drei unterschiedliche Kaltgase vorgesehen sind. Vorzugsweise umfasst jeder Wärmeübertragungsabschnitt 312 zwei Wärmeübertragungsstufen 302.

**[0369]** Bezüglich der Strömungsrichtung des Heißgases sind vorzugsweise nacheinander ein Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen eines Heizgasstroms für einen Haupttrockner, ein Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen eines Heizgasstroms für einen Vortrockner und schließlich ein Wärmeübertragungsabschnitt 312 zum Erhitzen eines Frischgasstroms aufeinanderfolgend angeordnet.

**[0370]** Ein Druckgefälle innerhalb der gesamten Wärmeübertragervorrichtung 300, insbesondere innerhalb des gesamten die hohlzylindrischen Rohre 304 umgebenden Raumes 306, wird vorzugsweise so gewählt, dass eventuelle Leckageströme, welche durch die Trennelemente 308 hindurch von einer Wärmeübertragungsstufe 302 zur benachbarten strömen, keine unerwünschte Kondensation verursachen.

**[0371]** Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass ein Druck im mittleren Wärmeübertragungsabschnitt 312 höher gewählt wird als in den benachbarten Wärmeübertragungsabschnitten 312, so dass das im mittleren Wärmeübertragungsabschnitt 312 geführte Kaltgas, insbesondere der Heizgasstrom für den Vortrockner, im Falle von Leckagen in die benachbarten Wärmeübertragungsabschnitte 312 gelangt und nicht umgekehrt. Insbesondere kann hierdurch vorzugsweise vermieden werden, dass heißes Gas mit hohem Kondensationsrisiko in kältere Bereiche (Wärmeübertragungsstufen 302) der Wärmeübertragervorrichtung 300 gelangt.

**[0372]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 19 dargestellte vierte Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 17 dargestellten zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0373]** Eine in Fig. 20 dargestellte fünfte Ausführungsform einer Wärmeübertragervorrichtung 300 unterscheidet sich von der in Fig. 19 dargestellten vierten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass zwischen zwei benachbarten Wärmeübertragungsabschnitten 312 zwei Trennelemente 308 angeordnet sind.

**[0374]** Ein Spaltbereich 314 zwischen den beiden Trennelementen 308 ist dann beispielsweise mit einem

Sperrgas, beispielsweise Sperrluft, insbesondere Frischgas, spülbar. Hierdurch kann wirksam ein unerwünschter Gasaustausch zwischen benachbarten Wärmeübertragungsabschnitten 312 vermieden werden.

[0375] Im Übrigen stimmt die in Fig. 20 dargestellte fünfte Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in Fig. 19 dargestellten vierten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0376] In Fig. 21 ist eine schematische perspektivische Darstellung einer Wärmeübertragervorrichtung 300 dargestellt.

[0377] Lediglich beispielhaft enthält diese Darstellung die hohlzylindrischen Rohre 304 sowie die Trennelemente 308.

[0378] Die Trennelemente 308 sind dabei mit Durchführungen 316 und/oder Aufnahmen 318 für die hohlzylindrischen Rohre 304 versehen. Insbesondere sind die Trennelemente 308 auf ein Bündel aus hohlzylindrischen Rohren 304 aufschiebbar.

[0379] Die Trennelemente 308 sind insbesondere plattenförmig und eben ausgebildet.

[0380] Die in Fig. 21 dargestellte Ausführungsform der Wärmeübertragervorrichtung 300 ist insbesondere ein Rohrbündelwärmeübertrager 320 und kann für sämtliche der beschriebenen Wärmeübertrager 134 und/oder Wärmeübertragervorrichtungen 300 Verwendung finden.

## Patentansprüche

### 1. Behandlungsanlage (100) zum Behandeln von Werkstücken, umfassend:

- einen Behandlungsraum, welcher mehrere Behandlungsraumabschnitte umfasst, die jeweils einem von mehreren separaten Umluftmodulen (116) der Behandlungsanlage (100) zugeordnet sind, wobei jedes Umluftmodul (116) angeordnet ist, um einen separaten, kreisläufigen Gasstrom zu führen;
- eine Heizanlage (126), welche eine Heizgasführung (136) umfasst,

wobei mehrere Umluftmodule (116) zum Erhitzen des durch die Behandlungsraumabschnitte (114) geführten Gases mit der Heizgasführung (136) gekoppelt sind,

wobei die Heizanlage (126) eine Heizvorrichtung (128) und einen Wärmeübertrager (134) umfasst, mittels welchem in der Heizvorrichtung (128) erzeugte Wärme auf ein in der Heizgasführung (136) geführtes Heizgas übertragbar ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeübertrager (134) mehrstufig ausgebildet ist und dass die Heizgasführung (136) einen Abführabschnitt (142) umfasst, über welchen aus den Umluftmodulen

(116) abgeführtes Gas abführbar und zum erneuten Erhitzen desselben dem Wärmeübertrager (134) als Heizgas zuführbar ist.

2. Behandlungsanlage (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Wärmeübertragungsstufen (302) des Wärmeübertragers (134) in einer Richtung räumlich aufeinanderfolgend angeordnet und/oder derart fluidwirksam miteinander verbunden sind, dass ein Wärme abgebendes Heißgas, beispielsweise Abgas einer Verbrennungsvorrichtung, die Wärmeübertragungsstufen (302) in dieser Richtung nacheinander durchströmt.
3. Behandlungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wärmeübertrager (134) und/oder ein Wärmeübertragungsabschnitt (312) eines Wärmeübertragers (134) derart mit einem Heißgas, beispielsweise Abgas einer Verbrennungsvorrichtung, einerseits und einem Kaltgas, beispielsweise dem aufzuheizenden Heizgas, andererseits durchströmbar ist, dass das Kaltgas in Bezug auf die jeweils vorangehende Wärmeübertragungsstufe (302) alternierend eine oder mehrere heißere und eine oder mehrere kältere Wärmeübertragungsstufen (302) durchströmt.
4. Behandlungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Wärmeübertrager (134) der Behandlungsanlage (100) gemeinsam eine Wärmeübertragervorrichtung (300) bilden, wobei die Wärmeübertrager (134) räumlich aneinander angrenzende Wärmeübertragungsabschnitte (312) der Wärmeübertragervorrichtung (300) bilden.
5. Behandlungsanlage (100) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragungsstufen (302) sämtlicher Wärmeübertragungsabschnitte (312) nacheinander mit einem eine Wärmequelle bildenden Heißgas, beispielsweise Abgas einer Verbrennungsvorrichtung, durchströmbar sind, wobei mehrere eine Wärmesenke bildende Kaltgase vorgesehen sind, welche durch Wärmeübertragung von dem Heißgas zu erhitzen sind, wobei jedem Wärmeübertragungsabschnitt (312) jeweils ein zu erheizendes Kaltgas zugeordnet ist.
6. Behandlungsanlage (100) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kaltgas das Heizgas ist; und/oder **dass** ein Kaltgas Umluft einer oder mehrerer Umluftführungen (118) und/oder Umluftmodule (116) ist; und/oder **dass** ein Kaltgas Frischgas, insbesondere Frischluft, ist.
7. Behandlungsanlage (100) nach einem der Ansprü-

che 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wärmeübertrager (134) und/oder eine Wärmeübertragervorrichtung (300) einen Rohrbündelwärmeübertrager (320) umfasst, welcher mehrere hohlzylindrische Rohre (304) umfasst, wobei ein die hohlzylindrischen Rohre (304) umgebender Raum (306) mittels mehrerer Trennelemente (308) aufgeteilt ist in mehrere voneinander abgetrennte Wärmeübertragungsbereiche und/oder Wärmeübertragungsabschnitte (312) und/oder Wärmeübertragungsstufen (302), wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass mittels einer Drucksteuerung und/oder Druckregelung, beispielsweise unter Verwendung einer angepassten Steuervorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung eines oder mehrerer Gebläse (120), ein Druckgefälle zwischen benachbarten Wärmeübertragungsbereichen und/oder Wärmeübertragungsabschnitten (312) und/oder Wärmeübertragungsstufen (302) derart erzeugbar und/oder aufrechterhaltbar ist, dass kälteres Kaltgas mit geringerem Kondensationsrisiko aus einem Wärmeübertragungsbereich und/oder Wärmeübertragungsabschnitt (312) und/oder Wärmeübertragungsstufe (302) durch ein Trennelement (308) hindurch zu einem benachbarten Wärmeübertragungsbereich und/oder Wärmeübertragungsabschnitt (312) und/oder Wärmeübertragungsstufe (302) strömt, in welchem bzw. in welcher vergleichsweise heißeres Kaltgas mit höherem Kondensationsrisiko angeordnet ist.

8. Behandlungsanlage (100) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Wärmeübertragungsbereiche und/oder Wärmeübertragungsabschnitte (312) und/oder Wärmeübertragungsstufen (302) mittels zweier Trennelemente (308) voneinander getrennt sind, wobei zwischen den zwei Trennelementen (308) ein Spaltbereich (314) gebildet ist, welchem vorzugsweise Sperrluft, insbesondere Frischluft, zuführbar ist.

9. Verfahren zum Behandeln von Werkstücken (102), umfassend:

- Durchströmen von mehreren Behandlungsraumabschnitten (114) eines Behandlungsraums (112) einer Behandlungsanlage (100) mit mehreren in separaten Kreisläufen geführten Gasströmen;
- Erhitzen der Gasströme mittels eines Heizgasstroms, welcher in einer Heizgasführung (136) einer Heizanlage (126) der Behandlungsanlage (100) geführt ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** mittels eines mehrstufig ausgebildeten Wärmeübertragers (134) Wärme, welche in einer Heizvorrichtung (128) der Heizanlage (126) erzeugt wird, auf ein in der Heiz-

gasführung (136) geführtes Heizgas übertragen wird und dass über einen Abführabschnitt (142) der Heizgasführung (136) aus Umluftmodulen (116) abgeführtes Gas abgeführt und zum erneuten Erhitzen desselben dem Wärmeübertrager (134) als Heizgas zugeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in der Heizgasführung (136) geführter Heizgasstrom zum Erhitzen desselben nacheinander mehreren Wärmeübertragungsstufen (302) eines Wärmeübertragers (134) zugeführt wird.

## 15 Claims

1. Treatment installation (100) for treating workpieces, comprising:

- a treatment chamber which comprises a plurality of treatment chamber sections that are each associated with one of a plurality of separate circulatory air modules (116) of the treatment installation (100), wherein each circulatory air module (116) is arranged in order to guide a separate circulating gas stream;
- a heating installation (126) which comprises a heating gas conduit (136),

wherein a plurality of circulatory air modules (116) for heating the gas guided through the treatment chamber sections (114) are coupled to the heating gas conduit (136),

wherein the heating installation (126) comprises a heating device (128) and a heat exchanger (134) by means of which heat produced in the heating device (128) is transferable to a heating gas guided in the heating gas conduit (136),

**characterized in that** the heat exchanger (134) is of multi-stage configuration, and **in that** the heating gas conduit (136) comprises a discharge section (142) via which gas discharged from the circulatory air modules (116) is dischargeable and is suppliable as heating gas to the heat exchanger (134) for the reheating thereof.

2. Treatment installation (100) in accordance with Claim 1, **characterized in that** a plurality of heat transfer stages (302) of the heat exchanger (134) are arranged spatially successively in a direction and/or are fluidically connected to each other in such a way that a hot gas, for example exhaust gas from a combustion device, which releases heat, flows consecutively through the heat transfer stages (302) in said direction.
3. Treatment installation (100) in accordance with either of Claims 1 or 2, **characterized in that** a hot

gas, for example exhaust gas from a combustion device, on the one hand, and a cold gas, for example the heating gas to be heated up, on the other, is able to flow through a heat exchanger (134) and/or a heat transfer section (312) of a heat exchanger (134) in such a way that the cold gas flows alternately through one or more hotter and one or more colder heat transfer stages (302) with respect to the respective preceding heat transfer stage (302).

4. Treatment installation (100) in accordance with any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** a plurality of heat exchangers (134) of the treatment installation (100) jointly form a heat exchanger device (300), wherein the heat exchangers (134) form heat transfer sections (312) of the heat exchanger device (300) which spatially adjoin each other.

5. Treatment installation (100) in accordance with Claim 4, **characterized in that** a hot gas, for example exhaust gas from a combustion device, which forms a heat source, is able to flow consecutively through the heat transfer stages (302) of all heat transfer sections (312), wherein a plurality of cold gases, which form a heat sink and are to be heated by heat transfer from the hot gas, are provided, wherein in each case one cold gas to be heated is associated with each heat transfer section (312).

6. Treatment installation (100) in accordance with Claim 5, **characterized in that** a cold gas is the heating gas; and/or **in that** a cold gas is circulatory air of one or more circulatory air conduits (118) and/or circulatory air modules (116); and/or **in that** a cold gas is fresh gas, in particular fresh air.

