



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **720 474 A1**

(51) Int. Cl.: **F24F 11/77** (2018.01)  
**F24F 7/08** (2006.01)

**Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 000096/2023

(71) Anmelder:  
Felix & Co AG, Landstrasse 70  
5412 Gebenstorf (CH)

(22) Anmeldedatum: 03.02.2023

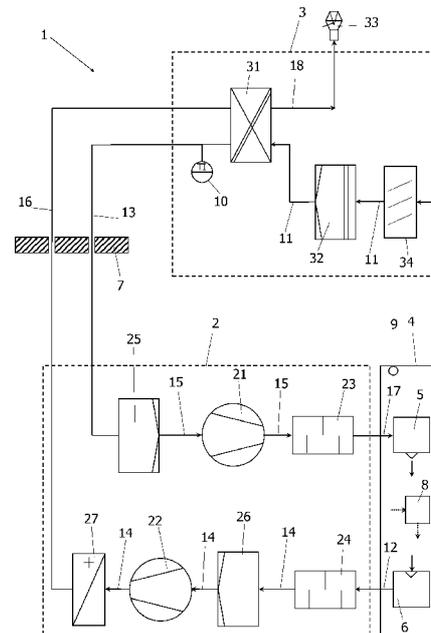
(72) Erfinder:  
Thomas Felix, 5413 Birnenstorf (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.08.2024

(74) Vertreter:  
Industrial Property Services GmbH, Rosenweg 14  
4303 Kaiseraugst (CH)

(54) **Lüftungssystem enthaltend eine Druckprüfung**

(57) Ein Lüftungssystem (1) umfasst einen Raum (4), ein Raumlüftungsmodul (2) und ein Wärmetauschermodul (3). Das Wärmetauschermodul (3) ist vom Raumlüftungsmodul (2) räumlich durch eine Gebäudebegrenzung (7) getrennt, wobei sich das Wärmetauschermodul (2) ausserhalb des Raums (4) befindet. Im Raum (4) ist ein Drucküberwachungsmodul (9) angeordnet, sodass ein erster Ventilator (21) und ein zweiter Ventilator (22) bei einer Inbetriebnahme einer zuschaltbaren Luftquelle oder Luftsenke (8) im Raum (4) abschaltbar sind, wenn eine Druckveränderung durch das Drucküberwachungsmodul (9) detektiert wird.



## Beschreibung

### Hintergrund

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lüftungssystem zur Belüftung eines Gebäudes. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Lüftungssystem eines geschlossenen Raums oder einer Mehrzahl von Räumen, beispielsweise eines Zimmers in einer Wohnung oder in einem Wohnhaus.

### Stand der Technik

[0002] Aus der EP 2 613 099 A2 ist ein Raumlüftungssystem bekannt, welches die Steuerungen verschiedener in einem oder mehreren Räumen befindlicher Geräte, die eine Veränderung des Luftdrucks bewirken können, wie beispielsweise Lüftungsgeräte, Dunstabzüge, die mindestens teilweise mit eigenen Stell- oder Steuermitteln versehen sind, an eine zentrale Steuerung koppelt. Hierzu überwacht die zentrale Steuerung den Betriebszustand dieser Geräte und überprüft Messwerte von Druckmessgeräten in den Räumen und im Aussenbereich. Bei zu hohen Differenzdrücken zum Umgebungsluftdruck wird dem Raum Aussenluft zugeführt. Somit ermöglicht dieses Raumlüftungssystem eine selbsttätige Regulierung eines in einem Raum entstehenden Differenzdrucks.

[0003] Bei einem unzulässigen Druckabfall werden mittels der zentralen Steuerung gleichzeitig ein oder mehrere separate Lüftungsgeräte betätigt. Zudem wird bei Druckabfall ein Aussenluftdurchlass automatisch betätigt oder ein Lüftungsfenster ist vorgesehen, wobei das oder die Lüftungsgeräte in eine Betriebsstellung schalten, in welcher dem Raum Aussenluft in steuerbarer Menge zum Ausgleichen des Unterdrucks zugeführt wird. Die zentrale Steuerung ist mit einer Druckmessstelle für den Referenz-Aussendruck und mit einer Druckmessstelle für den Innenluftdruck bzw. einen Differenzdruck versehen.

[0004] Dieses Lüftungssystem hat den Nachteil, dass die Steuerung aufgrund der Auswertung einer Vielzahl von Sensordaten komplex aufgebaut ist und damit einer kontinuierlichen Überprüfung und Funktionskontrolle bedarf. Zudem differieren die Grössenordnungen der Volumenströme, welche beispielsweise durch eine Dunstabzughaupe erzeugt werden von den Volumenströmen, welche für die Belüftung eines Wohn- oder Schlafraums benötigt werden, derart, dass hierfür das im Dokument erwähnte separate Zuluftgerät erforderlich ist. Ein Volumenstrom einer durch eine Dunstabzughaupe abgesaugten Abluft liegt üblicherweise in einem Bereich 300 bis 700 m<sup>3</sup>/h. Beispielsweise beträgt der Volumenstrom für einen Durchmesser von d=160 mm 400 m<sup>3</sup>/h. Für eine kontrollierte Wohnraumlüftung beträgt der Volumenstrom der Zuluft bei Normallüftung 120 m<sup>3</sup>/h. Bei Intensivlüftung beträgt der Volumenstrom 180 m<sup>3</sup>/h. Würde daher diese Dunstabzughaupe in einem Raum betrieben, der mittels kontrollierter Wohnraumlüftung mit Zuluft versorgt wird, entsteht im Raum durch den wesentlich höheren Abluftstrom ein unzulässiger Unterdruck. Um die Entstehung eines unzulässigen Unterdrucks im Raum zu verhindern, ist daher eine komplexe Steuerung sowie ein Wohnraum-Lüftungsgerät erforderlich.

[0005] Gemäss eines weiteren Ausführungsbeispiels wird durch den Betrieb eines Cheminees oder Schwedenofens ein Unterdruck von ca. 80 Pascal (Pa) im Raum erzeugt. Für eine kontrollierte Wohnraumlüftung beträgt der maximal zulässige Unterdruck zurzeit 4 Pa. Daher sind auch für diese Anwendung eine komplexe Steuerung sowie ein Wohnraum-Lüftungsgerät erforderlich, um den Unterdruck im zulässigen Bereich zu halten.

[0006] Um das Entstehen des unzulässigen Unterdrucks zu verhindern, ist somit gemäss EP 2 613 099 A2 eine komplexe, zentrale Steuerung, welche gleichzeitig ein oder mehrere separate Lüftungsgeräte betätigt, erforderlich. Folglich ist die Lösung gemäss EP 2 613 099 A2 mit zusätzlichen Anschaffungs- und Betriebskosten für die Steuerung und das Wohnraum-Lüftungsgerät verbunden. Noch aufwändiger erscheint die Lösung gemäss EP 3 173 706 A1, gemäss welcher in der einzigen Zuluftleitung eine Gebläseeinheit und in jeder der Abluftleitungen eine dezentrale Gebläseanordnung angeordnet ist. Die Luftmengen jedes Gebläses in der dezentralen Gebläseanordnung müssen mit Sensoren gemessen werden. Mittels der Steuerung wird die Gesamtabluftmenge ermittelt und die Gebläseeinheit derart eingestellt, dass die Zuluftmenge zu jedem Zeitpunkt der Gesamtabluftmenge entspricht, damit kein Unterdruck entstehen kann.

[0007] Daher besteht Bedarf an einem Lüftungssystem, in welchem der maximal zulässige Differenzdruck in sämtlichen Wohnräumen ohne zusätzliche Steuerung zuverlässig eingehalten werden kann.

[0008] Ein weiteres Lüftungssystem 100 ist in der CN107797323U gezeigt, siehe hierzu Fig. 2. Das Lüftungssystem besteht aus einem Innenraummodul 101 und einem Aussenraummodul 102. Das Aussenraummodul 102 enthält einen Wärmetauscher 103. Das Aussenraummodul 102 enthält auch einen Ventilator 105, mittels welchem Aussenluft über den Einlassstutzen 106 angesaugt wird und über einen Filter 108 zum Wärmetauscher 103 geleitet wird. Im Wärmetauscher 103 kann die Aussenluft in Abhängigkeit von der von einem Temperatursensor 116 gemessenen Temperatur erwärmt werden und über eine Frischluftleitung 113 vom Wärmetauscher 103 in eine Sterilisationskammer 120 geleitet werden. Die sterilisierte, erwärmte Aussenluft wird dann über den Luftauslass 122 in einen nicht dargestellten Innenraum eingeleitet. Der Microcontroller 115 schaltet den Wärmetauscher 103 ab, wenn die mittels des Temperatursensors 116 gemessene Temperatur der Aussenluft hoch genug ist, sodass sich deren Erwärmung erübrigt.

[0009] Im Innenraummodul 101 befindet sich ein Ventilator 117, welcher Abluft aus dem Innenraum über eine Abluftleitung 118 ansaugt und mittels der Luftauslassleitung 119 dem Wärmetauscher 103 zuführt. Eine Abluftleitung 114 führt vom Wärmetauscher 103 in die Umgebung.

[0010] Gemäss diesem Ausführungsbeispiel ist das Lüftungssystem nicht kontinuierlich in Betrieb, da es für einen sterilen Raum eingesetzt ist, dessen Temperatur geregelt wird. Daher wird der Wärmetauscher 103 vom Microcontroller 115 abgeschaltet, wenn die Aussentemperatur über einen bestimmten Schwellwert steigt.

[0011] Dieses Lüftungssystem basiert ausschliesslich auf einer Temperaturregelung. Es ist in diesem Dokument nicht beschrieben, dass andere Parameter, beispielsweise der Innendruck, im sterilen Raum erfasst, das heisst, gemessen würde oder in irgendeiner Weise geregelt würde. In ähnlicher Weise basiert auch das in der EP 1 862 744 A2 gezeigte Lüftungssystem auf einer Temperaturregelung, wobei gemäss dieser Variante ein Absperrventil einer Küchenhaube zum Schutz vor Überhitzung betätigt wird und eine Umschalteneinrichtung zwischen der Abluftleitung der Küchenhaube und einer weiteren Abluftleitung vorgesehen ist, die ebenfalls geöffnet wird, wenn Gefahr einer Überhitzung besteht. Ein ähnliches Lüftungssystem wird auch in der EP 1 788 317 A2 offenbart, wobei bei einer Mehrzahl von Räumen je ein Luftreinigungsgerät mit Ventilator für jeden Raum vorgesehen ist.

[0012] Es besteht daher Bedarf an einem Lüftungssystem, welches das Einhalten eines maximal zulässigen Differenzdrucks im Raum und ausserhalb des Raums, d.h. in der Umgebung des Raums mit einer einfachen Steuerung ermöglicht.

### **Aufgabe der Erfindung**

[0013] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Lüftungssystem zu entwickeln, welches einfach und kostengünstig hergestellt werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Lüftungssystem zu entwickeln, mittels welchem der Differenzdruck ohne zusätzliche Steuerung des Differenzdrucks im zulässigen Bereich gehalten werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Lüftungssystem zu entwickeln, welches im Betrieb wartungsfrei ist und nicht anfällig für Störungen ist.

### **Beschreibung der Erfindung**

[0014] Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt durch ein Lüftungssystem gemäss Anspruch 1. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele des Lüftungssystems sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 15.

[0015] Wenn der Begriff „beispielsweise“ in der nachfolgenden Beschreibung verwendet wird, bezieht sich dieser Begriff auf Ausführungsbeispiele und/oder Ausführungsformen, was nicht notwendigerweise als eine bevorzugtere Anwendung der Lehre der Erfindung zu verstehen ist. In ähnlicher Weise sind die Begriffe „vorzugsweise“, „bevorzugt“ zu verstehen, indem sie sich auf ein Beispiel aus einer Menge von Ausführungsbeispielen und/oder Ausführungsformen beziehen, was nicht notwendigerweise als eine bevorzugte Anwendung der Lehre der Erfindung zu verstehen ist. Dementsprechend können sich die Begriffe „beispielsweise“, „vorzugsweise“ oder „bevorzugt“ auf eine Mehrzahl von Ausführungsbeispielen und/oder Ausführungsformen beziehen.

[0016] Die nachfolgende detaillierte Beschreibung enthält verschiedene Ausführungsbeispiele für das erfindungsgemässe Lüftungssystem. Die Beschreibung eines bestimmten Lüftungssystems ist nur als beispielhaft anzusehen. In der Beschreibung und den Ansprüchen werden die Begriffe „enthalten“, „umfassen“, „aufweisen“ als „enthalten, aber nicht beschränkt auf“ interpretiert.

[0017] Das erfindungsgemässe Lüftungssystem zur Belüftung eines Gebäudes umfasst einen Raum, ein Raumlüftungsmodul und ein Wärmetauschermodul, wobei dem Wärmetauschermodul Aussenluft über ein Einlasselement zuführbar ist und Abluft über ein Auslasselement als Fortluft abführbar ist. Das Wärmetauschermodul ist vom Raumlüftungsmodul durch eine Raumbegrenzung räumlich getrennt, wobei sich das Wärmetauschermodul ausserhalb des Raums befindet. Das Raumlüftungsmodul ist im Raum angeordnet. Der Raum enthält mindestens eine temporär zuschaltbare Luftquelle oder Luftsенke. Eine erste Verbindungsleitung ist zum Transport der Zuluft vom Wärmetauschermodul zum Raumlüftungsmodul ausgebildet. Eine zweite Verbindungsleitung ist zum Transport der Abluft vom Raumlüftungsmodul zum Wärmetauschermodul ausgebildet. Das Raumlüftungsmodul enthält einen ersten Ventilator zum Transport der Zuluft durch die erste Verbindungsleitung in den Raum und einen zweiten Ventilator zum Transport der Abluft durch die zweite Verbindungsleitung aus dem Raum. Im Raum ist ein Drucküberwachungsmodul angeordnet, wobei der erste Ventilator und der zweite Ventilator bei einer Inbetriebnahme der zuschaltbaren Luftquelle oder Luftsенke im Raum abschaltbar sind, wenn eine Druckveränderung durch das Drucküberwachungsmodul detektiert wird.

[0018] Wenn die Luftquelle oder Luftsенke im Raum in Betrieb genommen wird, verändert sich der Luftdruck im Raum. Somit kann eine Druckdifferenz zwischen dem Luftdruck im Raum und dem Luftdruck ausserhalb des Raums, beispielsweise gegen den Aussenbereich, entstehen.

[0019] Die Luftquelle oder Luftsенke kann als eine raumluftunabhängige Vorrichtung oder eine raumluftabhängige Vorrichtung ausgebildet sein. Unter einer raumluftunabhängigen Vorrichtung versteht man eine Luftquelle oder Luftsенke, bei welcher die Luft über Leitungen aus der Umgebung, d.h. aus dem Freien zugeführt oder abgeführt wird.

[0020] Unter einer raumluftabhängigen Vorrichtung versteht man eine Luftquelle oder eine Luftsенke, mittels welcher dem Raum Luft entnommen wird oder Luft in den Raum eingespeist wird. Die zulässige Druckdifferenz zwischen dem Luftdruck im Raum und dem Luftdruck ausserhalb des Raums ist insbesondere für eine im Raum befindliche raumluftabhängige Vorrichtung auf maximal 4 Pascal (Pa) begrenzt. Die zulässige Druckdifferenz zwischen dem Luftdruck im Raum und dem

Luftdruck ausserhalb des Raums ist insbesondere für eine im Raum befindliche raumluftunabhängige Vorrichtung auf maximal 8 Pascal (Pa) begrenzt.

**[0021]** Das erfindungsgemässe Lüftungssystem ist mit einer Regelung von Zu- und Abluft für einen konstanten Volumenstrom ausgestattet, welche keine Druckdifferenz im Raum entstehen lässt. Das Lüftungssystem ist mit einer integrierten Störungsüberwachungseinheit ausgestattet. Die Störungsüberwachungseinheit kann das Drucküberwachungsmodul enthalten. Sobald eine Luftquelle oder Luftsenke eingeschaltet wird, erkennt die Störungsüberwachungseinheit diese Situation und schaltet den ersten und zweiten Ventilator temporär aus, damit die Sicherheit und Funktion der Wohnungseinrichtung nicht gestört werden.

**[0022]** Luftquellen oder Luftsenken können beispielsweise Küchenabluflhauben, Abluftanlagen im Sanitärbereich, zentrale Staubsaugeranlagen umfassen.

**[0023]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält das Drucküberwachungsmodul eine Messvorrichtung zur Messung eines Absolutdrucks eines im Raum befindlichen gasförmigen Mediums. Das gasförmige Medium ist insbesondere Luft. Der Raum ist nahezu luftdicht, sodass der Absolutdruck im Raum dem Absolutdruck ausserhalb des Raums im Wesentlichen entspricht. Zwischen dem Absolutdruck im Raum und dem Absolutdruck ausserhalb des Raums entsteht allenfalls eine Druckdifferenz, die maximal 6 Pa, insbesondere maximal 4 Pa, vorzugsweise maximal 1 Pa beträgt.

**[0024]** Die Messvorrichtung kann einen Drucksensor enthalten. Der Drucksensor ist insbesondere für Messungen in einem Druckbereich von 30 000 bis 110 000 Pa geeignet, Ein derartiger Drucksensor kann Abmessungen von beispielsweise 2.0 mm x 2.5 mm x 0.95 mm aufweisen, d.h. der Drucksensor kann an einer beliebigen Stelle im Raum angebracht werden. Der Drucksensor ist insbesondere zum Einsatz in einem Temperaturbereich von -40° C bis +85 °C geeignet, besonders bevorzugt in einem Temperaturbereich von 18 bis 25°C. Ein derartiger Drucksensor kann insbesondere einen Stromverbrauch von 2.7 µA bei einer Messfrequenz von 1 Hz aufweisen. Die Messfrequenz kann für periodische Druckmessungen bis zu 157 Hz betragen.

**[0025]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel sind der erste und zweite Ventilator abschaltbar, wenn der Messwert für den Absolutdruck zu Beginn des Zeitintervalls vom Messwert für den Absolutdruck am Ende des Zeitintervalls um mindestens 6 Pa abweicht. Gemäss eines Ausführungsbeispiel kann die Abweichung maximal 4 Pa betragen, insbesondere kann die Abweichung maximal 1 Pa betragen. Somit sind mit dem erfindungsgemässen Drucküberwachungsmodul sämtliche Vorschriften erfüllbar, die für die Verwendung eines Lüftungssystems in nahezu luftdicht isolierten Räumen gelten. Mittels herkömmlichen Drucküberwachungsmodulen in Lüftungsgeräten konnten Druckdifferenzen von minimal 100 Pa ermittelt werden. Somit eignen sich herkömmliche Drucküberwachungsmodul für kontrollierte Wohnraumlüftungen, für welche der maximal zulässige Unterdruck beispielsweise im Bereich von 1 bis 10 Pa liegt, nicht.

**[0026]** Wenn das Zeitintervall in dem genannten Bereich liegt, kann das Drucküberwachungsmodul innerhalb kürzester Zeit ein Signal zur Abschaltung der ersten und zweiten Ventilatoren an die Störungsüberwachungseinheit übermitteln. Daher weist das erfindungsgemässe Drucküberwachungsmodul eine hohe Empfindlichkeit auf, was dazu führt, dass unzulässige Veränderungen des Absolutdrucks schnell und zuverlässig an die Störungsüberwachungseinheit übermittelt werden können.

**[0027]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält das Raumlüftungsmodul ein Regelungssystem zur Regelung mindestens eines Betriebsparameters, wobei als Stellgrösse der Volumenstrom dient, der dem Raum zugeführt wird oder aus dem Raum abgeführt wird. Das Regelungssystem kann als ein Regelungssystem zur Bereitstellung einer Komfortlüftung ausgebildet sein.

**[0028]** Das erfindungsgemässe Lüftungssystem ist als eine Komfortlüftung ausgebildet, wenn Wärme aus der Zu- und Abluft zurückgewonnen wird. Die Abluft entspricht der im Raum befindlichen verbrauchten Luft. Die Zuluft entspricht der dem Raum zugeführten Frischluft. Die Abluft wird aus dem Raum abgesaugt und die Zuluft in den Raum hineingepumpt. Beim Anpumpen der Frischluft wird diese durch das Wärmetauschermodul durch die Abluft erwärmt, bevor sie in den Raum geleitet wird. Da dem Wärmetauschermodul des erfindungsgemässen Lüftungssystems Aussenluft über ein Einlasselement als Zuluft zugeführt und Abluft über ein Auslasselement als Fortluft abgeführt wird, kann das erfindungsgemässe Lüftungssystem als Komfortlüftung bezeichnet werden.

**[0029]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann das Raumlüftungsmodul ein Regelungssystem enthalten. Das Regelungssystem kann insbesondere eine Komfort-Stufenregelung umfassen. Das Regelungssystem ist als eine Komfort-Stufenregelung ausgebildet, wenn eine Mehrzahl von Stufen vorhanden ist. Für jede der Stufen unterscheidet sich zumindest eine Führungsgrösse von jeder anderen Stufe.

**[0030]** Die Stufen können beispielsweise eine Grundlüftung, eine Normallüftung und eine Intensivlüftung umfassen. Die Stufen können sich durch Bereiche an Luftwechselraten unterscheiden. Die Luftwechselrate  $n$  ist ein Mass für den Zuluftvolumenstrom der im Raum befindlichen Luft bezogen auf das Volumen des Raums. Die Luftwechselrate  $n$  wird in der Dimension [1/h] angegeben und bezeichnet somit das Vielfache des Raumvolumens, welches als Zuluft zugeführt oder als Abluft abgeführt wird. Die Luftwechselrate  $n$  ergibt sich aus folgender Gleichung  $n=v / V$  wobei  $V$  das Volumen des Raums in [m<sup>3</sup>] und  $v$  den Zuluftvolumenstrom oder Abluftvolumenstrom in [m<sup>3</sup>/h] bezeichnet.

**[0031]** Eine Grundlüftung weist eine Luftwechselrate auf, die im Bereich von 0.2 bis einschliesslich 0.3 liegt.

**[0032]** Eine Normallüftung weist eine Luftwechselrate auf, die in einem Bereich liegt, der grösser als 0.3 ist und bis einschliesslich 0.7 beträgt.

**[0033]** Eine Intensivlüftung weist eine Luftwechselrate auf, die in einem Bereich liegt, der grösser als 0.7 ist und bis einschliesslich 1.0 beträgt.

**[0034]** Das Regelungssystem enthält gemäss eines Ausführungsbeispiels ein Stellglied, eine Regelstrecke, ein Messglied und einen Regler. Mittels des Stellglieds wird eine Stellgrösse  $u_R$  eingestellt, die sich aus einer vom Regler ermittelten Steuergrösse  $u$  ergibt. Die Stellgrösse  $u_R$  wird der Regelstrecke zugeführt. Auf die Regelstrecke wirken kontinuierlich eine oder mehrere Störgrössen ein, welche eine fortwährende Modifikation der Stellgrösse zur Folge haben. Diese Veränderungen ergeben eine Regelgrösse  $y$  oder eine Mehrzahl von Regelgrössen  $y_i$ , wenn eine Mehrzahl von Betriebsparametern überwacht wird. Die Regelgrösse  $y$  oder jede der Regelgrössen  $y_i$  wird mit dem Messglied gemessen. Das Messglied kann einen oder mehrere Messwertaufnehmer umfassen, je nachdem, ob nur eine einzige Regelgrösse  $y$  oder eine Mehrzahl von Regelgrössen  $y_i$  gemessen werden sollen. Mittels des Messglieds oder der Mehrzahl von Messgliedern kann der Istwert  $y_M$  der Regelgrösse  $y$  bzw. die zugehörigen Istwerte  $y_{Mi}$  jeder der Regelgrössen  $y_i$  ermittelt werden.

**[0035]** Zu jedem Istwert  $y_M$ ,  $y_{Mi}$  ist im Regelungssystem eine entsprechende Führungsgrösse  $w$ , spezifiziert. Die Führungsgrösse kann einen Sollwert umfassen. Die Führungsgrössen  $w_i$  sind beispielsweise in einer Speichereinheit hinterlegt und können in einer Vergleichseinheit mit dem entsprechenden Istwert verglichen werden. Die Differenz zwischen dem Istwert  $y_{Mi}$  und der zugehörigen Führungsgrösse  $w_i$  wird als Regeldifferenz  $e_i$  bezeichnet. Die Regeldifferenz  $e_i$  ergibt sich somit als der Differenzbetrag zwischen dem Istwert  $y_{Mi}$  und der zugehörigen Führungsgrösse  $w_i$ . Die Regeldifferenz  $e_i$  wird jeweils nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne erneut ermittelt. Die Zeitspanne kann von variabler Zeitdauer sein. Aus der Differenz der zu Beginn und am Ende der Zeitspanne ermittelten Regeldifferenzen ergibt sich die Transiente. Je grösser der Betrag der Transiente ist, d.h. die positive oder negative Abweichung der beiden Regeldifferenzen voneinander ist, desto kürzer kann die Zeitspanne gewählt werden.

**[0036]** Mittels des Regelungssystems kann insbesondere für jede der Stufen die Drehzahl jedes der beiden Ventilatoren verändert werden, wenn sich zumindest einer der Betriebsparameter Absolutdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Schadstoffgehalt, beispielsweise VOC-Gehalt,  $CO_2$ -Gehalt der Luft verändern. Die Drehzahl des entsprechenden Ventilators bestimmt den Zuluftvolumenstrom bzw. den Abluftvolumenstrom. Der Zuluftvolumenstrom bzw. der Abluftvolumenstrom bilden die Stellgrösse  $u_R$  des Regelungssystems aus. Die Drehzahl des Ventilators ergibt sich durch das Stellglied des Regelungssystems.

**[0037]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist mittels der Messvorrichtung ein Messwert für den oder die Betriebsparameter in festgelegten Zeitintervallen ermittelbar. Somit werden die Messwerte von der Messvorrichtung nach Ablauf einer Zeitspanne ermittelt. Das Zeitintervall entspricht hierbei der Periodendauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messungen desselben Betriebsparameters. Wenn das Zeitintervall genügend kurz ist, können Veränderungen des Betriebsparameters oder der Betriebsparameter der Regelstrecke, insbesondere im Raum, festgestellt werden, die dazu führen, dass der Betriebsparameter oder zumindest einer der Betriebsparameter ausserhalb des zulässigen Bereichs liegt.

**[0038]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel liegt das Zeitintervall zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen im Bereich von 5 ms bis 50 ms (Millisekunden). Beispielsweise beträgt das Zeitintervall zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen 10 ms.

**[0039]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel weist das Zeitintervall eine variable Länge auf, d.h. das Zeitintervall von je zwei aufeinander folgenden Messungen kann jeweils unterschiedlich lang sein. Wenn das Zeitintervall variabel gewählt wird, kann bei Vorliegen einer grossen Transiente, d.h. einem steilen Anstieg oder Abfall der Regeldifferenzen in Abhängigkeit von der Zeit eine kürzere Reaktionszeit erzielt werden, d.h. die Steuergrösse  $u$  schneller an das Stellglied übermittelt werden, sodass die Stellgrösse wiederum schneller auf die Regelstrecke übertragen werden kann. Insbesondere kann eine Einstellung der Drehzahl der ersten und zweiten Ventilatoren schneller erfolgen, sodass ein präzise auf die Störgrösse  $d_i$  abgestimmter Volumenstrom als Stellgrösse der Regelstrecke zugeführt werden kann.

**[0040]** Das Regelungssystem ist somit in der Lage, ab einer im Voraus definierten prozentualen Abweichung der Regeldifferenzen für zumindest einen der Betriebsparameter die Drehzahl der Ventilatoren innerhalb einer verkürzten Zeitspanne anzupassen. Die definierte prozentuale Abweichung der Regeldifferenzen, also der Betrag der Transienten kann für jeden der Betriebsparameter separat definiert werden, sodass der Einfluss der einzelnen Betriebsparameter auf die Regelstrecke entsprechend berücksichtigt werden kann.