7. Treatment installation (100) in accordance with any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a heat exchanger (134) and/or a heat exchanger device (300) comprises a tube bundle heat exchanger (320) which comprises a plurality of hollow-cylindrical tubes (304), wherein a chamber (306) surrounding the hollow-cylindrical tubes (304) is divided by means of a plurality of dividing elements (308) into a plurality of mutually separated heat transfer regions and/or heat transfer sections (312) and/or heat transfer stages (302), wherein provision is preferably made that by means of a pressure control and/or pressure regulator, for example by using an adapted control device for controlling and/or regulating one or more blowers (120), a pressure drop between adjacent heat transfer regions and/or heat transfer sections (312) and/or heat transfer stages (302) is producible and/or maintainable in such a way that colder cold gas with lower risk of condensation flows out of a heat transfer region and/or heat transfer section (312) and/or heat transfer stage (302) through a di-

viding element (308) to an adjacent heat transfer region and/or heat transfer section (312) and/or heat transfer stage (302) in which comparatively warmer cold gas with higher risk of condensation is arranged.

8. Treatment installation (100) in accordance with Claim 7, **characterized in that** two heat transfer regions and/or heat transfer sections (312) and/or heat transfer stages (302) are separated from each other by means of two dividing elements (308), wherein a gap region (314) is formed between the two dividing elements (308), to which gap region (314) preferably sealing air, in particular fresh air, is supplyable.

9. Method for treating workpieces (102), comprising:

- a plurality of gas streams, guided in separate circuits, flowing through a plurality of treatment chamber sections (114) of a treatment chamber (112) of a treatment installation (100);
- heating the gas streams by means of a heating gas stream which is guided in a heating gas conduit (136) of a heating installation (126) of the treatment installation (100),

**characterized in that** heat, which is produced in a heating device (128) of the heating installation (126), is transferred to a heating gas guided in the heating gas conduit (136) by means of a heat exchanger (134) that is of multi-stage configuration, and **in that** gas discharged from circulatory air modules (116) is discharged via a discharge section (142) of the heating gas conduit (136) and is supplied as heating gas to the heat exchanger (134) for the reheating thereof.

10. Method in accordance with Claim 9, **characterized in that** a heating gas stream guided in the heating gas conduit (136) is supplied consecutively to a plurality of heat transfer stages (302) of a heat exchanger (134) for the heating thereof.

## Revendications

1. Installation de traitement (100) pour traiter des pièces, comprenant :

- un espace de traitement pourvu de plusieurs sections d'espace de traitement qui sont associées respectivement à un de plusieurs modules à circulation d'air (116) séparés de l'installation de traitement (100), chaque module à circulation d'air (116) étant disposé pour guider un flux de gaz circulaire séparé ;
- une installation de chauffage (126) pourvue d'un guidage de gaz chauffant (136), dans laquelle plusieurs modules à circulation d'air (116)



sont couplés au guidage de gaz chauffant (136) pour chauffer le gaz guidé à travers les sections d'espace de traitement (114),

dans laquelle l'installation de chauffage (126) comprend un dispositif de chauffage (128) et un échangeur de chaleur (134), au moyen duquel de la chaleur produite dans le dispositif de chauffage (128) peut être transférée à un gaz chauffant guidé dans le guidage de gaz chauffant (136),

**caractérisée en ce que** l'échangeur de chaleur (134) est agencé avec plusieurs étages, et **en ce que** le guidage de gaz chauffant (136) comprend une section d'évacuation (142), par l'intermédiaire de laquelle du gaz évacué hors des modules à circulation d'air (116) peut être évacué et peut être ramené en tant que gaz chauffant à l'échangeur de chaleur (134) pour le réchauffer à nouveau.

2. Installation de traitement (100) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** plusieurs étages de transfert de chaleur (302) de l'échangeur de chaleur (134) sont disposés de manière à se suivre les uns les autres spatialement dans une direction et/ou sont en communication fluïdique active les uns avec les autres de telle manière qu'un gaz chaud distribuant de la chaleur, par exemple des gaz d'échappement d'un dispositif de combustion, traverse les étages de transfert de chaleur (302) les uns après les autres dans ladite direction.
3. Installation de traitement (100) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** un échangeur de chaleur (134) et/ou une section de transfert de chaleur (312) d'un échangeur de chaleur (134) peuvent être traversés par un gaz chaud, par exemple des gaz d'échappement d'un dispositif de combustion, d'une part et par un gaz froid, par exemple le gaz chauffant à réchauffer, d'autre part, sachant que le gaz froid, respectivement par rapport à l'étage de transfert de chaleur (302) qui précède, traverse en alternance un ou plusieurs étages de transfert de chaleur (302) plus chauds et un ou plusieurs étages de transfert de chaleur plus froids.
4. Installation de traitement (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** plusieurs échangeurs de chaleur (134) de l'installation de traitement (100) forment conjointement un dispositif de transfert de chaleur (300), dans laquelle les échangeurs de chaleur (134) forment des sections de transfert de chaleur (312), adjacentes les unes aux autres spatialement, du dispositif de transfert de chaleur (300).
5. Installation de traitement (100) selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** les étages de transfert de chaleur (302) de toutes les sections de trans-

fert de chaleur (312) peuvent être traversés les uns après les autres par un gaz chaud formant une source de chaleur, par exemple des gaz d'échappement d'un dispositif de combustion, dans laquelle sont prévus plusieurs gaz froids formant un dissipateur thermique, lesquels sont à réchauffer par transfert de chaleur du gaz chaud, dans laquelle respectivement un gaz froid à réchauffer est associé à chaque section de transfert de chaleur (312).

6. Installation de traitement (100) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** un gaz froid est le gaz chauffant ; et/ou **qu'un** gaz froid est de l'air recyclé d'un ou de plusieurs guidages d'air recyclé (118) et/ou modules à circulation d'air (116) ; et/ou **qu'un** gaz froid est du gaz frais, en particulier de l'air frais.
7. Installation de traitement (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** un échangeur de chaleur (134) et/ou un dispositif de transfert de chaleur (300) comprennent un échangeur de chaleur à faisceau thermique (320), lequel comprend plusieurs tubes cylindriques creux (304), dans laquelle un espace (306) entourant les tubes cylindriques creux (304) est divisé au moyen de plusieurs éléments de séparation (308) en plusieurs zones de transfert de chaleur et/ou sections de transfert de chaleur (312) et/ou étages de transfert de chaleur (302) isolés les uns des autres, dans laquelle il est prévu de préférence qu'une chute de pression puisse être produite et/ou maintenue entre des zones de transfert de chaleur et/ou sections de transfert de chaleur (312) et/ou étages de transfert de chaleur (302) adjacents au moyen d'une commande de pression et/ou d'une régulation de pression, par exemple en utilisant un dispositif de commande adapté pour commander et/ou réguler une ou plusieurs soufflantes (120) de telle manière qu'un gaz froid plus froid avec un risque de condensation plus faible s'écoule depuis une zone de transfert de chaleur et/ou une section de transfert de chaleur (312) et/ou un étage de transfert de chaleur (302) en passant par un élément de séparation (308) vers une zone de transfert de chaleur et/ou une section de transfert de chaleur (312) adjacente et/ou un étage de transfert de chaleur (302) adjacent, dans laquelle ou lequel du gaz froid comparativement plus chaud avec un risque de condensation plus élevé est disposé.
8. Installation de traitement (100) selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** deux zones de transfert de chaleur et/ou sections de transfert de chaleur (312) et/ou étages de transfert de chaleur (302) sont séparés l'un de l'autre au moyen de deux éléments de séparation (308), dans laquelle il est formé entre

les deux éléments de séparation (308) une zone de fente (314), à laquelle de préférence de l'air de blocage, en particulier de l'air frais, peut être amené.

9. Procédé pour traiter des pièces (102), comprenant : 5

- la traversée de plusieurs sections d'espace de traitement (114) d'un espace de traitement (112) d'une installation de traitement (100) par plusieurs flux de gaz guidés dans des circuits séparés ; 10
- le réchauffement des flux de gaz au moyen d'un flux de gaz chauffant, lequel est guidé dans un guidage de gaz chauffant (136) d'une installation de chauffage (126) de l'installation de traitement (100), 15

**caractérisé en ce que** de la chaleur produite dans un dispositif de chauffage (128) de l'installation de chauffage (126) est transférée sur un gaz chauffant guidé dans le guidage de gaz chauffant (136) au moyen d'un échangeur de chaleur (134) réalisé avec plusieurs étages, 20

et que du gaz évacué hors des modules à circulation d'air (116) est évacué par l'intermédiaire d'une section d'évacuation (142) du guidage de gaz chauffant (136) et est amené en tant que gaz chauffant à l'échangeur de chaleur (134) pour le réchauffer à nouveau. 25

30

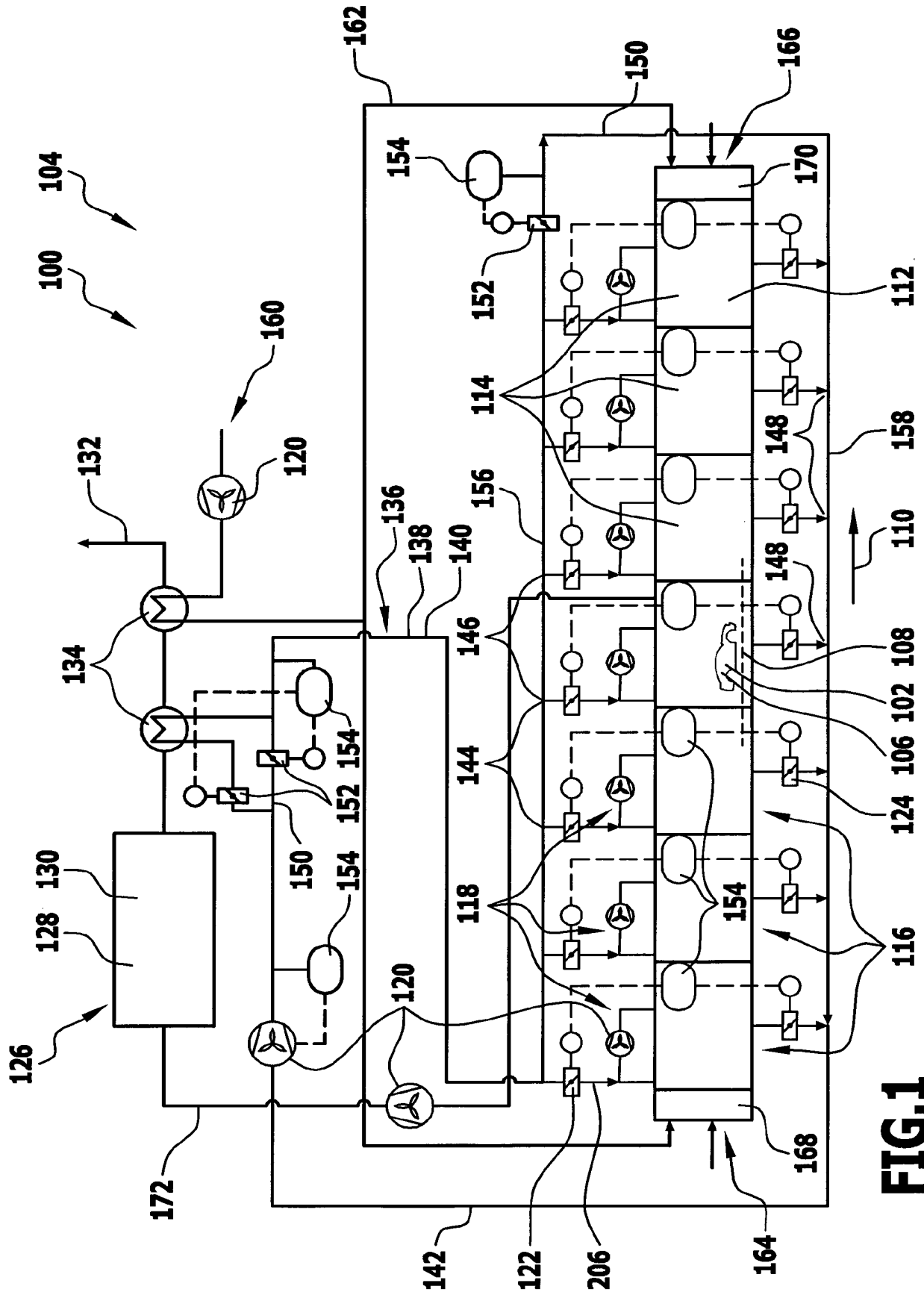
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'un** flux de gaz chauffant guidé dans le guidage de gaz chauffant (136) est amené à plusieurs étages d'échangeur de chaleur (302) d'un échangeur de chaleur (134) les uns après les autres pour le réchauffer. 35