**[0041]** Um zu verhindern, dass das Regelungssystem in Schwingung gerät, wird die Abtastrate Regeldifferenz des betreffenden Betriebsparameters und somit auch die Berechnung der Steuergrösse  $u$  durch den Regler den Transienten der entsprechenden Regeldifferenz angepasst. Je steiler beispielsweise ein Temperaturanstieg ist, desto schneller reagiert das Regelungssystem darauf. Die Abtastrate wird vergrössert, d.h. die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen verringert, somit werden mehr Messungen des betreffenden Betriebsparameters vorgenommen. Gleichwohl reagiert das Regelungssystem auf langsame Änderungen der Betriebsparameter, d.h. auf geringe Änderung der betreffenden Störgrösse  $d$ , mit einem langsamen Regelverhalten. Die Abtastrate wird verringert, es werden weniger Messungen des betreffenden Betriebsparameters vorgenommen.

**[0042]** Die Transienten entsprechen einem Einschwingvorgang, das heisst, d.h. die Transienten sind ein Mittel zur Beschreibung des zeitlichen Verhaltens des Lüftungssystems nach dem Einsetzen einer äusseren Anregung zu verstehen. Eine äussere Anregung hat eine Veränderung zumindest eines der Betriebsparameter zur Folge. Je schneller die Veränderung des Betriebsparameters erfolgt und je grösser die Veränderung des Betriebsparameters ist, desto grösser wird die Steilheit der Kurve, die den Transienten beschreibt. Je grösser die Steilheit der Kurve ist, desto mehr Messungen werden vorgenommen, das heisst, die Häufigkeit der Messereignisse ist grösser, was in Fig. 10 schematisch dargestellt ist.

**[0043]** Dabei ist das Regelungssystem in der Lage, die Abtastrate zwischen 0.1 Hz bis 1 kHz pro Betriebsparameter dynamisch an den jeweiligen Betriebsparameter zu adaptieren, je nachdem, wie steil die Transienten zu dem jeweiligen Betriebsparameters sind. Der Betriebsparameter mit dem steilsten Transienten bestimmt also die maximale Regelgeschwindigkeit, d.h. die minimale Antwortzeit des Reglers und des Stellglieds. Somit weist das erfindungsgemässe Regelungssystem verglichen mit vorbekannten Regelungssystemen keine feste Eigenfrequenz auf, womit ein Schwingverhalten des Regelungssystems vermieden werden kann.

**[0044]** Zudem können mittels des Regelungssystems auch Schaltsignale, die einen unendlich hohen Transienten haben, mit der maximalen Abtastrate erkannt werden und eine entsprechende Steuergrösse in der minimalen Antwortzeit ermittelt werden.

**[0045]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält das Wärmetauschermodul keinen Ventilator. Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält das Raumlüftungsmodul einen Lufterwärmer. Der Lufterwärmer dient zur Erwärmung der Abluft, bevor sie durch die weitere Verbindungsleitung vom Raumlüftungsmodul zum Wärmetauscher des Wärmetauschermoduls geführt wird. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel kann somit die Abluft vorgewärmt werden, sodass die Zuluft, welche den Wärmetauscher im Gegenstrom oder Kreuzstrom durchströmt, durch die vorgewärmte Abluft erwärmt werden kann.

**[0046]** Ein Wärmetauscher unterscheidet sich gemäss nachfolgender Definition von einem Lufterwärmer: In einem Wärmetauscher wird Wärme zwischen zwei Fluidströmen ausgetauscht, in einem Lufterwärmer wird ein einziger Fluidstrom erwärmt. Bei den Fluidströmen kann es sich um Flüssigkeiten, Gase oder um zweiphasige Gemische handeln. Der erste Fluidstrom wird in einem Wärmetauscher von einer niedrigeren Temperatur auf eine höhere Temperatur erwärmt. Der zweite Fluidstrom wird in einem Wärmetauscher von einer höheren Temperatur auf eine niedrigere Temperatur abgekühlt.

**[0047]** Im Lufterwärmer wird nur ein einziger Fluidstrom erwärmt. Die Erwärmung erfolgt dabei beispielsweise mittels einer Wärmequelle, beispielsweise durch die Wärmeabgabe eines im Fluidstrom befindlichen elektrischen Widerstands. Der Fluidstrom wird an der Wärmequelle vorbeigeführt und erwärmt sich durch Kontakt mit der Wärmequelle.

**[0048]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist zumindest ein Messwertaufnehmer aus der Gruppe enthaltend einen Temperatursensor, einen Luftfeuchtigkeitssensor oder einen Sensor zur Detektion von Schadstoffen, beispielsweise einen VOC-Sensor, oder ein Sensor zur Detektion einer Konzentration von CO<sub>2</sub> vorgesehen. Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist ein Temperatursensor zur Ermittlung der Temperatur der Zuluft stromabwärts des Wärmetauschermoduls vorgesehen. Der Temperatursensor kann insbesondere an der Verbindungsleitung zum Raumlüftungsmodul angebracht sein, um die Temperatur der in der Verbindungsleitung strömenden Zuluft zu ermitteln. Der Temperatursensor kann Temperaturmesswerte für das Regelungssystem liefern. Mit dem Regelungssystem kann auch der Lufterwärmer in Betrieb genommen werden, wenn die Temperatur unter einen bestimmten Minimalwert absinkt. Der Minimalwert kann in einer Speichereinheit der Regeleinrichtung gespeichert sein oder manuell eingegeben werden. Insbesondere können Einstellmittel vorgesehen werden, um den Minimalwert für die Temperatur einzustellen. Beispielsweise kann der Minimalwert 16 Grad Celsius betragen.

**[0049]** Insbesondere kann die Temperatur in einem Bereich von 16 °C bis einschliesslich 35 °C liegen. Besonders bevorzugt liegt die Temperatur in einem Bereich von 16 °C bis einschliesslich 26.5 °C. Insbesondere kann die Luftfeuchtigkeit in einem Bereich von 20 bis einschliesslich 80% liegen, wobei die Luftfeuchtigkeit des Raums im Strom der Abluft gemessen wird. Vorzugsweise liegt die Luftfeuchtigkeit in einem Bereich von 30% bis einschliesslich 65%. Dieser bevorzugte Bereich wird von Personen, die sich im Raum aufhalten, als behaglich empfunden. Besonders bevorzugt liegt die Luftfeuchtigkeit in einem Bereich von 40% bis einschliesslich 60%, wobei die Luftfeuchtigkeit in diesem besonders bevorzugten Bereich erhöhten Komfortanforderungen genügen kann.

**[0050]** Insbesondere kann die Konzentration an CO<sub>2</sub> im Bereich von 400 ppm bis einschliesslich 1500 ppm liegen. Die Konzentration an CO<sub>2</sub> in der Aussenluft beträgt üblicherweise ungefähr 400 ppm. Bei Anwesenheit von Personen im Freien kann diese Konzentration an CO<sub>2</sub> auf bis zu 450 ppm ansteigen. In geschlossenen Räumen steigt daher aufgrund des limitierten Raumvolumens die Konzentration an CO<sub>2</sub> wesentlich schneller an und kann bei Räumen mit intensiver Nutzung, beispielsweise Intensivpflege, in welchen die Luftqualität sehr hoch bleiben soll, im Bereich von 400 bis einschliesslich 800 ppm liegen, aber immer kleiner als 1000 ppm sein. In Räumen mit hoher Nutzung, in welchen die Luftqualität hoch bleiben soll, kann die Konzentration an CO<sub>2</sub> im Bereich 400 bis einschliesslich 1000 ppm liegen, aber immer kleiner als 1500 ppm sein. In Räumen mit hoher Nutzung, in welchen die Luftqualität moderat bleiben soll, kann die Konzentration an CO<sub>2</sub> im Bereich 400 bis einschliesslich 1000 ppm liegen, aber immer kleiner als 2000 ppm sein. In Räumen mit geringer Nutzung, in welchen die Luftqualität niedrig sein oder werden kann, kann die Konzentration an CO<sub>2</sub> im Bereich 400 bis einschliesslich 1200 ppm liegen, aber immer kleiner als 2000 ppm sein. Insbesondere kann die Konzentration des Schadstoffs unterhalb des entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerts liegen.

**[0051]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann mittels des Regelungssystems der Lufterwärmer zur Erwärmung der Abluft oder der Zuluft einschaltbar sein, wenn die Temperatur unter den Minimalwert absinkt. Mit der Regeleinrichtung kann der Lufterwärmer abgeschaltet werden, wenn der Minimalwert erreicht ist, oder dieser Minimalwert überschritten ist. Insbesondere kann der erste oder zweite Ventilator einstellbar sein, sodass der in den Raum einströmende Volumenstrom der Zuluft und der Abluft veränderbar ist. Der Ventilator kann stufenweise zur Erzeugung von mindestens zwei Lüftungsstufen oder kontinuierlich einstellbar sein. Beispielsweise können mindestens zwei, insbesondere mindestens drei verschiedene Lüftungsstufen eingestellt werden, sodass der Raum mit einem der jeweiligen Lüftungsstufe entsprechenden konstanten Volumenstrom an Zuluft versorgt wird und ein konstanter Volumenstrom an Abluft entnommen wird.

**[0052]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist dem Wärmetauschermodul die Aussenluft über eine Luftleitung zuführbar, wobei die Luftleitung vom Einlasselement zu einem Einlassfilter und zu einem Wärmetauscher führt. Der Einlassfilter kann Partikel, beispielsweise Staub, aus der Aussenluft entfernen, welche sich im Wärmetauscher oder nachgeschalteten Bauteilen ablagern kann und/oder zu Kontamination oder zu einer erhöhten Staubpartikelbelastung der dem Raum zugeführten Zuluft führen kann.

**[0053]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält das Raumlüftungsmodul einen ersten Filter, einen ersten Ventilator und/oder einen Schalldämpfer. Die mit dem Wärmetauschermodul verbundene erste Verbindungsleitung kann mit dem ersten Filter, dem ersten Ventilator oder dem ersten Schalldämpfer verbunden sein. Der erste Filter, der erste Ventilator und/oder der erste Schalldämpfer können über eine erste Zuluftleitung miteinander in beliebiger Reihenfolge verbunden sein. Insbesondere kann der erste Filter über die erste Zuluftleitung mit dem ersten Ventilator verbunden sein. Der erste Ventilator kann über die erste Zuluftleitung mit dem ersten Schalldämpfer verbunden sein.

**[0054]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann eine zweite Zuluftleitung vom Raumlüftungsmodul in einen Zuluftdurchlass zur Belüftung des Raums mit Zuluft führen.

**[0055]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist die Abluft dem Raumlüftungsmodul von einem Abluftdurchlass in einer ersten Abluftleitung zuführbar. Insbesondere kann die Abluft im Raumlüftungsmodul einem zweiten Ventilator zuführbar sein. Die Abluft kann mittels der zweiten Abluftleitung vom zweiten Ventilator zum Lufterwärmer führen. Der Lufterwärmer ist insbesondere über die zweite Verbindungsleitung mit dem Wärmetauschermodul verbunden.

**[0056]** Die Abluft ist gemäss einem Ausführungsbeispiel mittels der ersten Abluftleitung, einem zweiten Schalldämpfer und/oder einem zweiten Filter zuführbar, wobei eine zweite Abluftleitung vom zweiten Schalldämpfer und/oder vom zweiten Filter zum zweiten Ventilator verläuft, wobei die Abluft mittels der zweiten Abluftleitung vom zweiten Ventilator zum Lufterwärmer führbar ist. Die Abluft ist gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mittels der zweiten Abluftleitung dem zweiten Schalldämpfer zuführbar. Stromabwärts des zweiten Schalldämpfers kann der zweite Filter angeordnet sein, wobei eine zweite Abluftleitung vom zweiten Schalldämpfer zum zweiten Filter verläuft, sodass die Abluft im Betriebszustand durch den zweiten Filter strömen kann, sodass eine gefilterte Abluft erhältlich ist. Die gefilterte Abluft ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel mittels der zweiten Abluftleitung dem zweiten Ventilator zuführbar, wobei die gefilterte Abluft mittels der zweiten Abluftleitung vom zweiten Ventilator zum Lufterwärmer führbar ist. Insbesondere kann der Lufterwärmer über die zweite Verbindungsleitung mit dem Wärmetauschermodul verbunden sein.

**[0057]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist dem Wärmetauscher über die zweite Verbindungsleitung eine erwärmte Abluft vom Lufterwärmer zuführbar, wobei die erwärmte Abluft im Wärmetauscher zum Wärmetausch mit der Zuluft einsetzbar ist. Eine abgekühlte Abluft kann über eine dritte Abluftleitung zum Auslasselement zum Austritt aus dem Wärmetauschermodul führbar sein.

**[0058]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist dem Wärmetauscher über die zweite Verbindungsleitung eine gefilterte, erwärmte Abluft vom Lufterwärmer zuführbar, wobei die gefilterte, erwärmte Abluft im Wärmetauscher zum Wärmetausch mit der Zuluft einsetzbar ist, wobei eine abgekühlte gefilterte Abluft über eine dritte Abluftleitung zum Auslasselement zum Austritt aus dem Wärmetauschermodul führbar ist. Die das Auslasselement verlassende Abluft wird als Fortluft bezeichnet.

**[0059]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält der Wärmetauscher ein Element aus der Gruppe bestehend aus einem Gegenstromwärmetauscher, einem Kreuzstromwärmetauscher, einem Plattenwärmetauscher und einem Enthalpiewärmetauscher.

**[0060]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist zumindest der Wärmetauscher ausserhalb des Raums oder einer Mehrzahl von Räumen angeordnet.

**[0061]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält zumindest eine der ersten Verbindungsleitungen und zweiten Verbindungsleitungen keine Wärmedämmung. Auf die Isolierung der ersten oder zweiten Verbindungsleitung kann verzichtet werden, wenn sie innerhalb des Dämmperimeters des Gebäudes angeordnet ist und gegebenenfalls erwärmte Aussenluft vom Wärmetauschermodul enthält. Durch die erforderlichen geringeren Aussendurchmesser wird der Platzbedarf für die ersten und zweiten Verbindungsleitungen verringert. Mittels des erfindungsgemässen Lüftungssystems wird die Zuluft und Abluft vorgewärmt, dass keine Kondensation von Wasser durch Taupunktausscheidung aus der die Verbindungsleitung umgebenden Luft in einem Installationsschacht, in einer Installationswand oder an den Wänden der ersten und zweiten Verbindungsleitungen erfolgt. Daher kann überraschenderweise auf eine Wärmedämmung der ersten und zweiten Verbindungsleitungen verzichtet werden.

**[0062]** Im Wärmetauscher erfolgt eine Abkühlung der Abluft. Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist eine abgekühlte Abluft über eine dritte Abluftleitung zum Auslasselement zum Austritt aus dem Wärmetauschermodul führbar. Insbesondere weist das Einlasselement eine Einlassöffnung auf, die im Wesentlichen in einem rechten Winkel zu einer Auslassöffnung des Auslasselements angeordnet ist. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel kann das Einlasselement in der Nähe des Auslasselements angeordnet sein, da die Aussenluft, die durch das Einlasselement ins Lüftungssystem gelangt, nicht mit der Fortluft in Kontakt treten kann, die das Lüftungssystem über das Auslasselement verlässt.

**[0063]** Mittels eines erfindungsgemässen Lüftungssystems kann die Luft gleichmässig und dem hygienischen Bedarf entsprechend erneuert werden. Das Lüftungssystem kann Feuchte sowie übliche Gerüche und Baustoffemissionen kontinuierlich abführen. Das Lüftungssystem kann bei gesicherter Lufterneuerung vor Aussenlärm schützen. Mittels des Lüftungssystems können Staub oder Pollen zurückgehalten werden. Mittels des Lüftungssystems kann die Lufterneuerung bei allen Wetterlagen gewährleistet werden. Das Lüftungssystem kann zusammen mit einer Klimaanlage oder einer Heizungsanlage verwendet werden, ersetzt aber weder eine Klimaanlage noch eine Heizungsanlage. Optional können Vorrichtungen zur Rückgewinnung von Feuchte eingesetzt werden. Wenn mittels des Lüftungssystems unangenehme Gerüche zurückgehalten werden sollen, kann ein Aktivkohlefilter zum Einsatz kommen.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0064]** Nachfolgend wird das erfindungsgemässe Lüftungssystem anhand einiger Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigen

- Fig. 1 eine Anordnung eines erfindungsgemässen Lüftungssystems in einem Gebäude,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines vorbekannten Lüftungssystems,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Lüftungssystems gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Varianten,
- Fig. 4 eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Anordnung eines Einlasselements und eines Auslasselements für ein Lüftungssystem nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele
- Fig. 5a eine erste Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Anordnung eines Einlasselements und eines Auslasselements für ein Lüftungssystem nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele,
- Fig. 5b eine zweite Ansicht des zweiten Ausführungsbeispiels einer Anordnung eines Einlasselements und eines Auslasselements für ein Lüftungssystem nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele,
- Fig. 5c eine schematische Darstellung eines Luftstroms für ein exemplarisches Ausführungsbeispiel,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Lüftungssystems gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Varianten,
- Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel eines Wärmetauschers,
- Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel eines Wärmetauschers und eines Lufterwärmers,
- Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Regelungssystems,
- Fig. 10 eine Grafik einer dynamischen Abtastrate.

### Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

**[0065]** Fig. 1 zeigt ein Lüftungssystem 1, welches einen Raum 4, ein Raumlüftungsmodul 2 und ein Wärmetauschermodul 3 umfasst. Das Wärmetauschermodul 3 ist vom Raumlüftungsmodul 2 räumlich durch eine Raumbegrenzung 7 getrennt, wobei sich das Wärmetauschermodul 3 ausserhalb des Raums 4 befindet.

**[0066]** Fig. 2 zeigt das aus CN107797323U vorbekannte Lüftungssystem 100, welches einleitend beschrieben worden ist.

**[0067]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Lüftungssystems 1, welches einen Raum 4, ein Raumlüftungsmodul 2 und ein Wärmetauschermodul 3 umfasst. Das Raumlüftungsmodul 2 ist im Raum 4 angeordnet, das Wärmetauschermodul (3) ist ausserhalb des Raums (4) angeordnet. Dem Wärmetauschermodul 3 ist Aussenluft als ein Umgebungsluftstrom über eine Zuluftleitung 11 zuführbar. Die Zuluftleitung 11 führt von einem Einlasselement 34, welches ein Einlasswitterschutzgitter umfassen kann, zu einem Wärmetauscher 31. In der Zuluftleitung 11 befindet sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel ein Einlassfilter 32, der beispielsweise als Rollbandfilter ausgebildet ist. Wenn der Einlassfilter

32 als Rollbandfilter ausgebildet ist, kann dieser mittels eines Photovoltaikmoduls und/oder einem Akku betrieben werden. Wenn eine Kombination eines Photovoltaikmoduls mit einem Akku vorgesehen ist, kann der Akku als Energiespeicher dienen. Eine erste Verbindungsleitung 13 führt vom Wärmetauscher 31 zum Raumlüftungsmodul 2, wobei das Raumlüftungsmodul 2 einen ersten Filter 25, einen ersten Ventilator 21 und einen ersten Schalldämpfer 23 enthält. Die erste Verbindungsleitung 13 führt zum ersten Filter 25. Vom ersten Filter 25 führt die erste Zuluftleitung 15 zum ersten Ventilator 21. Der erste Ventilator 21 ist über die erste Zuluftleitung 15 mit dem ersten Schalldämpfer 23 verbunden. Eine zweite Zuluftleitung 17 führt vom Raumlüftungsmodul 2 in einen Zuluftdurchlass 5 zur Belüftung des Raums 4 mit Zuluft. Die zweite Zuluftleitung 17 führt gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vom ersten Schalldämpfer 23 zum Zuluftdurchlass 5, der sich im Raum 4 befindet. Mit Aussenluft ist hierbei die Luft gemeint, welche das Gebäude umgibt, oder Umgebungsluft, insbesondere Frischluft. Mit Zuluft ist der Luftstrom der Aussenluft im Innenraum des Gebäudes gemeint, der dem Raum 4 oder einem Raum, der mehrere Teilräume 41, 42, 43 umfassen kann (siehe Fig. 6), zugeführt wird. Mit Fortluft ist die in die Umgebung emittierte Abluft gemeint, also die Abluft stromabwärts des Auslasselements 33. Mit Abluft ist somit die aus dem Raum 4 abgeführte Raumluft gemeint, die das Gebäude stromabwärts des Auslasselements 33 als Fortluft verlässt.

**[0068]** Die Abluft ist dem Raumlüftungsmodul 2 in diesem Ausführungsbeispiel von einem im Raum 4 angeordneten Abluftdurchlass 6 in einer ersten Abluftleitung 12 zuführbar. Die Abluft ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel mittels der ersten Abluftleitung 12 insbesondere einem zweiten Schalldämpfer 24 zuführbar. Stromabwärts des zweiten Schalldämpfers 24 ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel ein zweiter Filter 26 angeordnet. Eine zweite Abluftleitung 14 verläuft vom zweiten Schalldämpfer 24 zum zweiten Filter 26, sodass die Abluft im Betriebszustand durch den zweiten Filter 26 strömen kann, sodass eine gefilterte Abluft erhältlich ist. Die gefilterte Abluft ist mittels der zweiten Abluftleitung 14 einem zweiten Ventilator 22 zuführbar. Die gefilterte Abluft ist mittels der zweiten Abluftleitung 14 vom zweiten Ventilator 22 einem Luftherwärmer 27 zuführbar. Der Luftherwärmer 27 ist über eine zweite Verbindungsleitung 16 mit dem Wärmetauschermodul 3 verbunden, sodass dem Wärmetauscher 31 eine gefilterte, erwärmte Abluft zuführbar ist. Die zweite Verbindungsleitung 16 wird durch eine Raumbegrenzung 7, beispielsweise durch eine Gebäudewand, durch einen Gebäudeboden oder eine Gebäudedecke, in einen Servicebereich, beispielsweise in einen Zwischenraum oder in einen Dachraum, des Gebäudes geführt. Der Wärmetauscher 31 befindet sich im Servicebereich. Der Servicebereich befindet sich insbesondere innerhalb des Dämmperimeters. Das bedeutet, dass der Servicebereich sich innerhalb einer allfälligen Isolation des Gebäudes befindet.

**[0069]** Gemäss diesem Ausführungsbeispiel ist das Wärmetauschermodul 3, insbesondere der Wärmetauscher 31, getrennt vom Raumlüftungsmodul 2. Das Raumlüftungsmodul 2 befindet sich ausserhalb des Servicebereichs. Die gefilterte erwärmte Abluft ist im Wärmetauscher 31 zum Wärmetausch mit der Zuluft einsetzbar, wobei eine abgekühlte gefilterte Abluft über eine dritte Abluftleitung 18 einem Auslasselement 33, umfassend beispielsweise ein Auslasswetterschutzgitter, zum Austritt aus dem Wärmetauschermodul 3 bestimmt ist.

**[0070]** Der Wärmetauscher kann als ein Kreuzstromwärmetauscher, Gegenstromwärmetauscher, Plattenwärmetauscher oder Enthalpiewärmetauscher ausgebildet sein. Die vom Raumlüftungsmodul 2 stammende Abluft strömt somit in Innenraum des Wärmetauschers 31 in entgegengesetzter Richtung zur Zuluft, sodass die Wärme von der Abluft auf die Zuluft übertragen werden kann, die auf die gewünschte Raumlufttemperatur vorgewärmt werden kann.

**[0071]** Der Wärmetauscher 31 kann insbesondere als ein Plattenwärmetauscher ausgebildet sein. Mittels eines Plattenwärmetauschers ist eine grosse Wärmeaustauschfläche bei minimalem Bauvolumen und daher minimalem Eigengewicht des Wärmetauschers erzielbar.

**[0072]** Der Wärmetauscher 31 kann insbesondere als ein Enthalpiewärmetauscher ausgebildet sein. Mittels eines Enthalpiewärmetauschers kann die durch Kondensation von in der Luft enthaltenem Wasser freiwerdende Kondensationsenergie für die Wärmeübertragung nutzbar gemacht werden.

**[0073]** Die erste Verbindungsleitung 13 kann zum Transport der Zuluft vom Wärmetauschermodul 3 zum Raumlüftungsmodul 2 ausgebildet sein. Insbesondere kann die erste Verbindungsleitung 13 ohne Wärmedämmung ausgebildet sein.

**[0074]** Die zweite Verbindungsleitung 16 kann zum Transport der Abluft vom Raumlüftungsmodul 2 zum Wärmetauschermodul 3 ausgebildet sein. Insbesondere kann die zweite Verbindungsleitung 16 ohne Wärmedämmung ausgebildet sein.

**[0075]** Zumindest das Wärmetauschermodul 3 ist ausserhalb des Raums 4 angeordnet. Insbesondere ist zumindest der Wärmetauscher 31 ausserhalb des Raums 4 angeordnet. Die ersten und zweiten Verbindungsleitungen 13, 16 verlaufen durch eine Raumbegrenzung 7, beispielsweise eine Gebäudewand, einen Gebäudeboden oder eine Gebäudedecke. Insbesondere kann jede der ersten oder zweiten Verbindungsleitungen 13, 16 einen kleineren Aussendurchmesser im Vergleich zu den vorbekannten Lösungen aufweisen, weil die ersten und zweiten Verbindungsleitungen des erfindungsgemässen Lüftungssystems keine Wärmedämmung enthalten müssen, d.h. nicht isoliert werden müssen. Dieser Vorteil ermöglicht wesentliche Einsparungen beim Einbau jeder Verbindungsleitung, da der Platzbedarf für jede Verbindungsleitung reduziert ist, für welche keine Isolation vorgesehen werden muss. Die Isolation ist üblicherweise als Isolationsmantel ausgebildet, welche eine Verbindungsleitung umgibt. Wenn die Verbindungsleitung als Rohr mit einem Rohraussendurchmesser ausgebildet ist, würde der Isolationsmantel einen Mantelaussendurchmesser aufweisen, der bis zu dreimal grösser als der Rohraussendurchmesser sein kann. Üblicherweise müssen Luftleitungen wärmegeklämt werden, wenn es sich um Aussenluftleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle handelt, z.B. Leitungen, die in Betondecken eingelegt sind. Zudem müssen Fortluftleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle, z.B. Leitungen in Steigzonen, wärmege-

dämmt werden, sowie Zuluftleitungen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle, z.B. Leitungen in unbeheizten Räumen im Untergeschoss, oder Abluftleitungen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle.

**[0076]** Gemäss einer Variante kann ein Temperatursensor 10 vorgesehen sein, mittels welchem die Temperatur der Zuluft stromabwärts des Wärmetauschermoduls 3 gemessen werden kann. Der Temperatursensor 10 kann insbesondere an der zum Raumlüftungsmodul 2 führenden ersten Verbindungsleitung 13 angebracht sein, um die Temperatur der in der ersten Verbindungsleitung 13 strömenden Zuluft zu ermitteln. Wenn die Temperatur der Aussenluft unter einen bestimmten Minimalwert absinkt, kann der Lufterwärmer 27 eingeschaltet werden, um die in der zweiten Abluftleitung 14 strömende Abluft zu erwärmen. Die erwärmte Abluft gelangt durch die zweite Verbindungsleitung 16 zum Wärmetauscher 31. Die mittels des Lufterwärmers 27 zugeführte Wärmeenergie dient somit dazu, die durch die Zuluftleitung 11 in den Wärmetauscher 31 einströmende Zuluft vorzuwärmen. Der Minimalwert der vom Temperatursensor 10 ermittelten Temperatur kann beispielsweise 16 Grad Celsius betragen. Wenn die vom Temperatursensor 10 ermittelte Temperatur unter den Minimalwert absinkt, kann eine nicht näher dargestellte Regeleinrichtung ein Signal zum Einschalten des Lufterwärmers 27 erzeugen und die Inbetriebnahme des Lufterwärmers 27 auslösen. Der Lufterwärmer 27 kann abgeschaltet werden, wenn die Temperatur um eine bestimmte Temperaturdifferenz  $\Delta T$  höher ist als der Minimalwert. Die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  kann beispielsweise 1 Grad Celsius betragen. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird der Lufterwärmer 27 abgeschaltet, wenn die vom Temperatursensor 10 gemessene Temperatur 17 Grad Celsius beträgt.