40

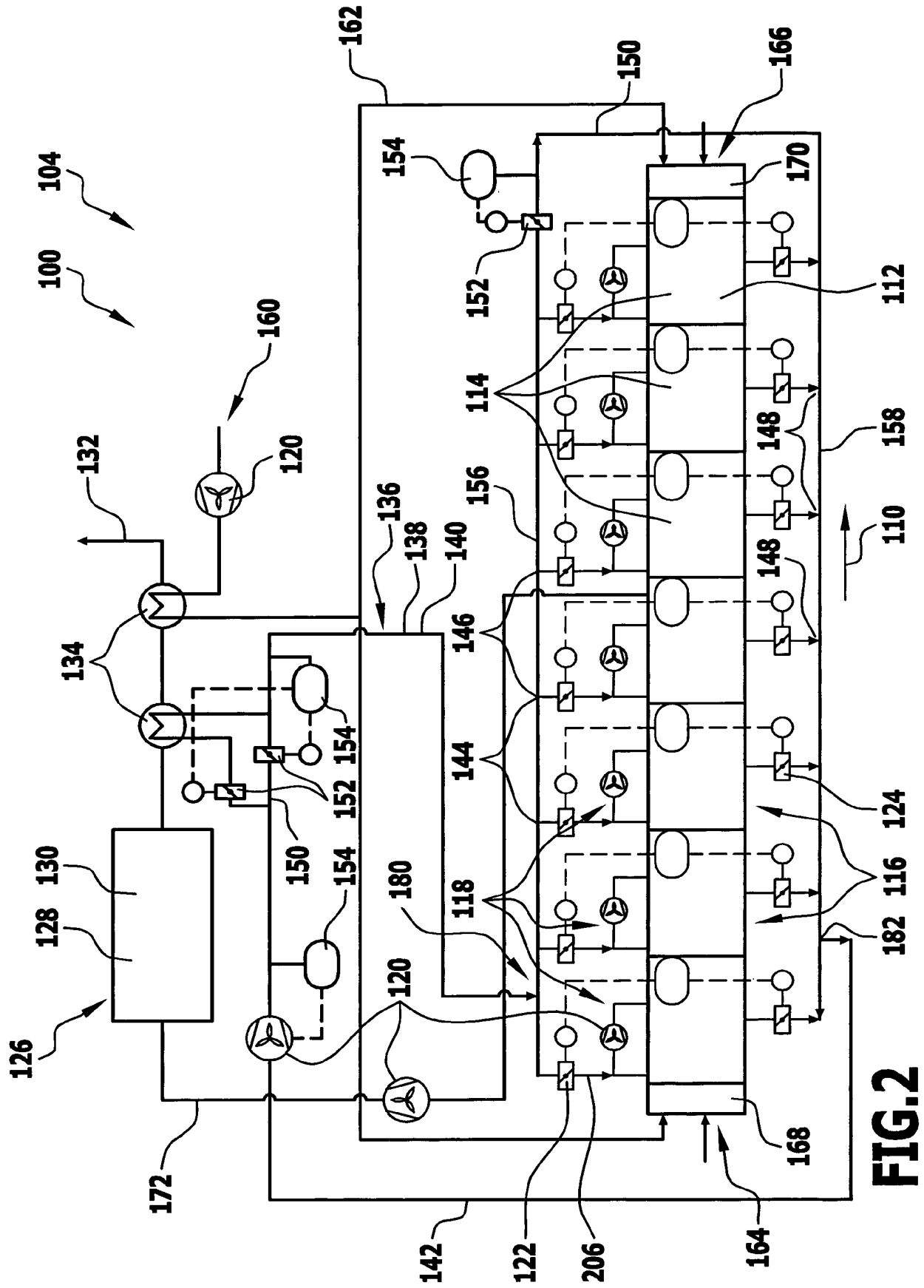
45

50

55



**FIG.1**



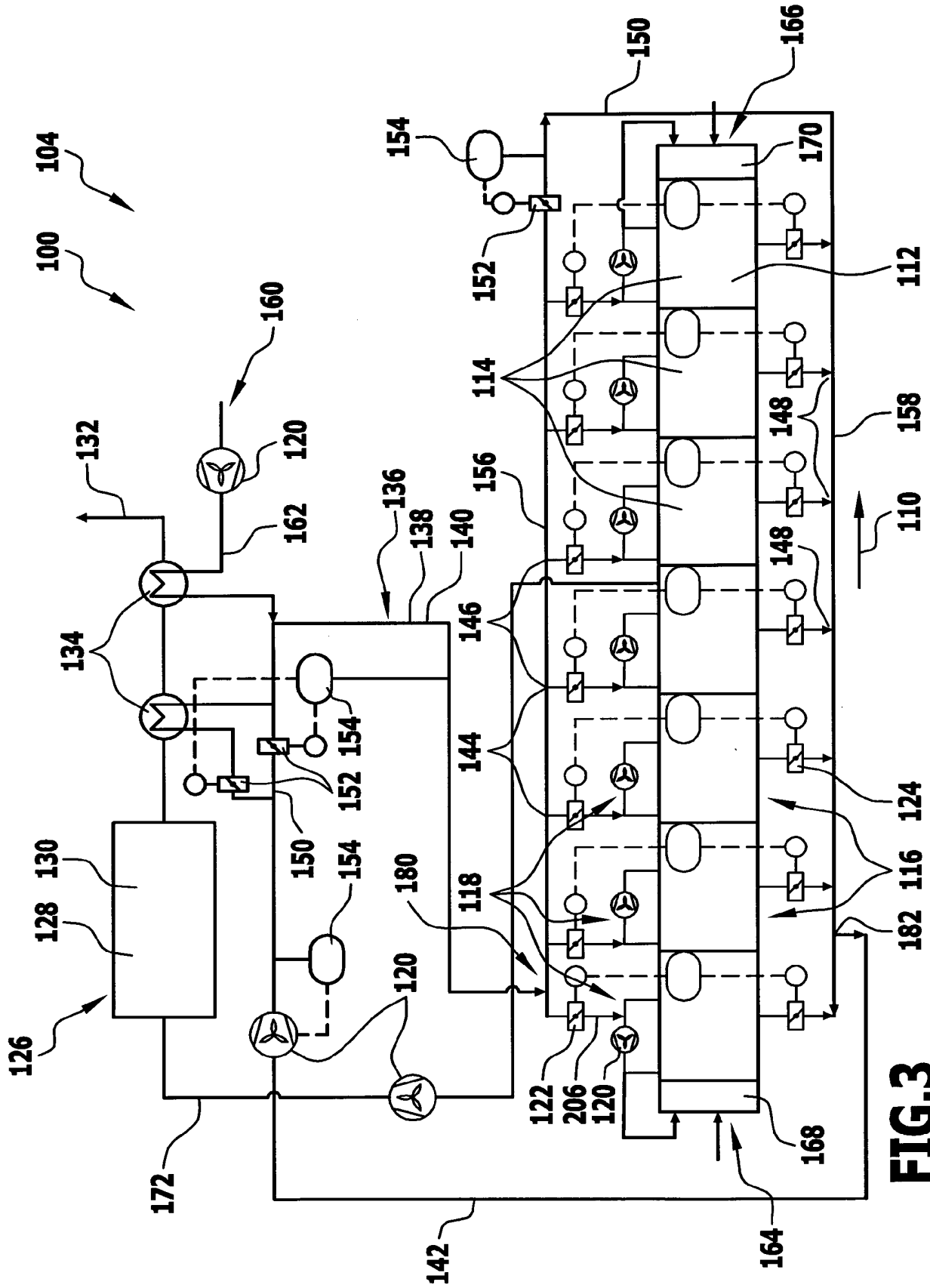
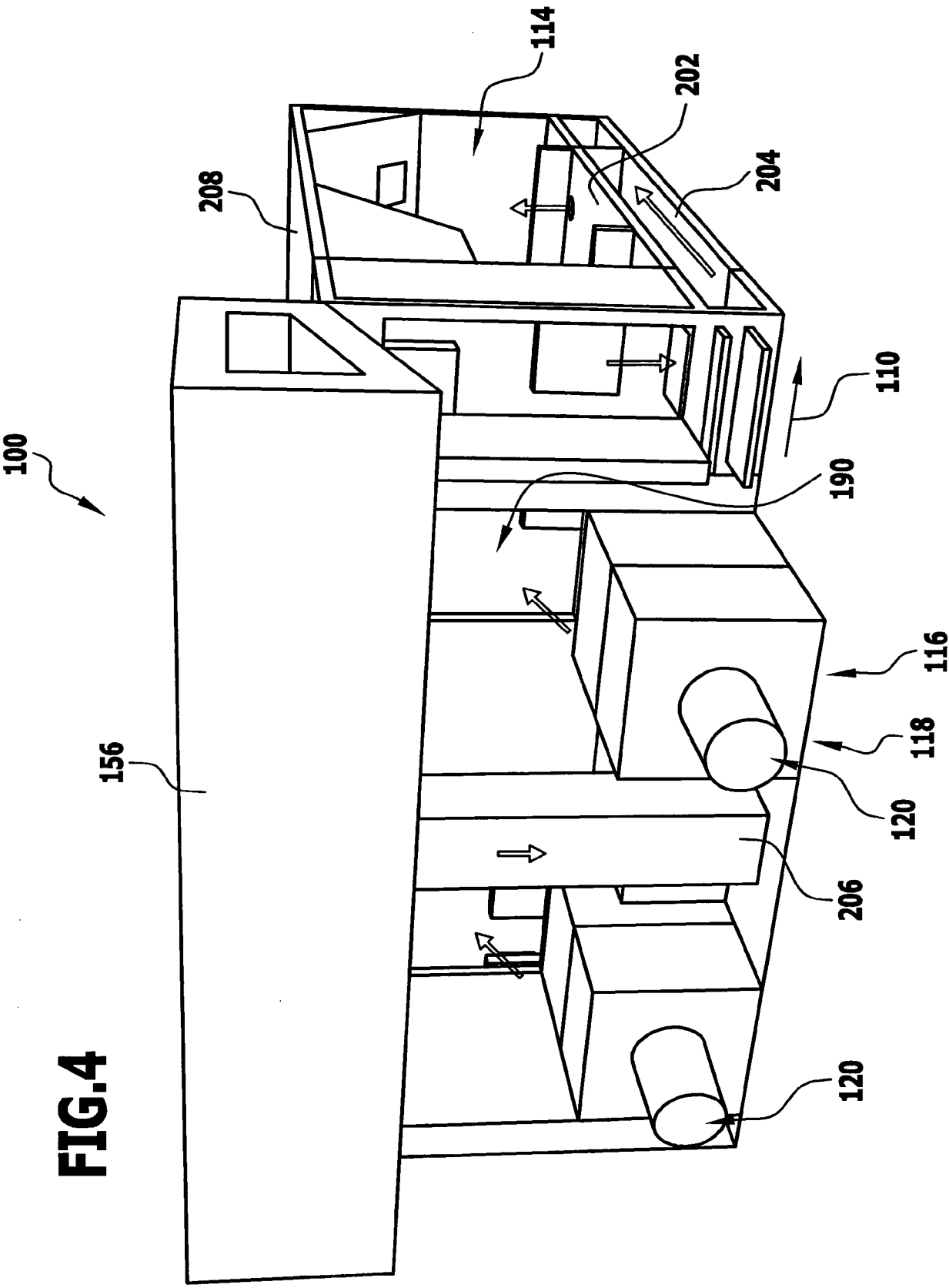
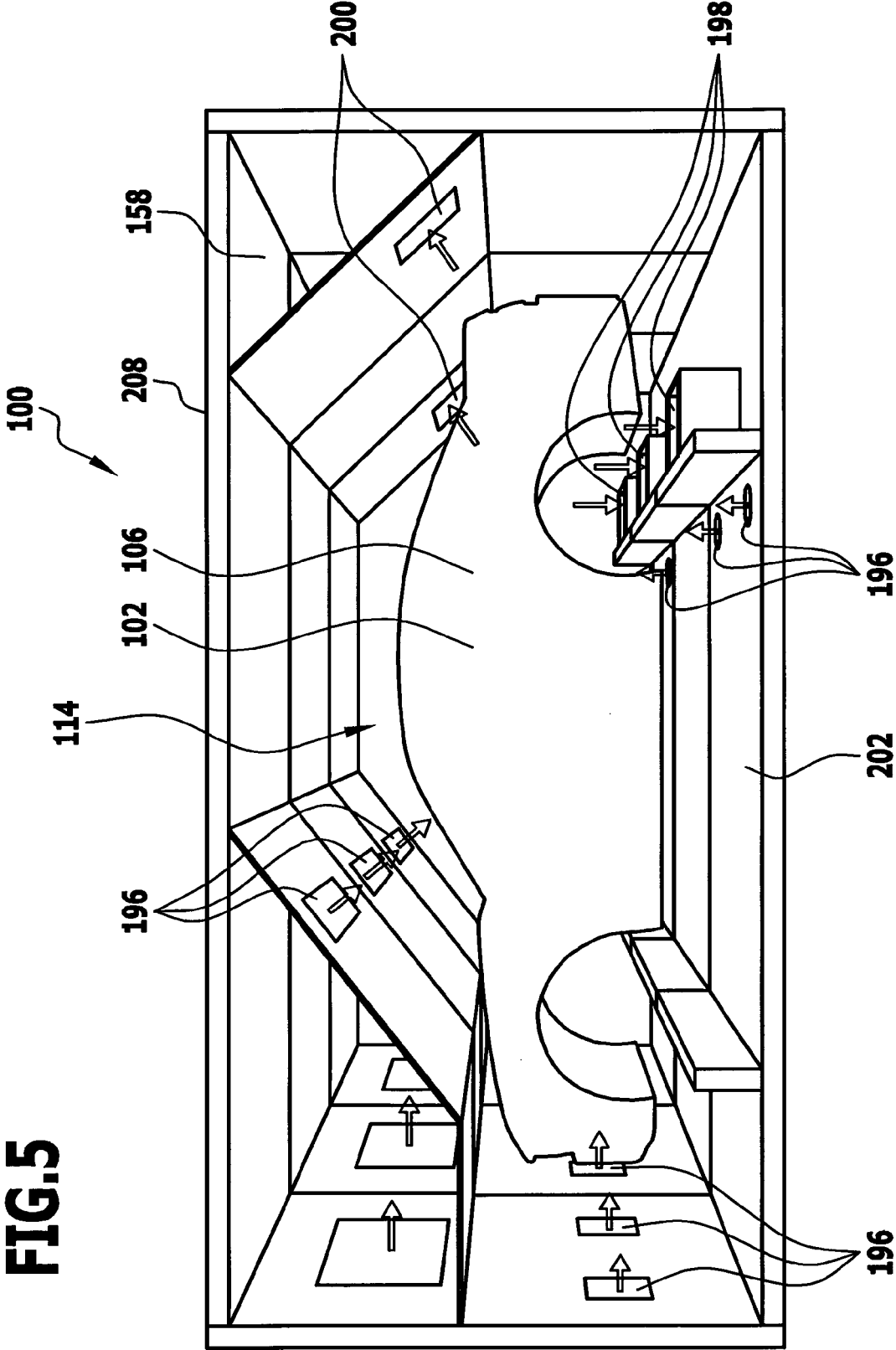
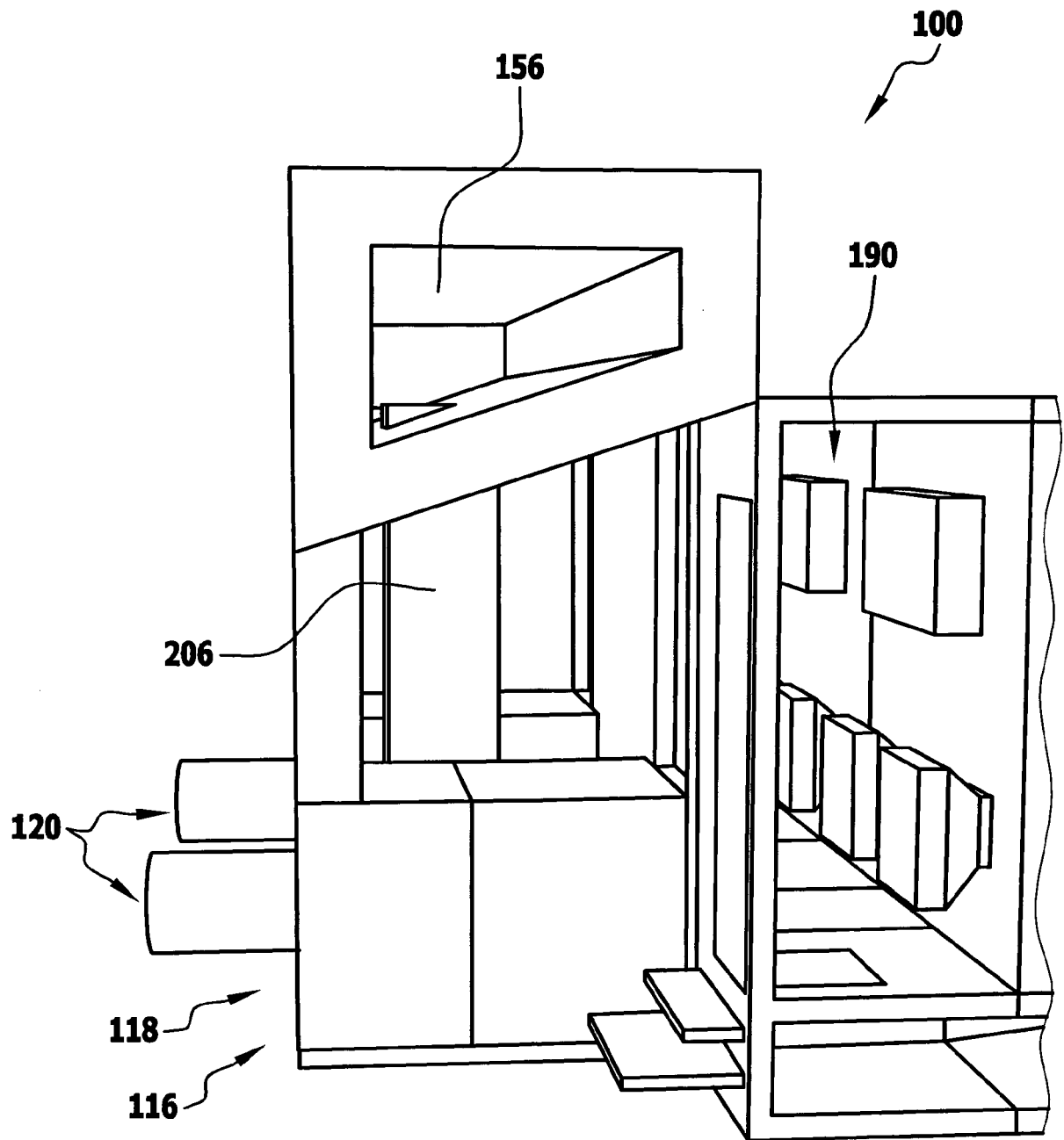