**[0077]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird die Abluft, welche den Lufterwärmer 27 durchströmt, mittels einer heisses Wasser enthaltenden Heisswasserleitung erwärmt. Wenn heisses Wasser eines Heizkreislaufs zur Verfügung steht, kann die Wärmeenergie des heissen Wassers kostengünstig genutzt werden. Zudem ist die Verwendung eines mit heissem Wasser betriebenen Lufterwärmers 27 energetisch günstiger als die Verwendung eines mittels elektrischer Energie betriebenen Lufterwärmers 27, d.h. beispielsweise eines Lufterwärmers, welcher eine Widerstandsheizung oder eine elektrisch betriebene Heizwendel enthält. Selbstverständlich soll aber die Verwendung eines mittels elektrischer Energie betriebenen Luftvorwärmers nicht als mögliche Variante ausgeschlossen werden, sie ist in einigen Anwendungen weniger bevorzugt, beispielsweise wenn der Staudruck in einem, mittels heissem Wasser betriebenen Lufterwärmer, wesentlich höher ist. Je nach Einsatzort kann der Betrieb des Lufterwärmers eventuell nur selten erforderlich sein. Beispielsweise kann der Lufterwärmer nur dann zum Einsatz kommen, wenn die Aussentemperatur auf - 2 Grad Celsius absinkt. Gemäss einigen Ausführungsbeispielen kommt der Lufterwärmer zum Einsatz, wenn die Aussentemperatur auf - 8 Grad Celsius absinkt. Daher wird für jeden Einsatzort der Lufterwärmer mit den geringstmöglichen Betriebskosten und dem geringstmöglichen Energieaufwand ausgewählt.

**[0078]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann der Volumenstrom durch den ersten Ventilator 21 und der Volumenstrom durch den zweiten Ventilator 22 verändert werden. Beispielsweise kann der Volumenstrom durch jeden der ersten und zweiten Ventilatoren 21, 22 stufenweise verändert werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann eine Grundlüftung, eine Normallüftung und eine Intensivlüftung vorgesehen werden. Der Mittelwert des Volumenstroms beträgt bei Grundlüftung insbesondere im Wesentlichen 50% des Mittelwerts bei Normallüftung. Der Mittelwert des Volumenstroms bei Intensivlüftung liegt um 50% über dem Mittelwert des Volumenstroms bei Grundlüftung.

**[0079]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird die Aussenluft über eine Fassade des Gebäudes zugeführt und die Fortluft wird über eine Fassade des Gebäudes abgeführt.

**[0080]** Im Raum 4 sind eine oder mehrere Luftquellen und/oder Luftsenken 8 angeordnet. Der erste Ventilator 21 und der zweite Ventilator 22 sind bei einer Inbetriebnahme der zuschaltbaren Luftquelle oder Luftsenke 8 im Raum 4 abschaltbar. Sobald eine Luftquelle oder Luftsenke eingeschaltet wird, wird der Schaltvorgang des Einschaltens von der Störungsüberwachungseinheit registriert. Die Störungsüberwachungseinheit schaltet den ersten und zweiten Ventilator 21, 22 aus, sodass die durch das Einschalten der Luftquelle oder der Luftsenke 8 erzeugte Veränderung des Luftdrucks durch die Luftquelle oder Luftsenke durch die Steuerung der Luftquelle oder Luftsenke, beispielsweise durch ein geregeltes Lüftungsfenster, eine Lüftungsklappe oder eine zusätzliche Lüftungsanlage ausgeglichen werden kann. Die Störungsüberwachungseinheit überwacht das Einschalten der Luftquelle oder Luftsenke durch Detektion der elektrischen Spannung, welche an einem Kontaktelement beim Einschalten der Luftquelle oder Luftsenke anliegt, wenn der Stromkreis zur Luftquelle oder Luftsenke durch Betätigung eines Schliesselements, beispielsweise durch ein Umlegen eines elektrischen Schalters oder durch ein Auslösen eines Einschalttasters, geschlossen wird. Die Störungsüberwachungseinheit umfasst ein Drucküberwachungsmodul 9. Von der Störungsüberwachungseinheit wird ein Ausschaltsignal an eine Antriebseinheit des ersten und zweiten Ventilators 21, 22 übermittelt. Die Antriebseinheit des ersten und zweiten Ventilators 21, 22 weist ein Schaltelement auf, welches ausgeschaltet wird, wenn das Ausschaltsignal von der Störungsüberwachungseinheit am Schaltelement anliegt.

**[0081]** Fig. 4 zeigt ein Detail einer Gebäudefassade, an welcher ein Auslasselement 33 und ein Einlasselement 34 angebracht ist. Hierzu kann das Einlasselement 34 ein Rohrelement umfassen, welches einen Rohrbogen enthält. Das Auslasselement 33 kann ebenfalls ein Rohrelement umfassen. Das zum Auslasselement 33 gehörige Rohrelement kann insbesondere keinen Rohrbogen umfassen.

**[0082]** Fig. 5a, 5b und 5c zeigen ein Detail einer Gebäudedecke, beispielsweise ein Flachdach, an welcher ein Auslasselement 33 und ein Einlasselement 34 angebracht ist. Hierzu kann das Einlasselement 34 ein Rohrelement umfassen, welches einen Rohrbogen enthält. Das Auslasselement 33 kann ebenfalls ein Rohrelement umfassen. Das zum Auslass-

element 33 gehörige Rohrelement kann insbesondere keinen Rohrbogen umfassen. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst das Auslasselement 33 eine Deflektorhaube 35. Eine Deflektorhaube 35 ermöglicht die Ableitung von Regenwasser, sodass kein Regenwasser in das in vertikaler Richtung verlaufende Rohrelement eintreten kann.

**[0083]** Die Anordnung des Auslasselements 33 und des Einlasselements 34 ist aufgrund des Verlaufs der Luftströmung besonders vorteilhaft, was in Fig. 5c verdeutlicht wird. Fig. 5c zeigt das Einlasselement 34, mittels welchem Aussenluft aus der Umgebung angesaugt wird. Das Einlasselement 34 kann ein Einlasswetterschutzgitter enthalten, welches in der vorliegenden Darstellung nicht sichtbar ist. Das Ende des horizontalen Rohrabchnitts des Einlasselements hat gemäss diesem Ausführungsbeispiel elliptischen Querschnitt, da dessen Querschnittsfläche nicht im rechten Winkel zur Mittenachse des Rohrabchnitts verläuft. Die am Eintrittsende befindliche Eintrittsöffnung ist somit gegen unten geöffnet, sodass von oben auf den Rohrabchnitt tropfendes Regenwasser nicht in die Eintrittsöffnung gelangen kann.

**[0084]** Der aus der Austrittsöffnung des Auslasselements 33 austretende Luftstrom der Fortluft ist in Fig. 5c visualisiert. Fig. 5c zeigt hierbei zwei Varianten, die erste Variante symbolisiert den Luftstrom bei Normallüftung, die zweite Variante symbolisiert den Luftstrom bei Intensivlüftung. Gemäss einem exemplarischen Beispiel für einen Innendurchmesser des Rohrelements von 125 mm kann der Volumenstrom bei Normallüftung 120 m<sup>3</sup>/h betragen. Die Austrittsgeschwindigkeit kann für diesen Volumenstrom 2.7 m/s betragen. Der Volumenstrom bei Intensivlüftung kann gemäss diesem exemplarischen Beispiel 230 m<sup>3</sup>/h betragen. Die Austrittsgeschwindigkeit kann für diesen Volumenstrom 5.2 m/s betragen.

**[0085]** Für ein Ausführungsbeispiel mit einer Deflektorhaube 35 tritt die Fortluft, welche die Austrittsöffnung der Deflektorhaube 35 verlässt als konischer Luftstrahl 40 aus. Der Öffnungswinkel des Konus, nachfolgend als Strahlwinkel 37 bezeichnet, kann beispielsweise 25 Grad betragen. Der Luftstrahl umfasst einen Kernstrahl 36, der entlang der Strahlachse 39 verläuft. Die Strahlachse 39 fällt gemäss diesem Ausführungsbeispiel mit der Mittenachse des Konus zusammen. Der Luftstrahl ist gekennzeichnet durch eine unmittelbar an die Austrittsöffnung des Auslasselements 33 anschliessende Mischzone und einer Emissionszone 38 für Sekundärluft.

**[0086]** Gemäss obigem exemplarisches Ausführungsbeispiel weist der Kernstrahl 36 in einer Distanz h1 von 3750 mm eine Austrittsgeschwindigkeit von 0.5 m/s auf, wenn das Lüftungssystem im Betriebszustand der Normallüftung befindet.

**[0087]** Gemäss obigem exemplarisches Ausführungsbeispiel weist der Kernstrahl 36 in einer Distanz h2 von 6900 mm eine Austrittsgeschwindigkeit von 0.5 m/s auf, wenn das Lüftungssystem im Betriebszustand der Intensivlüftung befindet.

**[0088]** Da der Luftstrahl der Fortluft stromabwärts der Austrittsöffnung zumindest in der Mischzone auch ausserhalb des Kernstrahls 36 in einem Winkelbereich des Strahlwinkels 37 von maximal 25 Grad fokussiert bleibt, wird die Aussenluft nicht über die Eintrittsöffnung des Einlasselements 34 angesaugt, wenn sich der Winkel der Mittenachse des Einlasselements 34 im Bereich der Eintrittsöffnung im Wesentlichen 90 Grad vom Winkel der Mittenachse des Auslasselements 34 und der in Richtung dieser Mittenachse verlaufenden Strahlachse 39 des Luftstroms der Fortluft unterscheidet.

**[0089]** Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Lüftungssystems 50 nach einem zweiten Ausführungsbeispiel, welches einen Raum 4, ein Raumlüftungsmodul 2 und ein Wärmetauschermodul 3 umfasst. Gleiche oder gleich wirkende Bauelemente tragen dieselben Bezugszeichen wie in den vorhergehenden Abbildungen. Dem Wärmetauschermodul 3 ist Aussenluft als Zuluft über eine Zuluftleitung 11 zuführbar. Die Zuluftleitung 11 führt von einem Einlasselement 34 für die Aussenluft, welches ein Einlasswetterschutzgitter umfassen kann, zu einem Wärmetauscher 31. In der Zuluftleitung 11 befindet sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel ein Einlassfilter 32, der beispielsweise als Rollbandfilter ausgebildet ist. Wenn der Einlassfilter 32 als Rollbandfilter ausgebildet ist, kann dieser mittels eines Photovoltaikmoduls und/oder einem Akku betrieben werden. Wenn eine Kombination eines Photovoltaikmoduls mit einem Akku vorgesehen ist, kann der Akku als Energiespeicher dienen. Eine erste Verbindungsleitung 13 führt vom Wärmetauscher 31 zu einem Zuluftdurchlass 5, welcher sich in einem Raum 4 des Gebäudes befindet. Dieses Lüftungssystem 50 umfasst eine sogenannte Kaskadenlüftung, wie sie vielfach für die Belüftung eines Raums 4, der eine Mehrzahl von Teilräumen 41, 42, 43 enthält, eingesetzt wird.

**[0090]** Exemplarisch sind in diesem Ausführungsbeispiel ein erster Teilraum 41, ein zweiter Teilraum 42 und ein dritter Teilraum 43 gezeigt. Der zweite Teilraum 42 bildet einen Korridor für die durch den Zuluftdurchlass 5 in den ersten Teilraum 41 einströmende Zuluft aus. Die Strömungsrichtung des Luftstroms in den ersten, zweiten und dritten Teilräumen 41, 42, 43 ist schematisch durch Pfeile angedeutet. Die ersten, zweiten und dritten Teilräume 41, 42, 43 können Zwischenwände enthalten, die über luftdurchlässige Öffnungen, beispielsweise Türen, miteinander verbunden sind, sodass der Luftstrom vom ersten Teilraum 41 in den zweiten Teilraum 42 und dritten Teilraum 43 strömen kann. Der dritte Teilraum 43 kann gemäss einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel auch entfallen, es handelt sich somit um ein optionales Merkmal, welches kein notwendiger Bestandteil des Lüftungssystems 50 sein muss. Selbstverständlich können auch mehr als drei Teilräume vorgesehen sein, welche einen Raum 4 ausbilden. Jeder der Räume oder Teilräume kann als Zimmer ausgebildet sein. Gemäss einer nicht dargestellten Variante kann mindestens einer der Teilräume als Korridor ausgebildet sein. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befindet sich im dritten Teilraum 43 ein Abluftdurchlass 6. Vom Abluftdurchlass 6 führt eine erste Abluftleitung 12 zum Raumlüftungsmodul 2.

**[0091]** Die erste Verbindungsleitung 13 führt vom Wärmetauschermodul 3 in einen Zuluftdurchlass 5 zur Belüftung des Raums 4 mit Aussenluft. Stromabwärts des ersten Ventilators 21 kann in der Verbindungsleitung zwischen dem ersten Ventilator 21 und dem Zuluftdurchlass 5 ein erster Filter 25 oder ein erster Schalldämpfer 23 vorgesehen sein, wie in

Fig. 3 gezeigt ist. Dieser erste Ventilator 21, der erste Filter 25 sowie der erste Schalldämpfer 23 wären in diesem Ausführungsbeispiel dem Raumlüftungsmodul 2 zuzuordnen, wie in Fig. 3 gezeigt.

**[0092]** Das Raumlüftungsmodul 2 gemäss Fig. 6 enthält den ersten Ventilator 21, einen zweiten Ventilator 22 und einen stromabwärts des zweiten Ventilators 22 angeordneten Lufterwärmer 27. Gegebenenfalls kann die erste Abluftleitung 12, wie in Fig. 3 gezeigt ist, einen zweiten Schalldämpfer 24 enthalten, falls die Lärmbelastung durch die aus dem dritten Teilraum 43 des Raums 4 abströmende Abluft zu hoch ist. Gegebenenfalls kann das Raumlüftungsmodul 2 einen zweiten Filter 26 enthalten, sodass die Abluft am Eintrittsende des zweiten Ventilators 22 als gefilterte Abluft vorliegt, um Verunreinigungen des zweiten Ventilators 22 zu vermeiden.