FIG.3







**FIG.6**



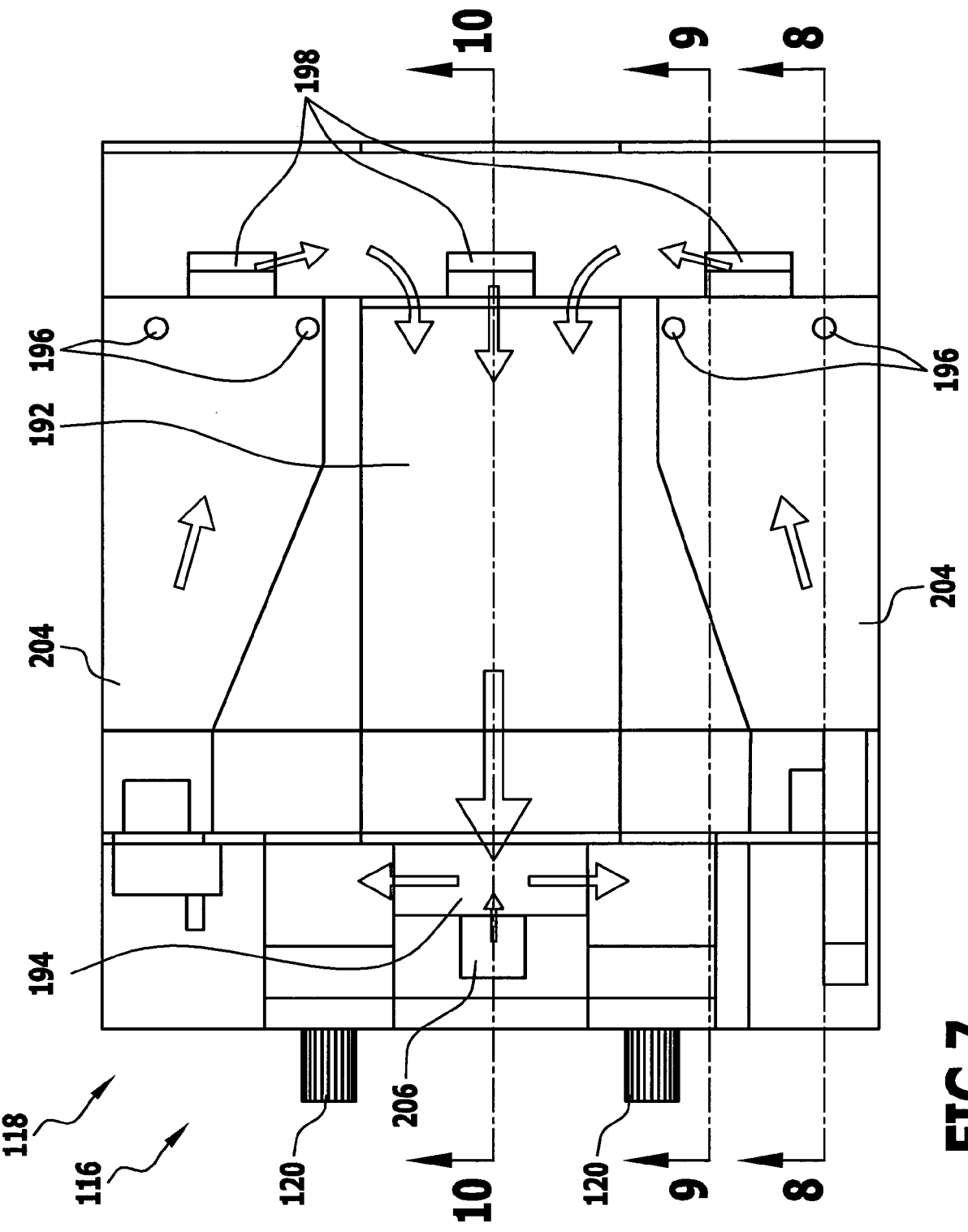
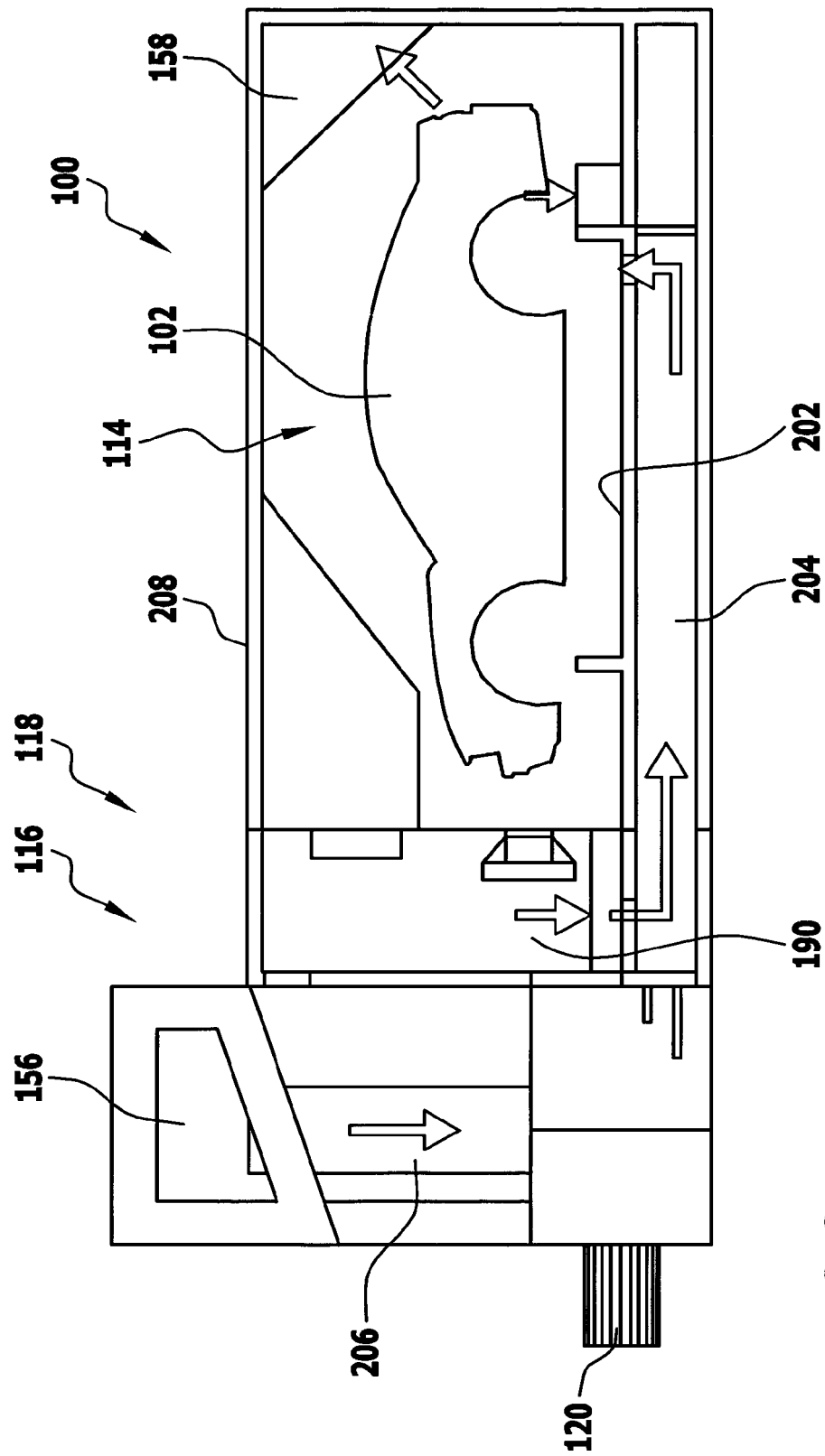
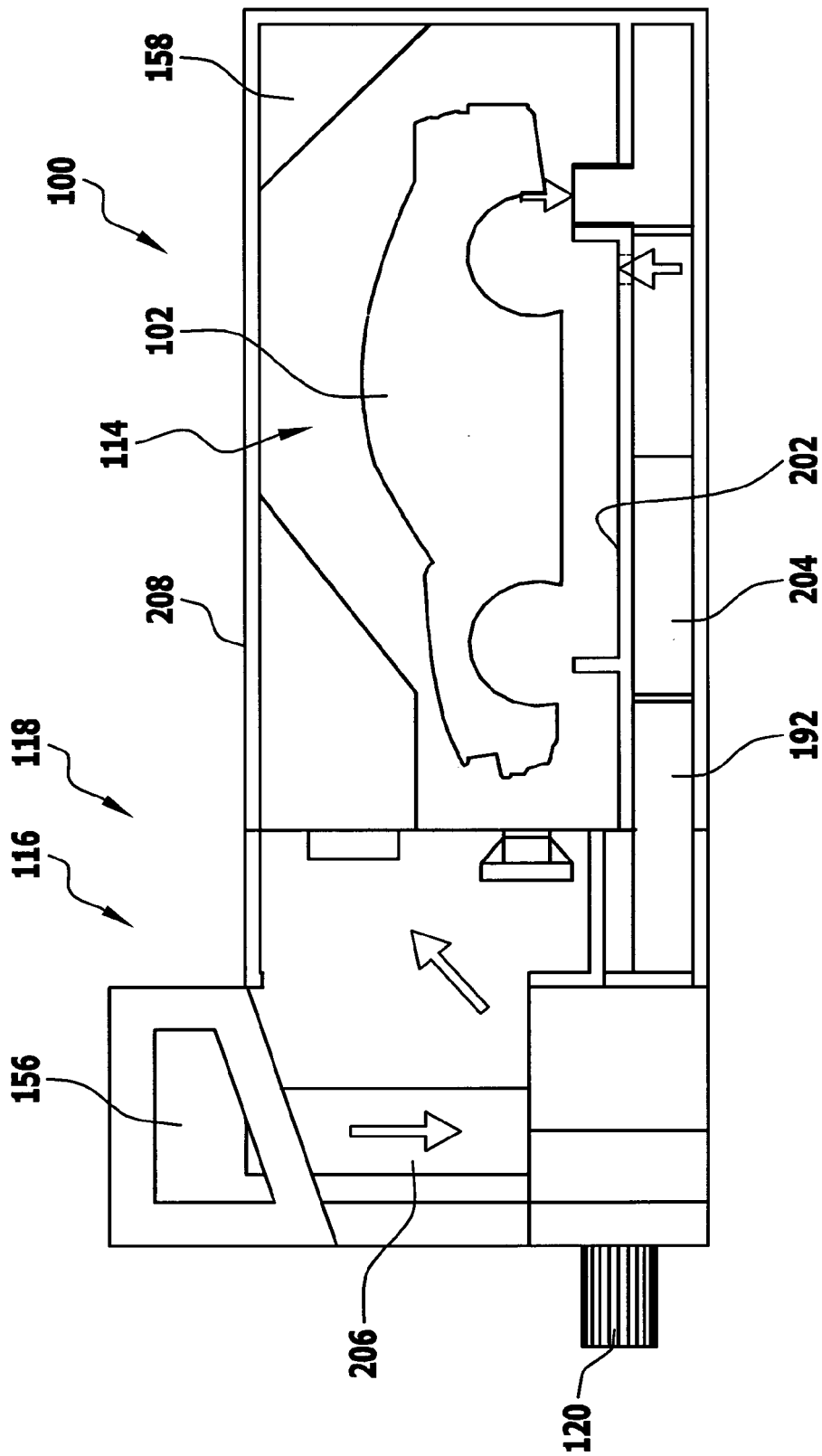