**[0093]** Die Abluft ist mittels der ersten Abluftleitung 12 dem zweiten Ventilator 22 zuführbar. Die Abluft ist mittels der zweiten Abluftleitung 14 vom zweiten Ventilator 22 einem Lufterwärmer 27 zuführbar. Der Lufterwärmer 27 ist über die zweite Verbindungsleitung 16 mit dem Wärmetauschermodul 3 verbunden, sodass dem Wärmetauscher 31 eine gefilterte, erwärmte Abluft zuführbar ist. Die zweite Verbindungsleitung 16 wird durch eine Raumbegrenzung 7 in einen Servicebereich des Gebäudes geführt, wobei die Raumbegrenzung 7 beispielsweise eine Gebäudewand, ein Gebäud eboden oder eine Gebäudedecke umfassen kann. Der Servicebereich kann beispielsweise ein Zwischenraum, Kellerraum oder ein Dachraum sein. Der Wärmetauscher 31 befindet sich im Servicebereich. Der Servicebereich befindet sich insbesondere innerhalb des Dämmperimeters. Das bedeutet, dass der Servicebereich sich innerhalb einer allfälligen Isolation des Gebäudes befindet.

**[0094]** Gemäss diesem Ausführungsbeispiel ist das Wärmetauschermodul 3, insbesondere der Wärmetauscher 31, getrennt vom Raumlüftungsmodul 2. Das Raumlüftungsmodul 2 befindet sich ausserhalb des Servicebereichs. Die erwärmte Abluft ist im Wärmetauscher 31 zum Wärmetausch mit der Aussenluft einsetzbar, sodass eine abgekühlte Abluft den Wärmetauscher 31 und das Wärmetauschermodul 3 verlässt. Der Austritt der Abluft aus dem Wärmetauschermodul 3 kann mittels eines Auslasselements 33, umfassend beispielsweise ein Auslasswitterschutzgitter, erfolgen, welches mit dem Wärmetauscher 31 über eine über eine dritte Abluftleitung 18 verbunden ist. Die aus dem Auslasselement 33 austretende Abluft wird als Fortluft bezeichnet.

**[0095]** Der Wärmetauscher kann als ein Kreuzstromwärmetauscher, Gegenstromwärmetauscher, Plattenwärmetauscher oder Enthalpiewärmetauscher ausgebildet sein. Die vom Raumlüftungsmodul 2 stammende Abluft strömt somit in Innenraum des Wärmetauschers 31 in entgegengesetzter Richtung zur Aussenluft, sodass die Wärme von der Abluft auf die Aussenluft übertragen werden kann, die auf die gewünschte Raumlufttemperatur vorgewärmt werden kann.

**[0096]** Der Wärmetauscher 31 kann insbesondere als ein Plattenwärmetauscher ausgebildet sein. Mittels eines Plattenwärmetauschers ist eine grosse Wärmeaustauschfläche bei minimalem Bauvolumen und daher minimalem Eigengewicht des Wärmetauschers erzielbar.

**[0097]** Der Wärmetauscher 31 kann insbesondere als ein Enthalpiewärmetauscher ausgebildet sein. Mittels eines Enthalpiewärmetauschers kann die durch Kondensation von in der Luft enthaltenem Wasser freiwerdende Kondensationsenergie für die Wärmeübertragung nutzbar gemacht werden.

**[0098]** Die erste Verbindungsleitung 13 kann zum Transport der Aussenluft vom Wärmetauschermodul 3 zum Raumlüftungsmodul 2 ausgebildet sein. Insbesondere kann die erste Verbindungsleitung 13 ohne Wärmedämmung ausgebildet sein.

**[0099]** Die zweite Verbindungsleitung 16 kann zum Transport der Abluft vom Raumlüftungsmodul 2 zum Wärmetauschermodul 3 ausgebildet sein. Insbesondere kann die zweite Verbindungsleitung 16 ohne Wärmedämmung ausgebildet sein.

**[0100]** Zumindest das Wärmetauschermodul 3 ist ausserhalb des Raums 4 angeordnet. Insbesondere ist zumindest der Wärmetauscher 31 ausserhalb jedes ersten zweiten oder dritten Teilräume 41, 42, 43 angeordnet. Die ersten und zweiten Verbindungsleitungen 13, 16 verlaufen durch eine Raumbegrenzung 7, beispielsweise eine Gebäudewand, einen Gebäud eboden oder eine Gebäudedecke.

**[0101]** Insbesondere kann jede der ersten oder zweiten Verbindungsleitungen 13, 16 einen kleineren Aussendurchmesser im Vergleich zu den vorbekannten Lösungen aufweisen, weil ersten und zweiten Verbindungsleitungen des erfindungsge massen Lüftungssystems keine Wärmedämmung enthalten müssen, d.h. nicht isoliert werden müssen.

**[0102]** Gemäss einer Variante kann ein Temperatursensor 10 vorgesehen sein, mittels welchem die Temperatur der Zuluft stromabwärts des Wärmetauschermoduls 3 gemessen werden kann. Der Temperatursensor 10 kann insbesondere an der zum Raumlüftungsmodul 2 führenden ersten Verbindungsleitung 13 angebracht sein, um die Temperatur der in der ersten Verbindungsleitung 13 strömenden Zuluft zu ermitteln. Wenn die Temperatur der Aussenluft unter einen bestimmten Minimalwert absinkt, kann der Lufterwärmer 27 eingeschaltet werden, um die in der zweiten Abluftleitung 14 strömende Abluft zu erwärmen. Die erwärmte Abluft gelangt durch die zweite Verbindungsleitung 16 zum Wärmetauscher 31. Die mittels des Lufterwärmers 27 zugeführte Wärmeenergie dient somit dazu, die durch die Zuluftleitung 11 in den Wärmetauscher 31 einströmende Zuluft vorzuwärmen. Der Minimalwert der vom Temperatursensor 10 ermittelten Temperatur kann beispielsweise 16 Grad Celsius betragen. Wenn die vom Temperatursensor 10 ermittelte Temperatur unter den Minimalwert absinkt, kann eine nicht näher dargestellte Regeleinrichtung ein Signal zum Einschalten des Lufterwärmers 27 erzeugen und die Inbetriebnahme des Lufterwärmers 27 auslösen. Der Lufterwärmer 27 kann abgeschaltet werden, wenn die Temperatur um eine bestimmte Temperaturdifferenz  $\Delta T$  höher ist als der Minimalwert. Die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  kann bei-

spielsweise 1 Grad Celsius betragen. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird der Luftherwärmer 27 abgeschaltet, wenn die vom Temperatursensor 10 gemessene Temperatur 17 Grad Celsius beträgt.

**[0103]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird die Abluft, welche den Luftherwärmer 27 durchströmt, mittels einer heisses Wasser enthaltenden Heisswasserleitung erwärmt. Wenn heisses Wasser eines Heizkreislaufs zur Verfügung steht, kann dessen Wärmeenergie kostengünstig genutzt werden. Zudem ist die Verwendung eines mit heissem Wasser betriebenen Luftherwärmers 27 energetisch günstiger als die Verwendung eines mittels elektrischer Energie betriebenen Luftherwärmers 27, d.h. beispielsweise eines Luftherwärmers, welcher eine Widerstandsheizung oder eine elektrisch betriebene Heizwendel enthält. Selbstverständlich soll aber die Verwendung eines mittels elektrischer Energie betriebenen Luftvorwärmers nicht als mögliche Variante ausgeschlossen werden, sie ist in einigen Anwendungen weniger bevorzugt, beispielsweise wenn der Staudruck in einem, mittels heissem Wasser betriebenen Luftherwärmer wesentlich höher ist. Je nach Einsatzort kann der Betrieb des Luftherwärmers eventuell nur selten erforderlich sein. Beispielsweise kann der Luftherwärmer nur dann zum Einsatz kommen, wenn die Aussentemperatur auf - 2 Grad Celsius absinkt. Gemäss einigen Ausführungsbeispielen kommt der Luftherwärmer zum Einsatz, wenn die Aussentemperatur auf - 8 Grad Celsius absinkt. Daher wird für jeden Einsatzort der Luftherwärmer mit den geringstmöglichen Betriebskosten und dem geringstmöglichen Energieaufwand ausgewählt.

**[0104]** Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann der Volumenstrom durch den ersten Ventilator 21 und der Volumenstrom durch den zweiten Ventilator 22 verändert werden. Beispielsweise kann der Volumenstrom durch jeden der ersten und zweiten Ventilatoren 21, 22 stufenweise verändert werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann eine Grundlüftung, eine Normallüftung und eine Intensivlüftung vorgesehen werden. Der Mittelwert des Volumenstroms beträgt bei Grundlüftung insbesondere im Wesentlichen 50% des Mittelwerts bei Normallüftung. Der Mittelwert des Volumenstroms bei Intensivlüftung liegt um 50% über dem Mittelwert des Volumenstroms bei Grundlüftung.

**[0105]** Gemäss jedem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele insbesondere gemäss einer der Fig. 3 oder 6, kann der erste Filter 25 stromabwärts des ersten Ventilators 21 angeordnet werden. Der erste Filter 25 kann auch stromabwärts des ersten Schalldämpfers 23 angeordnet werden. Gemäss jedem der Ausführungsbeispiele sind der erste Ventilator 21, der erste Filter 25 und der Schalldämpfer erste 23 stromaufwärts des Zuluftdurchlasses 5, insbesondere stromaufwärts der zweiten Zuluftleitung 17, angeordnet.

**[0106]** Gemäss jedem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele, insbesondere gemäss einer der Fig. 3 oder 6, kann der zweite Filter 26 stromaufwärts des zweiten Schalldämpfers 24 angeordnet werden. Gemäss jedem der Ausführungsbeispiele sind der zweite Filter 26 und der zweite Schalldämpfer 24 stromabwärts des Abluftdurchlasses 6, insbesondere stromaufwärts der ersten Abluftleitung 12, angeordnet.

**[0107]** Gemäss jedem der Ausführungsbeispiele kann der Zuluftdurchlass 5 als Zuluftventil ausgebildet sein. Gemäss jedem der Ausführungsbeispiele kann der Abluftdurchlass 6 als Abluftventil ausgebildet sein.

**[0108]** Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Wärmetauschers 30, im vorliegenden Beispiel ist ein Kreuzstrom-Wärmetauscher schematisch dargestellt. Wie in jedem Wärmetauscher wird auch in diesem Kreuzstrom-Wärmetauscher Wärme zwischen einem ersten Fluidstrom 51 und einem zweiten Fluidstrom 52 ausgetauscht. Der erste Fluidstrom 51 wird von einer Temperatur T1 auf eine Temperatur T2 erwärmt. Der zweite Fluidstrom 52 wird von einer Temperatur T3 auf eine Temperatur T4 abgekühlt. Dabei gilt, dass  $T3 > T2$  ist, damit eine Wärmeübertragung vom zweiten Fluidstrom auf den ersten Fluidstrom erfolgen kann. Der erste Fluidstrom kann Frischluft sein, welche im Wärmetauscher vorgewärmt wird und als vorgewärmte Zuluft in den oder die Räume eins Gebäudes verteilt werden kann. Der zweite Fluidstrom kann eine warme Abluft sein, die aus dem oder den Räumen abgesaugt wird und den Wärmetauscher als verbrauchte Fortluft in die Umgebung abgegeben wird. Ein derartiger Wärmetauscher ist beispielsweise im Wärmetauschermodul gemäss Fig. 3 oder Fig. 6 als Wärmetauscher 31 vorgesehen. Diesem Wärmetauscher oder dem ersten oder zweiten Fluidstrom 51, 52 wird keine zusätzliche Energie zugeführt, daher wird dieser Wärmetauscher auch als passiver Wärmetauscher bezeichnet.

**[0109]** Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Wärmetauschers 40, dessen zweiter Fluidstrom 52 mittels eines Luftherwärmers 27 erwärmt wird, sodass ein erwärmter Fluidstrom 53 erhalten wird. Der Wärmetauscher 40 unterscheidet sich vom Wärmetauscher 30 dahingehend, dass der erste und der zweite Fluidstrom 51, 52 nicht auf mehrere Teilströme aufgeteilt werden. Der auf die Temperatur T4 erwärmte zweite Fluidstrom wird dem Luftherwärmer 27 zugeführt.

**[0110]** Im Luftherwärmer 27 nur ein einziger Fluidstrom erwärmt. Die Erwärmung erfolgt dabei mittels einer externen Wärmequelle 28, beispielsweise durch die Wärmeabgabe eines im Fluidstrom befindlichen elektrischen Widerstands, einer Infrarotheizung oder eines Infrarotstrahlers. Als externe Wärmequelle 28 wird eine Wärmequelle bezeichnet, die keine Raumluft enthält oder mittels Raumluft betreibbar ist. Der zweite Fluidstrom 52 wird an der Wärmequelle 28 vorbeigeführt und erwärmt sich durch Kontakt mit der Wärmequelle 28. Alternativ kann ein Wärmeträgerfluid als Wärmequelle verwendet werden, beispielsweise Heisswasser oder Öl. Da die Bereitstellung der Wärme, die dem zweiten Fluidstrom 52 zugeführt wird, mittels der Wärmequelle 28 die Verwendung einer zusätzlichen Energiequelle erfordert, wird der Luftherwärmer als aktiver Wärmeüberträger bezeichnet. Wird die Zuluft, wie in Fig. 7 gezeigt, mittels eines passiven Wärmetauschers 40 vorgewärmt, ist nur der Energiebedarf zur Erzeugung der Temperaturdifferenz  $T5 - T4$  erforderlich. Daher kann eine Wärmequelle 28 mit geringerer Wärmeleistung zum Einsatz kommen, wenn der passive Wärmetauscher 40 zum Einsatz kommt, um den ersten Fluidstrom 52 auf die Temperatur T4 vorzuwärmen.