FIG.7



**FIG.8**



**FIG.9**

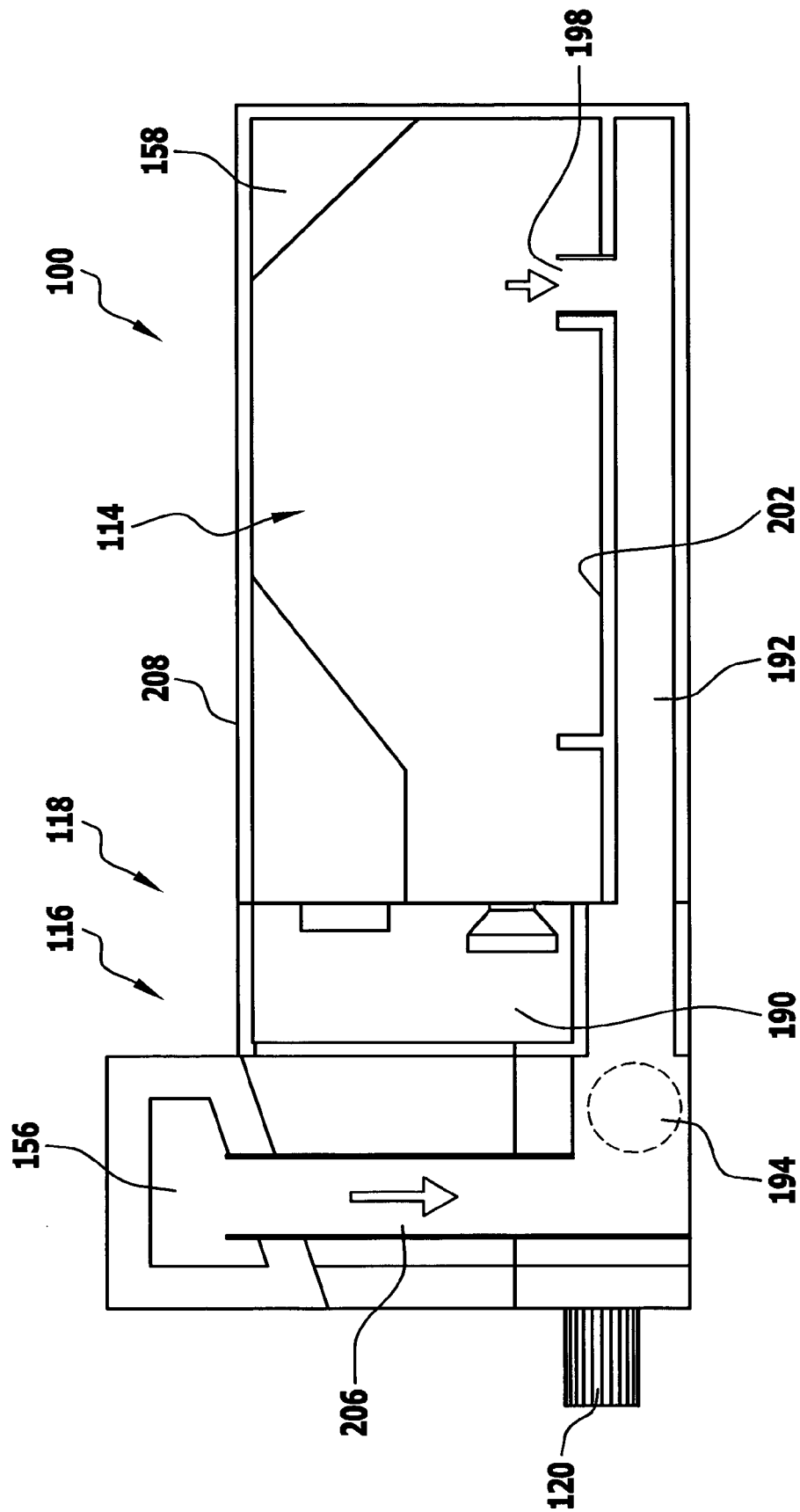
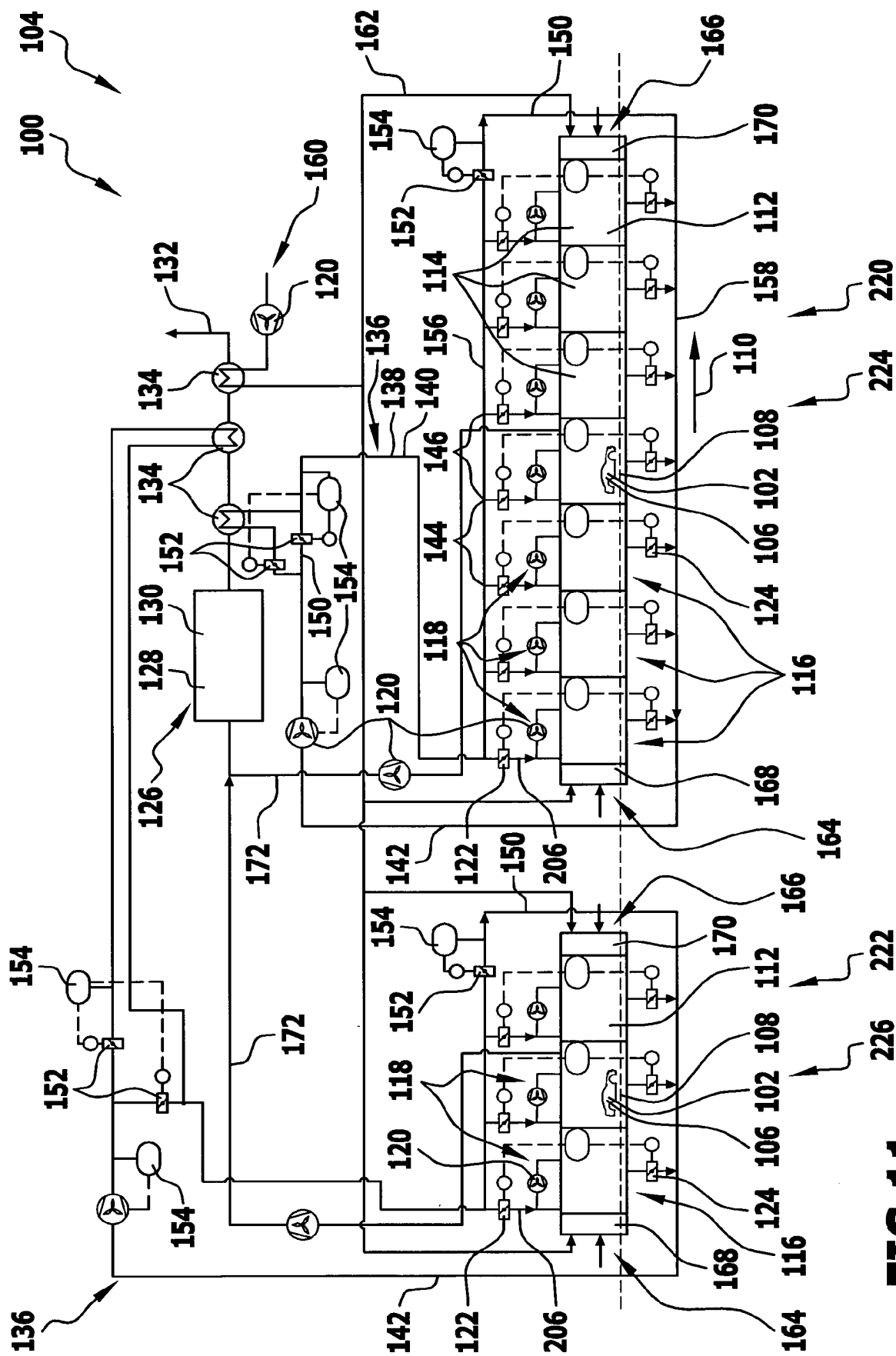
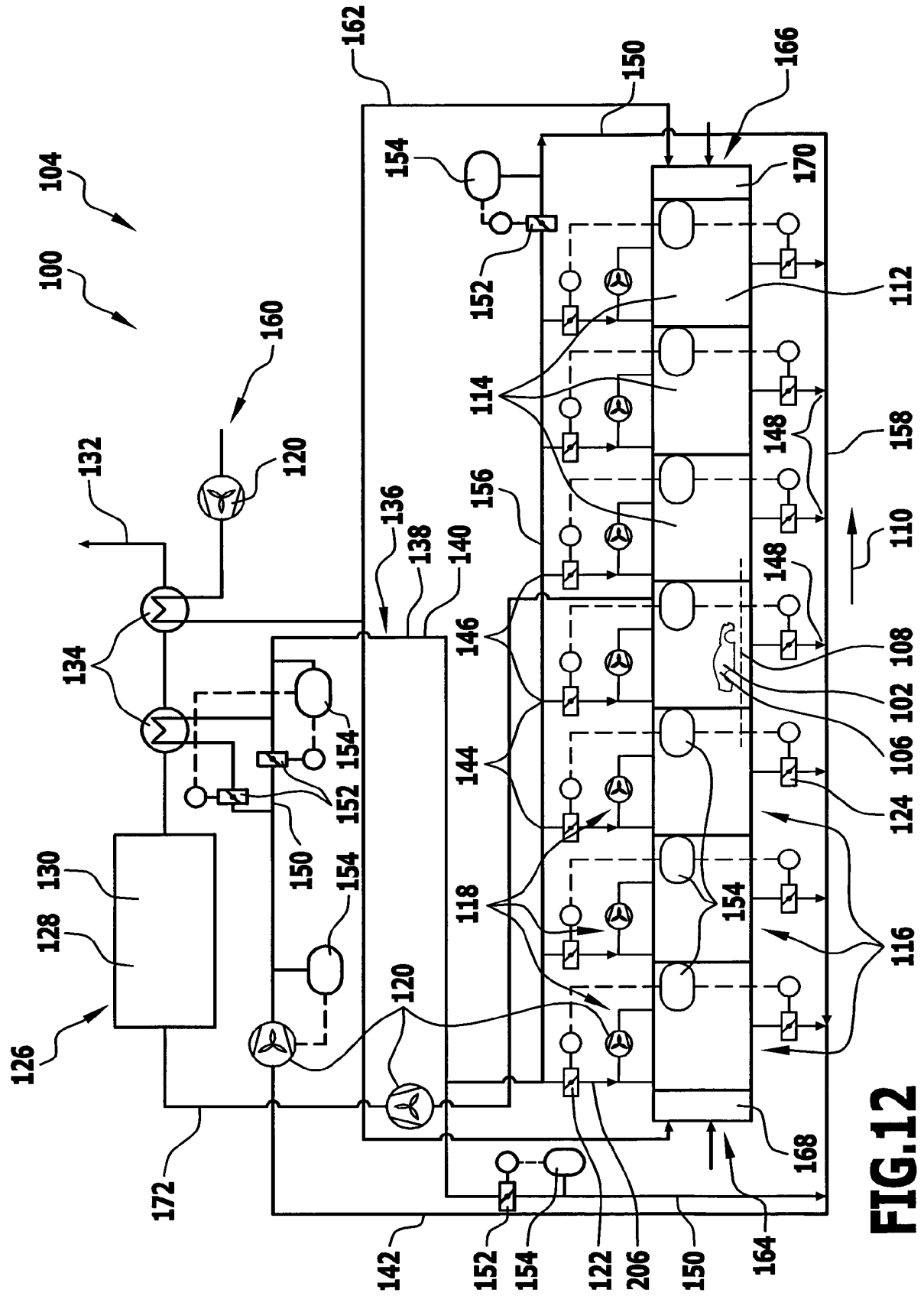
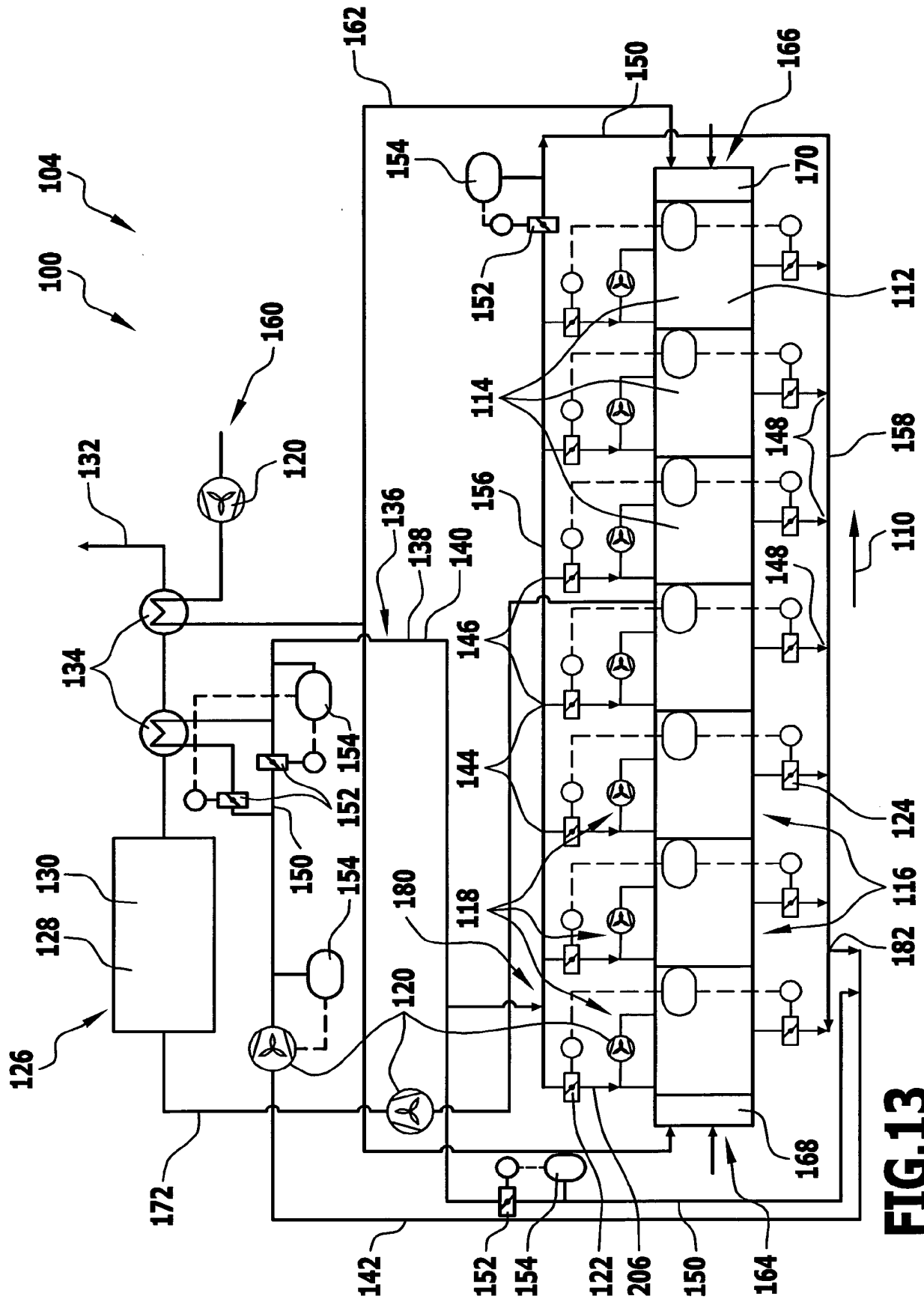
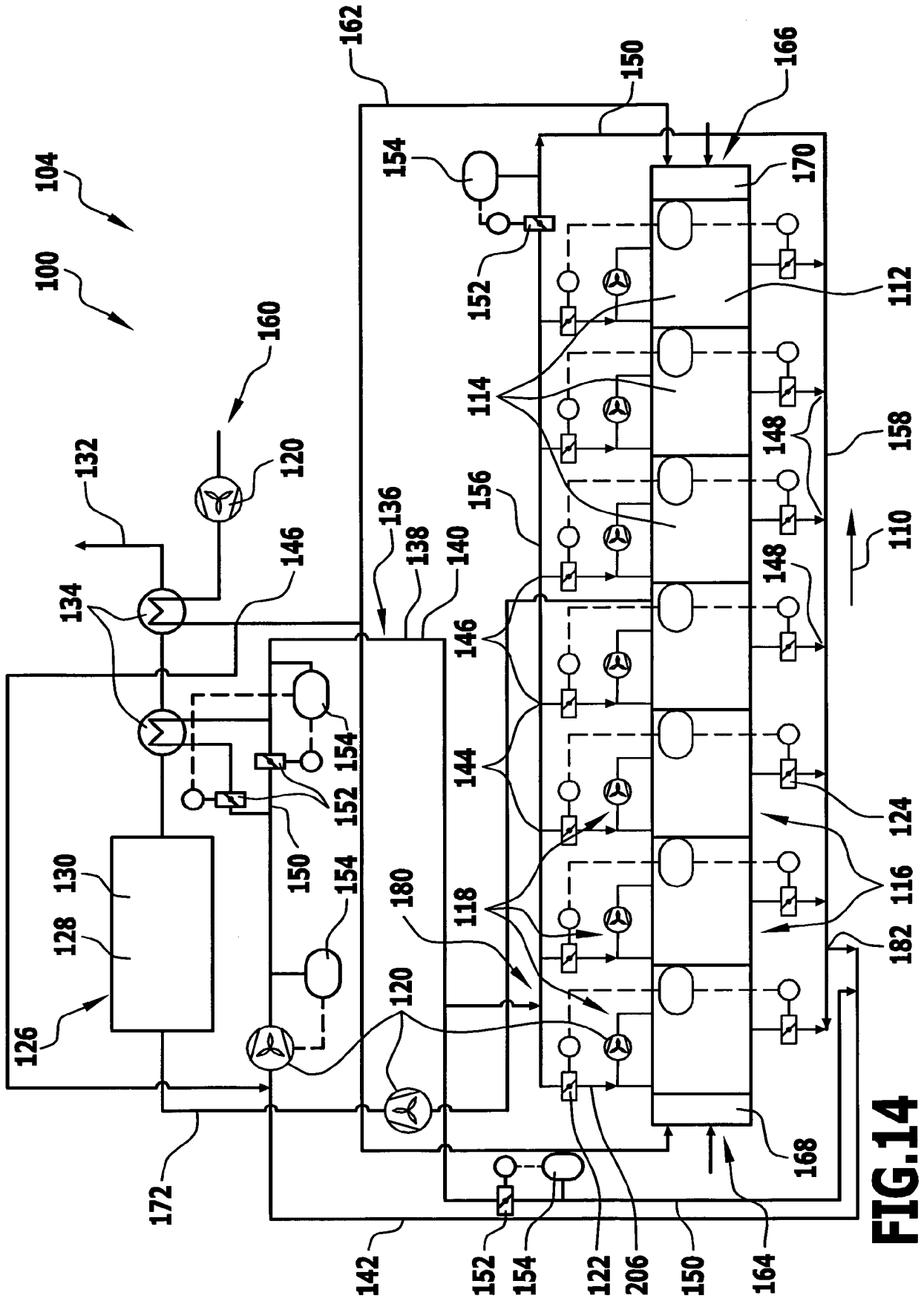


FIG.10



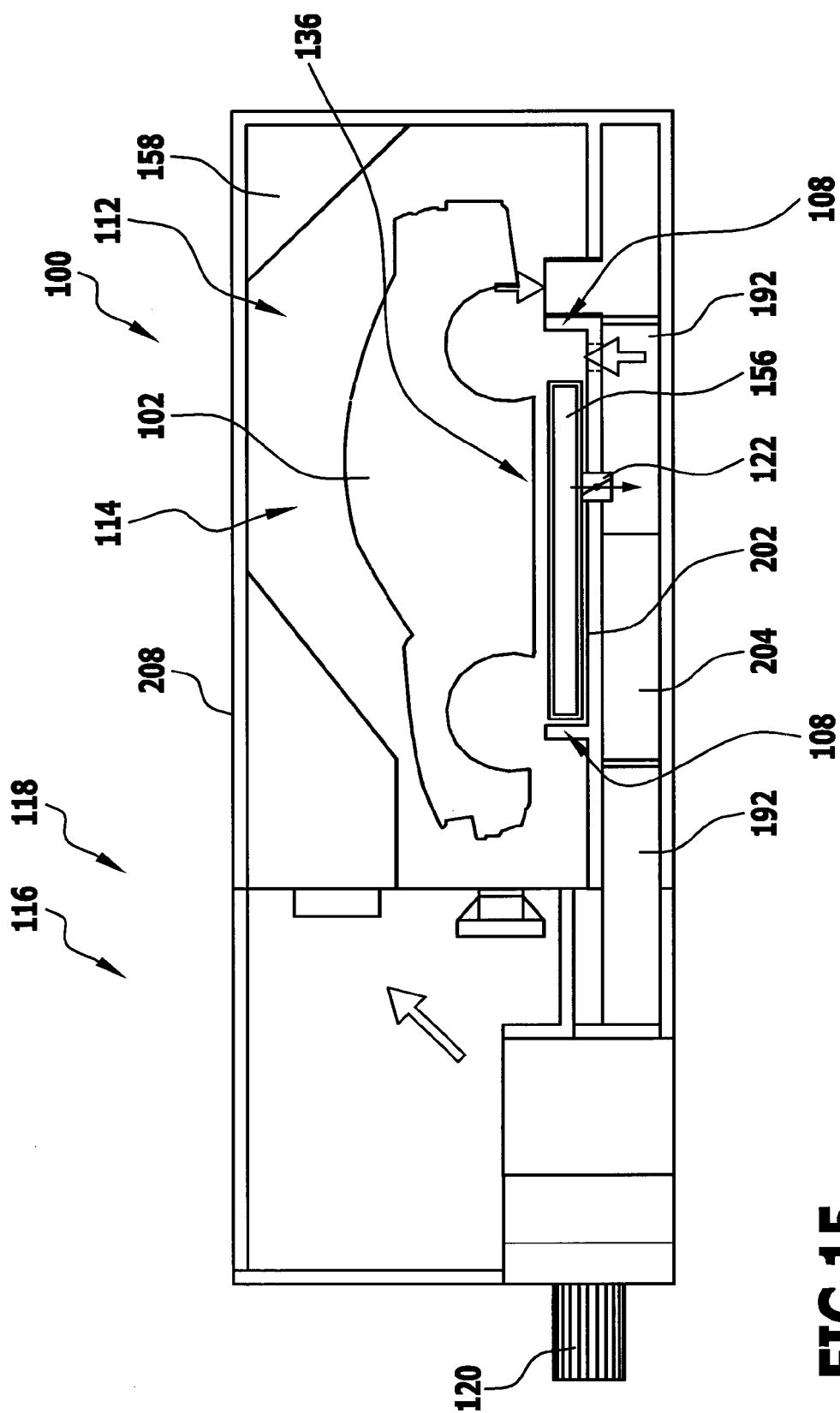




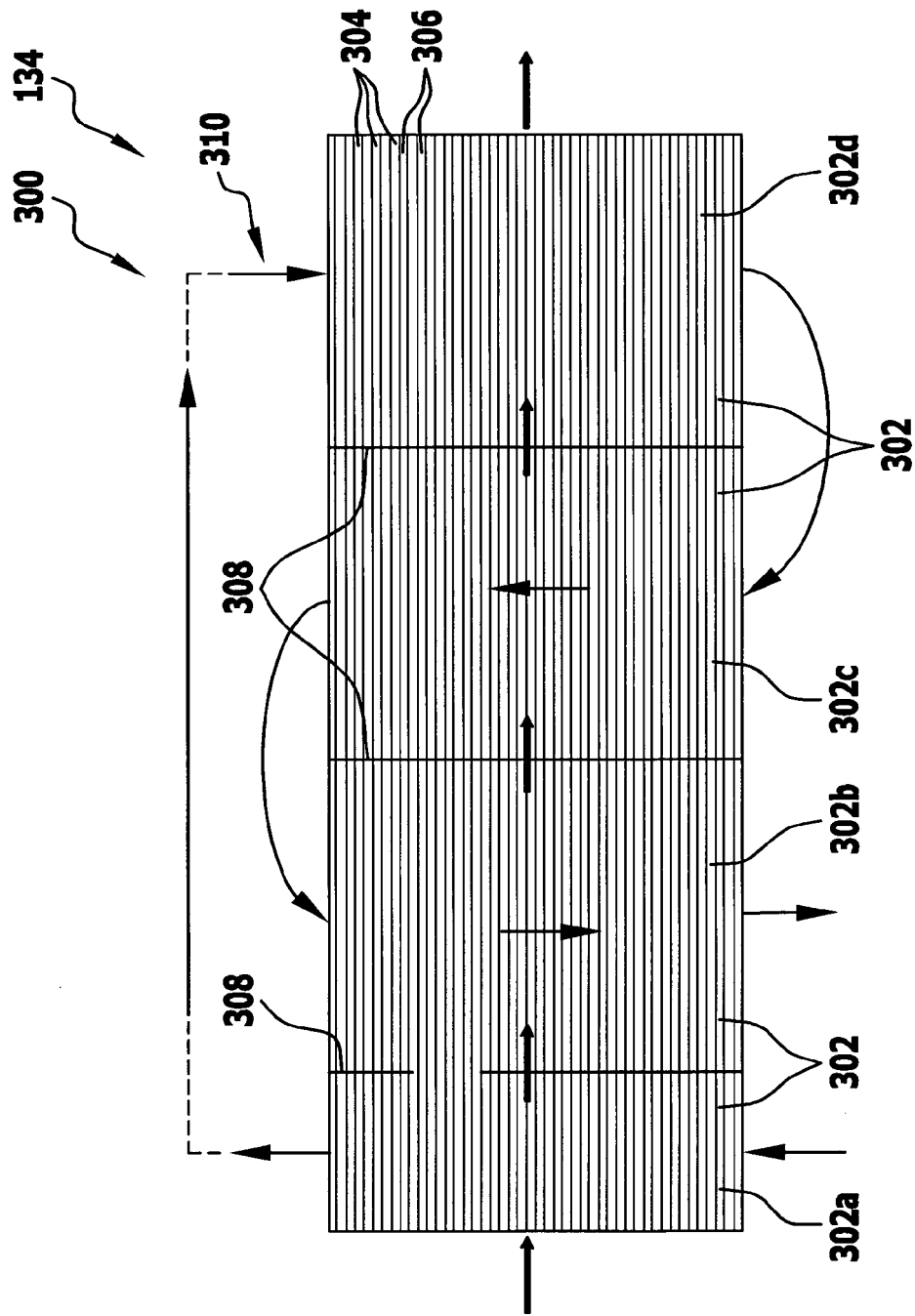


**FIG.14**

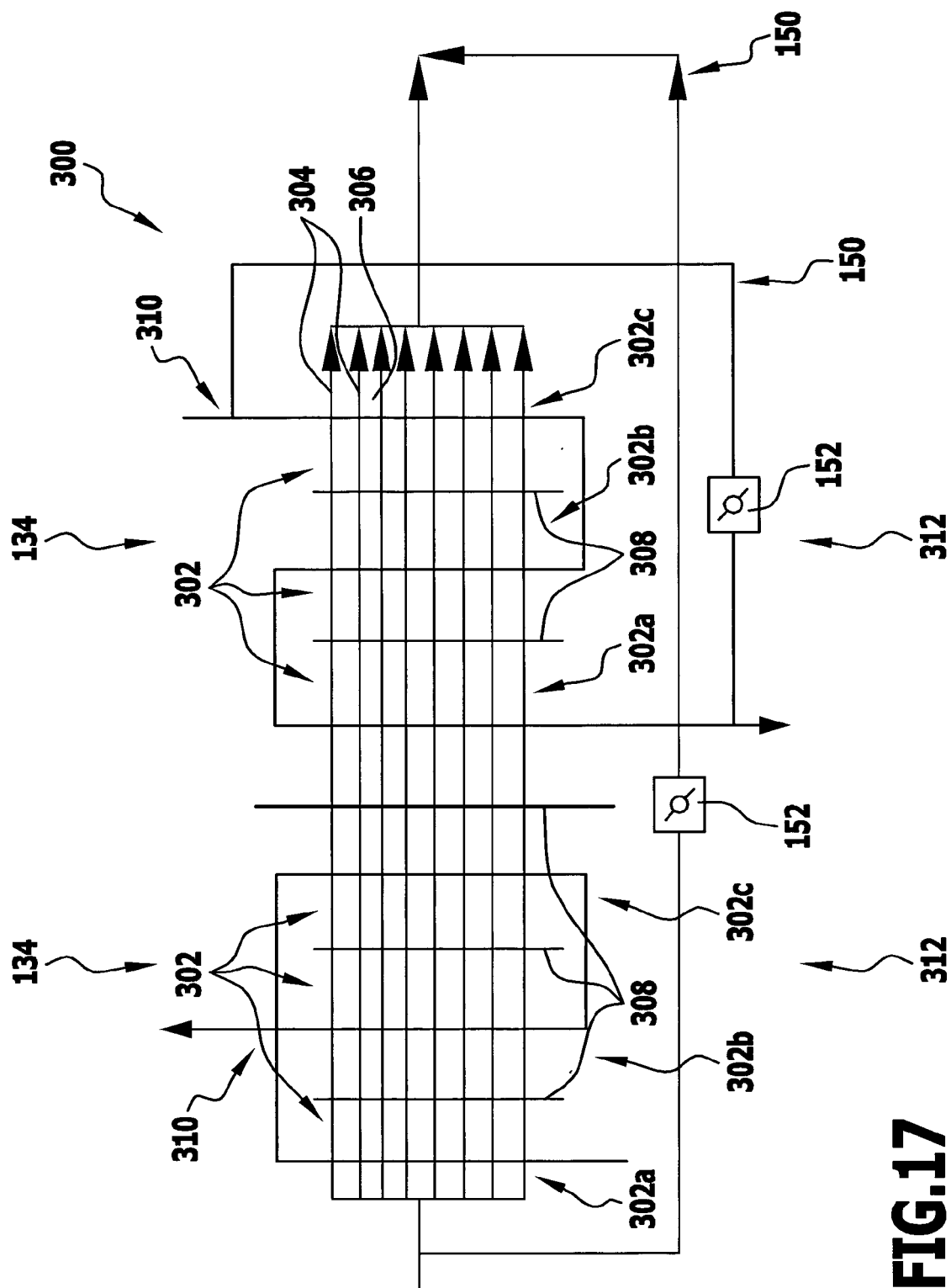


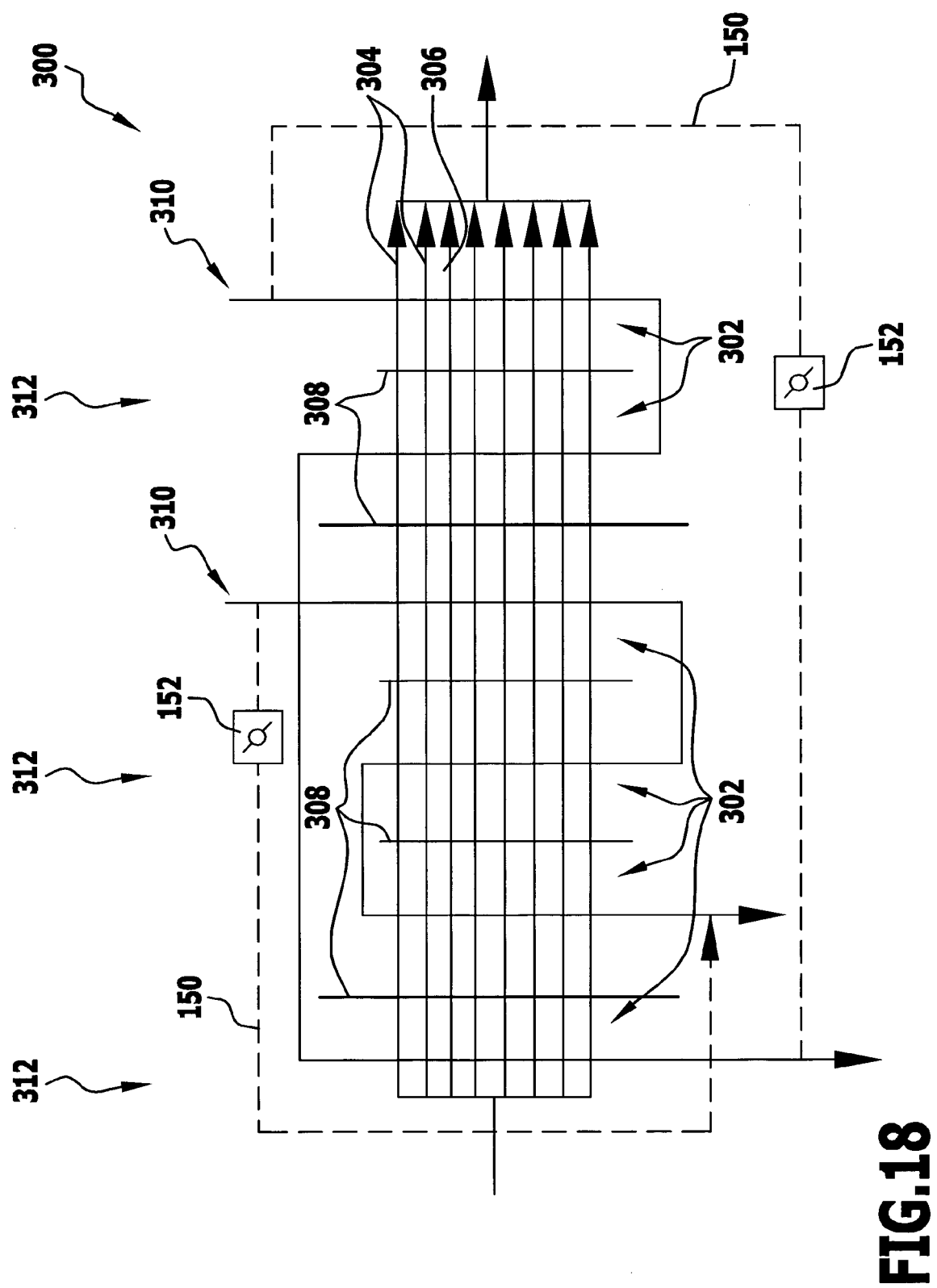


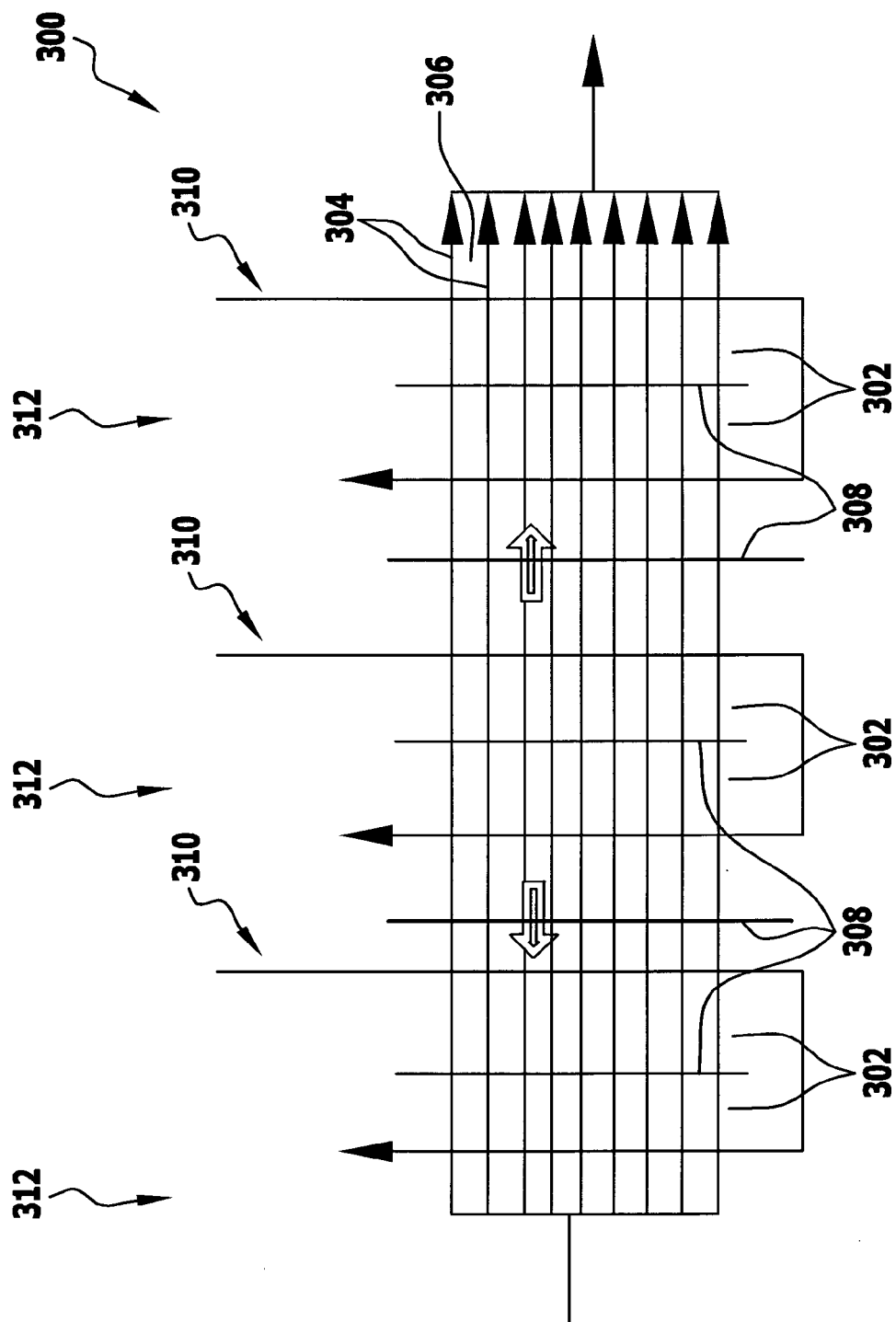
**FIG.15**



**FIG.16**







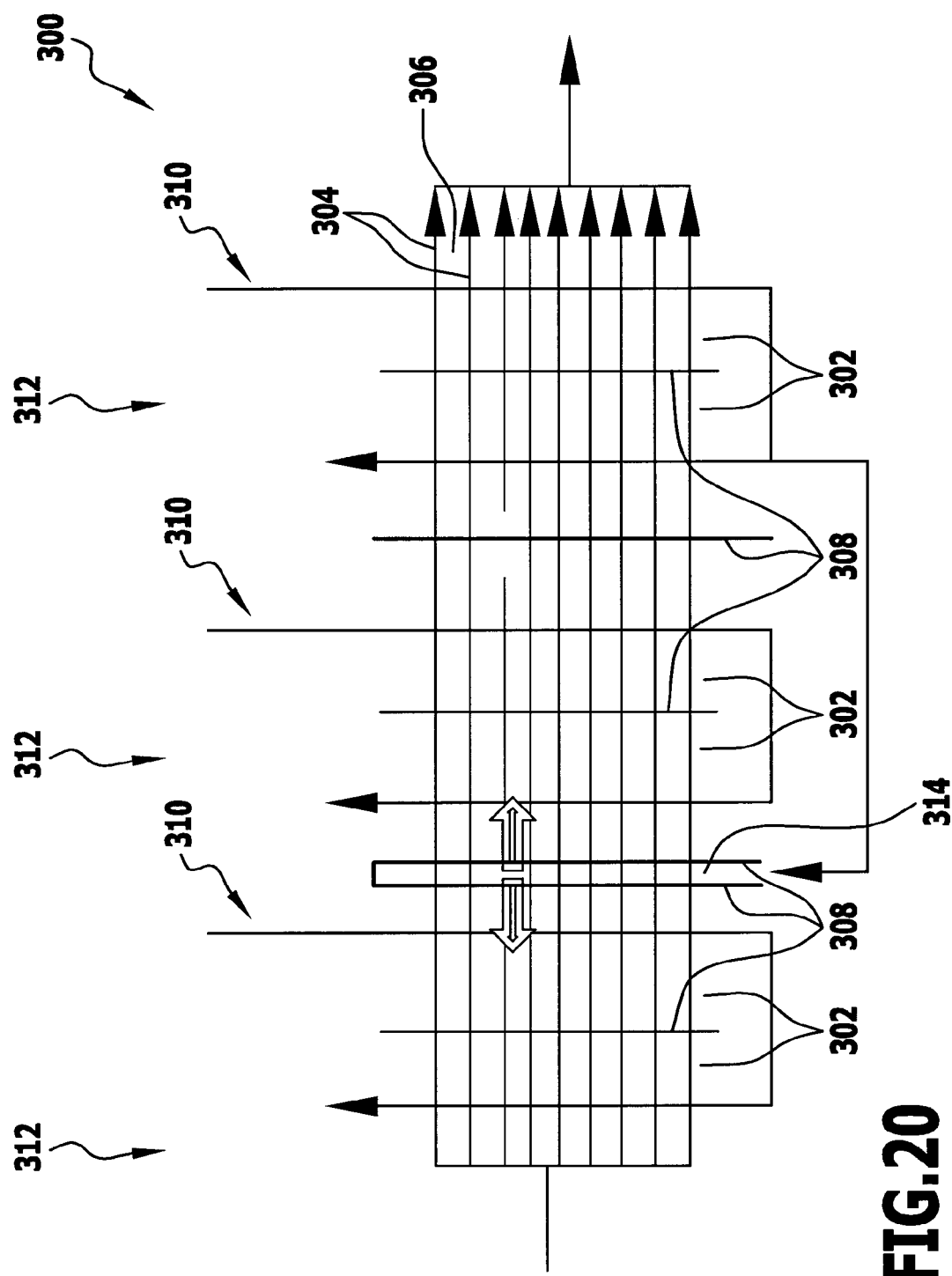
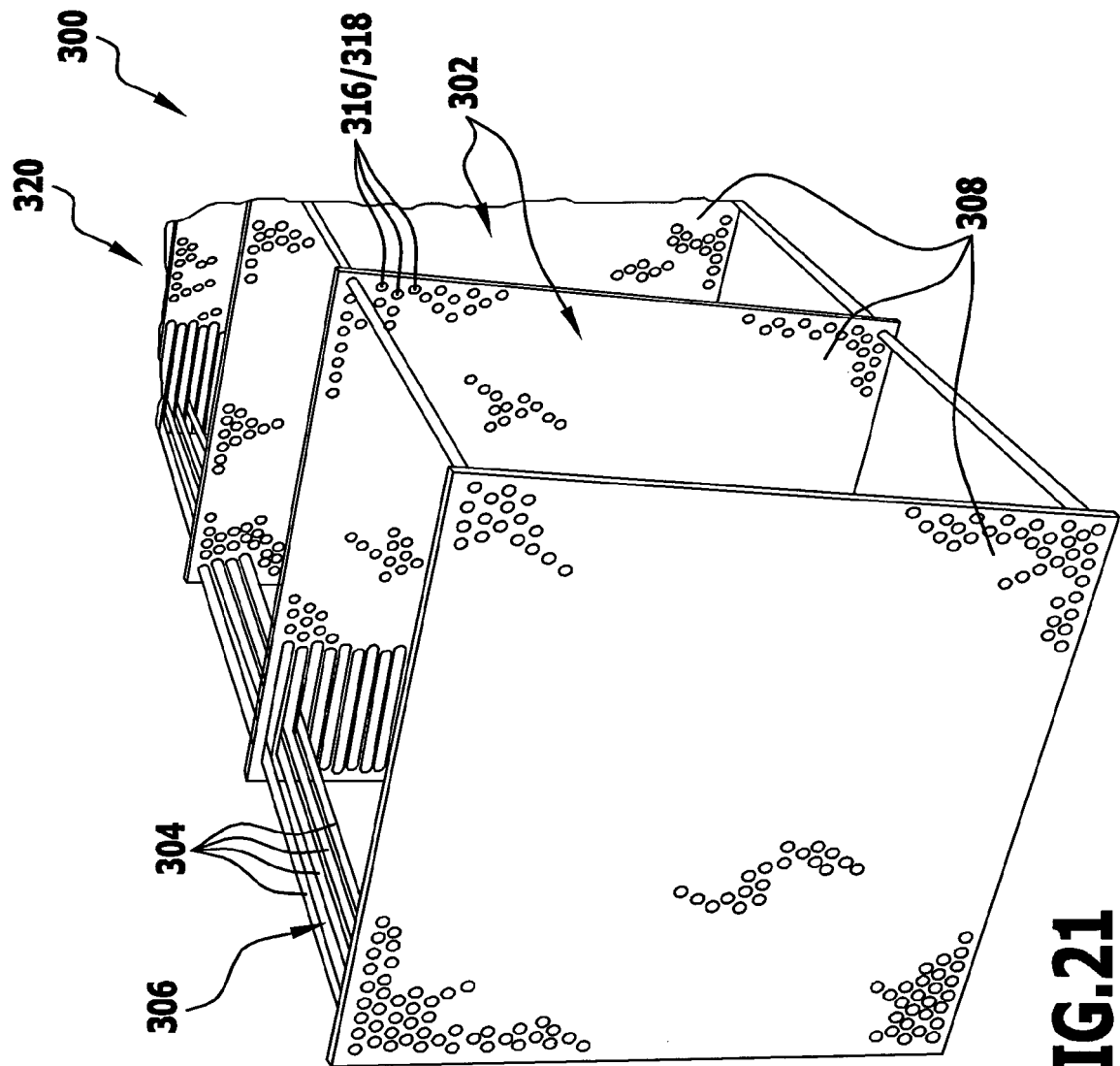


FIG.20



**FIG. 21**

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1998129 B1 [0002]
- US 20060068094 A1 [0002]
- EP 1302737 A2 [0002]
- WO 02073109 A1 [0002]
- DE 102012207312 A1 [0003]
- DE 19735322 A1 [0003]
- US 2013014406 A1 [0003]
- DE 102011076469 A1 [0003]
- WO 9819124 A1 [0004]
- US 5477846 A [0005]
- US 2970811 A [0005]
- US 5061177 A [0005]