**[0111]** Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung eines Regelungssystems 20 für ein Lüftungssystem 1 nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele enthaltend ein Stellglied 51, eine Regelstrecke 52, ein Messglied 53 und einen Regler 54. Das Stellglied 51 ist die Sollzahl eines der Ventilatoren 21, 22, welche mittels der Steuergrösse  $u$ , der Sollzahl eingestellt wird, sodass sich der Volumenstrom  $v$  als Stellgrösse  $u_R$  ergibt. Der Volumenstrom  $v$  wird dem Raum 4 zugeführt. Die Regelstrecke 52 wird durch den Raum 4 ausgebildet. Auf die Regelstrecke 52 wirken eine Störgrösse  $d$  oder mehrere Störgrössen  $d_i$  ein. Der Zusatz „i“ steht dabei für je eine dieser Störgrössen, wenn eine Mehrzahl von Störgrössen vorliegen. Störgrössen können beispielsweise durch eine Heizungsanlage, eine Klimaanlage, ein Fenster, eine Dunstabzughaube, im Raum befindliche Personen verursacht werden. Störgrössen können insbesondere bewirken, dass sich der Volumenstrom  $v$  oder mindestens eine Komponente des Volumenstroms verändert. Diese Veränderung wird als Regelgrösse  $y$  erfasst. Es ist möglich, dass mehrere Regelgrössen erfasst werden, daher wird wiederum der Zusatz „i“ verwendet, um die zu der entsprechenden Störgrösse  $d_i$  gehörige Regelgrösse  $y_i$  zu charakterisieren.

**[0112]** Die Regelgrösse  $y_i$  kann beispielsweise einen der Betriebsparameter aus der Gruppe bestehend aus dem Absolutdruck, der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit oder dem  $\text{CO}_2$  Gehalt der Luft umfassen. Insbesondere können mit dem Regelungssystem eine Mehrzahl an Regelgrössen  $y_i$  erfasst werden, wobei  $i$  eine ganze Zahl Bereich  $1 \leq i \leq n$  ist. Beispielsweise kann  $i=1, i=2, i=3$  oder  $i=4$  sein. Selbstverständlich können mit dem Regelsystem auch mehr als vier Regelgrössen  $y_i$  erfasst werden. Daher kann  $n$  auch Werte grösser als 4 annehmen.

**[0113]** Die Regelgrösse  $y_i$  wird mit einem entsprechenden Messglied 53 gemessen. Das Messglied 53 kann einen Messwertaufnehmer aus der Gruppe bestehend aus einem Drucksensor, Temperaturfühler, Feuchtesensor,  $\text{CO}_2$ -Sensor umfassen. Wenn mehrere Regelgrössen  $y_i$  überwacht werden müssen, kann eine Mehrzahl von Messwertnehmern vorgesehen werden. Der Istwert  $y_M$  wird oder die Istwerte  $y_{Mi}$  werden mittels dem oder jedem der Messglieder 53 ermittelt. Der Istwert kann einen Wert aus der Gruppe, bestehend aus dem gemessenen Absolutdruck, der gemessenen Lufttemperatur, der gemessenen Luftfeuchtigkeit, einem gemessenen Gehalt an einem Schadstoff oder dem gemessenen  $\text{CO}_2$  Gehalt umfassen.

**[0114]** Zu jedem Istwert  $y_M, y_{Mi}$  ist im Regelungssystem eine entsprechende Führungsgrösse  $w_i$  spezifiziert. Die Führungsgrösse  $w_i$  kann einen Sollwert aus der Gruppe bestehend aus dem gewünschten Luftdruck, der gewünschten Raumtemperatur, der gewünschten Luftfeuchtigkeit, dem gewünschten Gehalt an einem Schadstoff oder dem gewünschten  $\text{CO}_2$  Gehalt umfassen. Die Führungsgrössen  $w_i$  sind beispielsweise in einer Speichereinheit hinterlegt und können in einer Vergleichseinheit mit dem entsprechenden Istwert verglichen werden. Die Differenz zwischen dem Istwert  $y_{Mi}$  und der zugehörigen Führungsgrösse  $w_i$  wird als Regeldifferenz  $e_i$  bezeichnet. Die Regeldifferenz  $e_i$  ergibt sich somit als der Differenzbetrag zwischen dem Istwert  $y_{Mi}$  und der zugehörigen Führungsgrösse  $w_i$ .

**[0115]** Die Regeldifferenz  $e_i$  wird nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne erneut ermittelt, d.h. es wird die Regeldifferenz  $e_{it}$  zum Zeitpunkt  $t$  und die Regeldifferenz  $e_{i(t+\Delta t)}$  zum Zeitpunkt  $t + \Delta t$  ermittelt. Aus der Differenz der Regeldifferenzen  $e_{i(t+\Delta t)} - e_{it}$  ergibt sich die sogenannte Transiente. Je grösser die Transiente, desto grösser ist die Differenz der entsprechenden Regeldifferenz zwischen dem zu Beginn der Zeitspanne und der Regeldifferenz und dem Ende der Zeitspanne. Die Zeitspanne  $\Delta t$  kann eine variable Dauer aufweisen.

**[0116]** Nachdem die Transienten auf diese Weise für alle Betriebsparameter ermittelt worden sind, wird die Regeldifferenz  $e_i$  für die betragsmässig grösste Transiente selektiert und dem Regler 54 zugeführt. Vom Regler 54 wird zu dieser Regeldifferenz  $e_i$  die zugehörige Steuergrösse  $u$  ermittelt, welche mit dem Stellglied 51 eingestellt wird, um die Stellgrösse  $u_R$  entsprechend anzupassen.

**[0117]** Somit wird die Stellgrösse vom Regelungssystem selbsttätig in Abhängigkeit von dem durch die entsprechende Störgrösse am stärksten beeinflussten Betriebsparameter eingestellt. Mittels des Regelungssystems lässt sich somit eine sehr schnelle und präzise Regelung insbesondere mehrerer miteinander in einem Zusammenhang stehender Betriebsparameter erzielen.

**[0118]** Da der Regler 54 die Steuergrösse  $u$  immer auf Basis der betragsmässig grössten Transiente ermittelt, reagiert das Regelungssystem unmittelbar auf die Störgrösse, welche den grössten Einfluss auf die Regelstrecke hat und greift korrigierend ein, wenn die Transiente nur für einen einzigen der Betriebsparameter ausserhalb des zulässigen Bereichs ist.

**[0119]** Zudem kann die Zeitdauer der Zeitspanne umso kürzer gewählt werden, je grösser der Betrag der Transiente ist. Somit kann das Regelungssystem auf eine schnelle Veränderung der Regeldifferenz schneller reagieren, wodurch das Auftreten von Schwingungen im Regelungssystem vermieden werden kann.

**[0120]** Fig. 10 zeigt eine Grafik einer dynamischen Abtastrate. Auf der Abszisse ist die Zeit  $t$  aufgetragen, auf der Ordinate die Regeldifferenz  $e$ , bzw.  $e_i$  für den  $i$ -ten Betriebsparameter, falls mittels des Regelungssystems eine Mehrzahl von Betriebsparametern simultan überwacht werden müssen. Exemplarisch sind die Regeldifferenz  $e_{i1}$  zum Zeitpunkt  $t_1$  und die Regeldifferenz  $e_{i2}$  zum Zeitpunkt  $t_2$  gezeigt. Hierbei gilt:  $t_2=t_1 + \Delta t$ . Die Steigung der Kurve ergibt sich aus der Beziehung  $\tan\alpha=(e_{i2} - e_{i1})/\Delta t$ , wenn die Kurve als abschnittsweise näherungsweise als lineare Kennlinie betrachtet wird. Diese Steigung entspricht der Transiente.

**[0121]** Aus Fig. 10 ist ersichtlich, dass Abtastrate, d.h. die Zeitspanne zwischen zwei Regeldifferenzen umso kürzer ist, je grösser der Steigungswinkel  $\alpha$  ist. Die Zeitspanne zwischen zwei Regeldifferenzen nimmt zu, wenn der Steigungswinkel

$\alpha$  kleiner wird, bzw. gegen null geht. Wenn der Steigungswinkel  $\alpha$  den Wert null annimmt, ist die Transiente null, d.h. die Regeldifferenz  $e_i$  ist konstant, d.h. der Istwert entspricht dem Sollwert  $SW_i$ .

**[0122]** Für den Fachmann ist offensichtlich, dass viele weitere Varianten zusätzlich zu den beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich sind, ohne vom erfinderischen Konzept abzuweichen. Der Gegenstand der Erfindung wird somit durch die vorangehende Beschreibung nicht eingeschränkt und ist durch den Schutzbereich bestimmt, der durch die Ansprüche festgelegt ist. Für die Interpretation der Ansprüche oder der Beschreibung ist die breiteste mögliche Lesart der Ansprüche massgeblich. Insbesondere sollen die Begriffe „enthalten“ oder „beinhalten“ derart interpretiert werden, dass sie sich auf Elemente, Komponenten oder Schritte in einer nicht-ausschliesslichen Bedeutung beziehen, wodurch angedeutet werden soll, dass die Elemente, Komponenten oder Schritte vorhanden sein können oder genutzt werden können, dass sie mit anderen Elementen, Komponenten oder Schritten kombiniert werden können, die nicht explizit erwähnt sind. Wenn die Ansprüche sich auf ein Element oder eine Komponente aus einer Gruppe beziehen, die aus A, B, C bis N Elementen oder Komponenten bestehen kann, soll diese Formulierung derart interpretiert werden, dass nur ein einziges Element dieser Gruppe erforderlich ist, und nicht eine Kombination von A und N, B und N oder irgendeiner anderen Kombination von zwei oder mehr Elementen oder Komponenten dieser Gruppe.

### Patentansprüche

1. Lüftungssystem (1) umfassend mindestens einen Raum (4) eines Gebäudes, ein Raumlüftungsmodul (2) und ein Wärmetauschermodul (3), wobei das Raumlüftungsmodul (2) im Raum (4) angeordnet ist, wobei das Wärmetauschermodul (3) ausserhalb des Raums (4) angeordnet ist, wobei der Raum (4) mindestens eine temporär zuschaltbare Luftquelle oder Luftsenke (8) enthält, wobei dem Wärmetauschermodul (3) Aussenluft über ein Einlasselement (34) als Zuluft zuführbar ist und Abluft über ein Auslasselement (33) als Fortluft abführbar ist, wobei eine erste Verbindungsleitung (13) zum Transport der Zuluft vom Wärmetauschermodul (3) zum Raumlüftungsmodul (2) ausgebildet ist, wobei eine zweite Verbindungsleitung (16) zum Transport der Abluft vom Raumlüftungsmodul (2) zum Wärmetauschermodul (3) ausgebildet ist, wobei das Wärmetauschermodul (3) vom Raumlüftungsmodul (2) durch eine Raumbegrenzung (7) räumlich getrennt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Raumlüftungsmodul (2) einen ersten Ventilator (21) zum Transport der Zuluft durch die erste Verbindungsleitung (13) in den Raum (4) und einen zweiten Ventilator (22) zum Transport der Abluft durch die zweite Verbindungsleitung (16) aus dem Raum (4) enthält, wobei im Raum (4) ein Drucküberwachungsmodul (9) angeordnet ist, wobei das Raumlüftungsmodul (2) ein Regelungssystem enthält, wobei der erste Ventilator (21) und der zweite Ventilator (22) bei einer Inbetriebnahme der zuschaltbaren Luftquelle oder Luftsenke (8) im Raum (4) mittels des Regelungssystems abschaltbar sind, wenn eine Druckveränderung durch das Drucküberwachungsmodul (9) detektiert wird.
2. Lüftungssystem (1) nach Anspruch 1, wobei das Drucküberwachungsmodul (9) eine Messvorrichtung zur Messung eines Absolutdrucks eines im Raum (4) befindlichen gasförmigen Mediums enthält, wobei mittels der Messvorrichtung eine Mehrzahl von Messungen zur Ermittlung eines Messwerts für den Absolutdruck in festgelegten Zeitintervallen durchführbar sind, wobei insbesondere jedes der Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen im Bereich von 5 bis einschliesslich 50 ms liegt und/oder wobei die Zeitintervalle eine variable Länge aufweisen können.
3. Lüftungssystem (1) nach Anspruch 2, wobei der erste Ventilator (21) und zweite Ventilator (22) abschaltbar sind, wenn der Messwert für den Absolutdruck zu Beginn des Zeitintervalls vom Messwert für den Absolutdruck am Ende des Zeitintervalls um mindestens 1 Pa abweicht.
4. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Regelungssystem ein Stellglied (51), eine Regelstrecke (52), ein Messglied (53) und einen Regler (54) umfasst, wobei das Regelungssystem ist als eine Komfort-Stufenregelung ausgebildet ist, wenn eine Mehrzahl von Stufen vorhanden ist, wobei sich zumindest eine Führungsgrösse jeder der Stufen von jeder anderen Stufe unterscheidet, wobei für jede der Stufen die Drehzahl jedes der beiden Ventilatoren verändert werden kann, wenn sich zumindest ein Betriebsparameter verändert, wobei mittels der Drehzahl des entsprechenden Ventilators der Zuluftvolumenstrom und/oder der Abluftvolumenstrom bestimmbar ist.
5. Lüftungssystem (1) nach Anspruch 4, wobei das Messglied (53) zur Messung mindestens eines der Betriebsparameter ausgebildet ist, wobei der Betriebsparameter eine Temperatur, einen Absolutdruck, eine Luftfeuchtigkeit, einen Schadstoffgehalt der Luft, beispielsweise einen VOC-Gehalt, eine Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Luft umfassen kann.
6. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfassend einen Lufterwärmer (27), wobei der Lufterwärmer (27) zur Erwärmung der Abluft oder der Zuluft einschaltbar ist, wenn die Temperatur der Zuluft unter einen bestimmten Minimalwert absinkt.
7. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aussenluft dem Wärmetauschermodul (3) über eine Luftleitung (11) zuführbar ist, wobei die Luftleitung (11) vom Einlasselement (34) zu einem Einlassfilter (32) und zu einem Wärmetauscher (31) führt.
8. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Raumlüftungsmodul (2) einen ersten Filter (25), den ersten Ventilator (21) und/oder einen ersten Schalldämpfer (23) enthält, wobei die mit dem Wärmetauschermodul (3) verbundene erste Verbindungsleitung (13) mit dem ersten Filter (25), dem ersten Ventilator (21)

und/oder dem ersten Schalldämpfer (23) verbunden ist, wobei der erste Filter (25), der erste Ventilator (21) und/oder der erste Schalldämpfer (23) über eine erste Zuluftleitung (15) miteinander in beliebiger Reihenfolge verbunden sind.

9. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine zweite Zuluftleitung (17) vom Raumlüftungsmodul (2) in einen Zuluftdurchlass (5) zur Belüftung des Raums (4) mit der Zuluft führt.
10. Lüftungssystem (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Abluft dem Raumlüftungsmodul (2) von einem Abluftdurchlass (6) in einer ersten Abluftleitung (12) zuführbar ist, wobei die Abluft im Raumlüftungsmodul (2) dem zweiten Ventilator (22) zuführbar ist, wobei die Abluft mittels einer zweiten Abluftleitung (14) vom zweiten Ventilator (22) zum Luftherwärmer (27) führbar ist, wobei der Luftherwärmer (27) über die zweite Verbindungsleitung (16) mit dem Wärmetauschermodul (3) verbunden ist.
11. Lüftungssystem (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei die Abluft mittels der ersten Abluftleitung (12) einem zweiten Schalldämpfer (24) und/oder einem zweiten Filter (26) zuführbar ist, wobei eine zweite Abluftleitung (14) vom zweiten Schalldämpfer (24) und/oder vom zweiten Filter (26) zum zweiten Ventilator (22) verläuft, wobei die Abluft mittels der zweiten Abluftleitung (14) vom zweiten Ventilator (22) zum Luftherwärmer (27) führbar ist.
12. Lüftungssystem (1) nach Anspruch 11, wobei dem Wärmetauscher (31) über die zweite Verbindungsleitung (16) eine erwärmte Abluft vom Luftherwärmer (27) zuführbar ist, wobei die erwärmte Abluft im Wärmetauscher (31) zum Wärmetausch mit der Zuluft einsetzbar ist.
13. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 7 bis 12, wobei der Wärmetauscher (31) ein Element aus der Gruppe bestehend aus einem Gegenstromwärmetauscher, einem Kreuzstromwärmetauscher, einem Plattenwärmetauscher und einem Enthalpiewärmetauscher enthält.
14. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der ersten Verbindungsleitungen (13) und zweiten Verbindungsleitungen (16) keine Wärmedämmung enthält.
15. Lüftungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine abgekühlte Abluft über eine dritte Abluftleitung (18) zum Auslasselement (33) zum Austritt aus dem Wärmetauschermodul (3) führbar ist, wobei das Einlasselement (34) eine Einlassöffnung aufweisen kann, die im Wesentlichen in einem rechten Winkel zu einer Auslassöffnung des Auslasselements (33) angeordnet sein kann.

Fig. 1

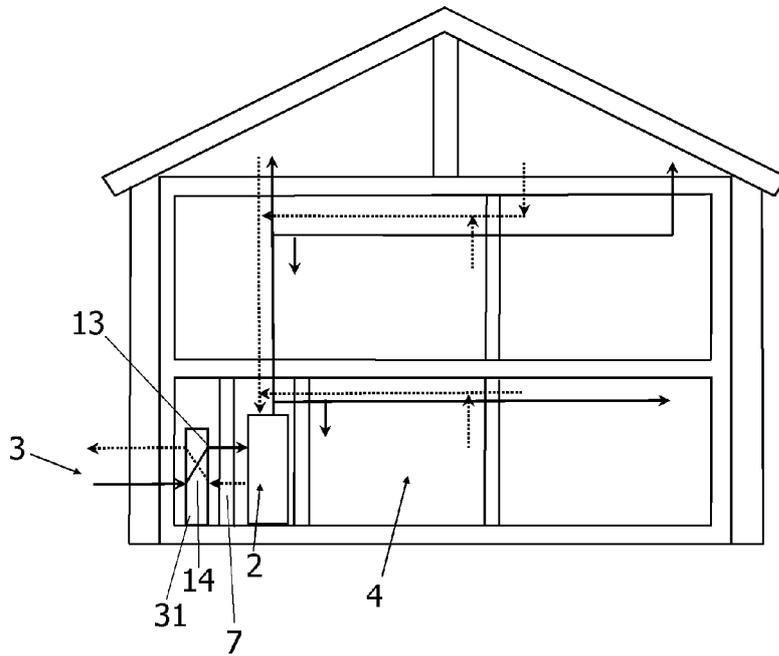


Fig. 2

Stand der Technik

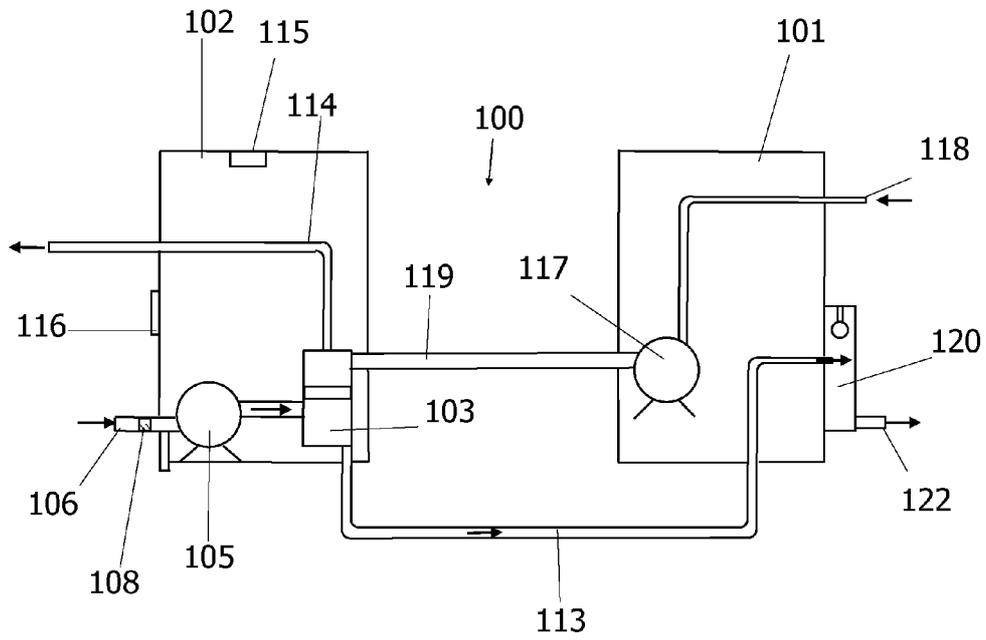


Fig. 3

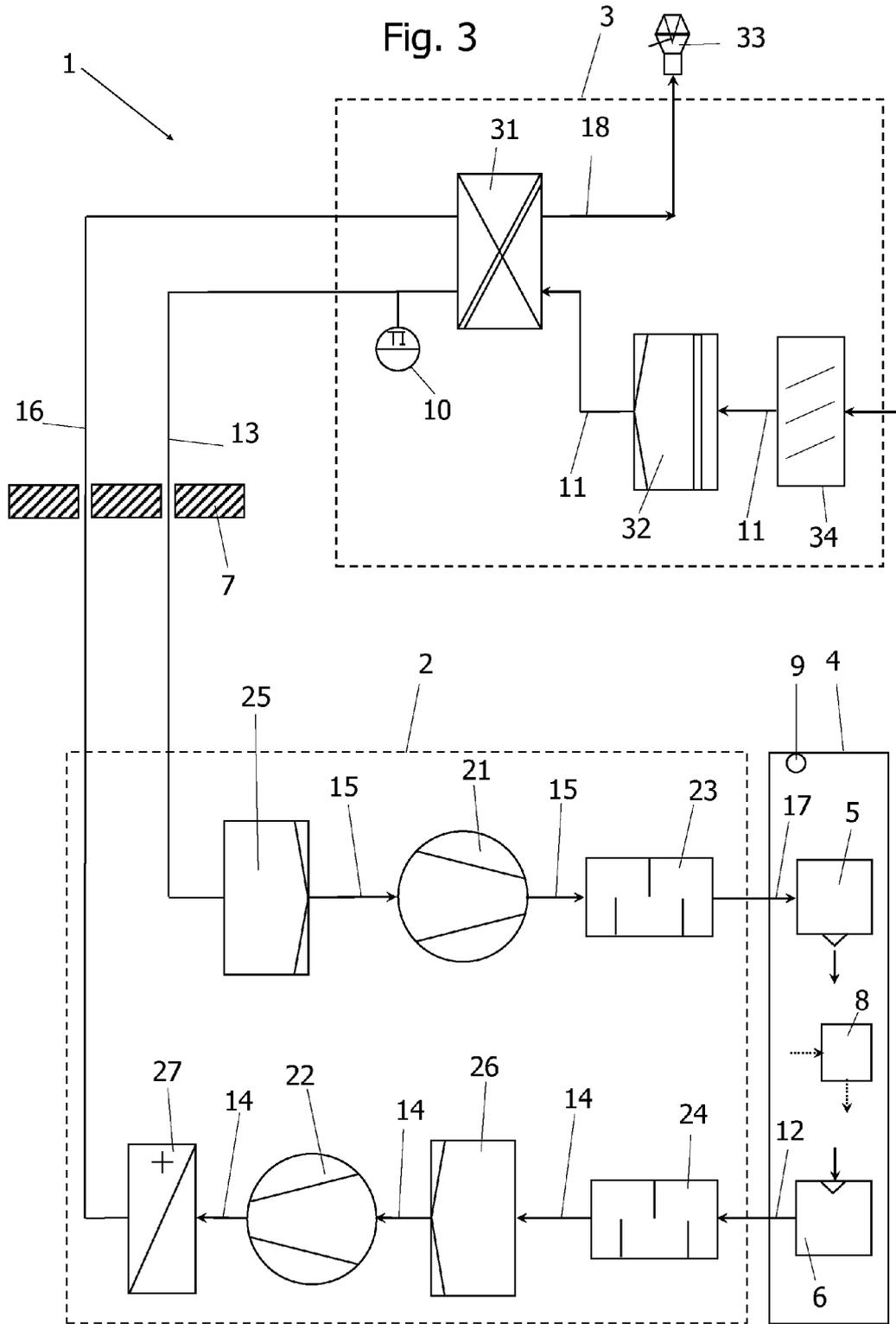




Fig. 6

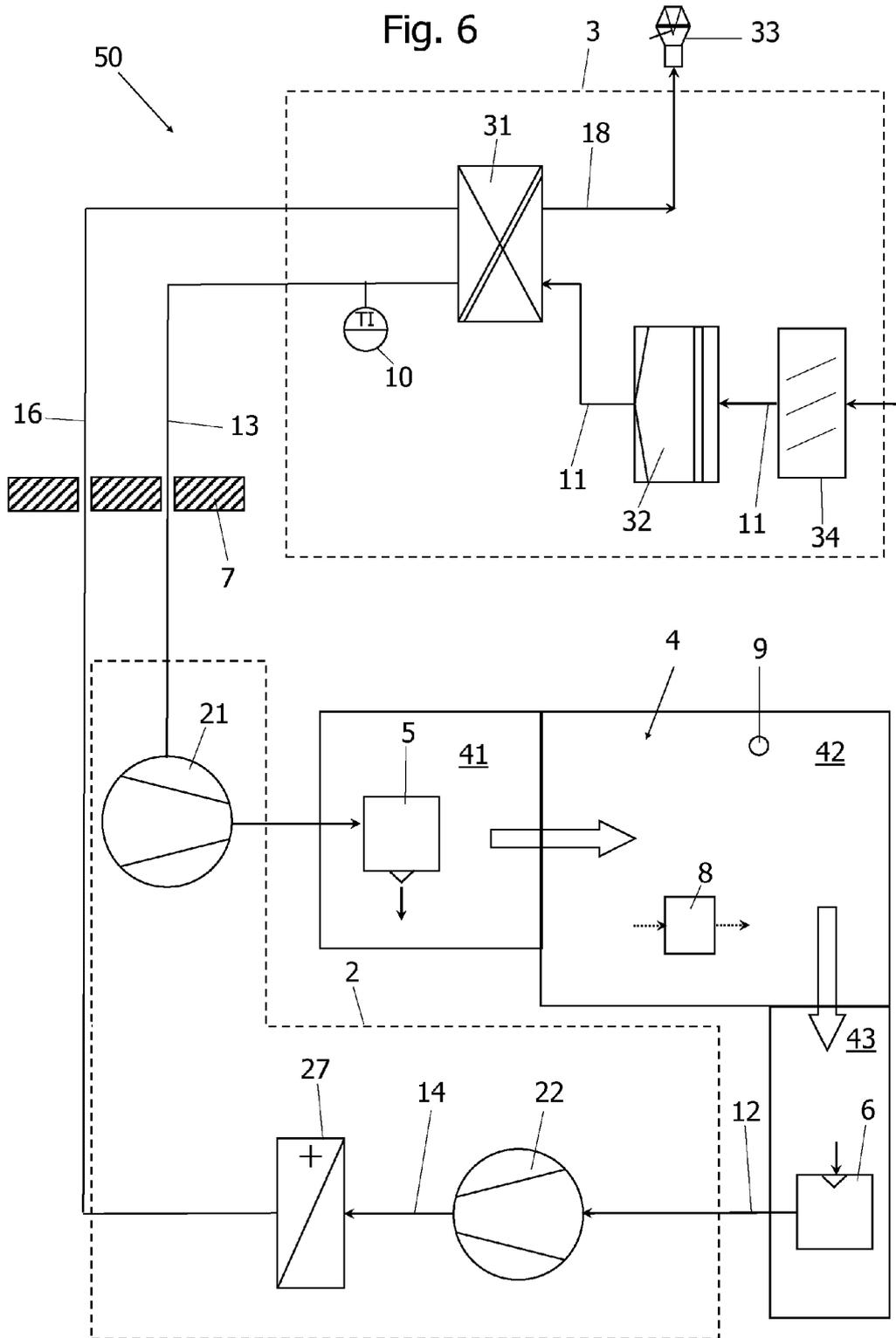


Fig. 7

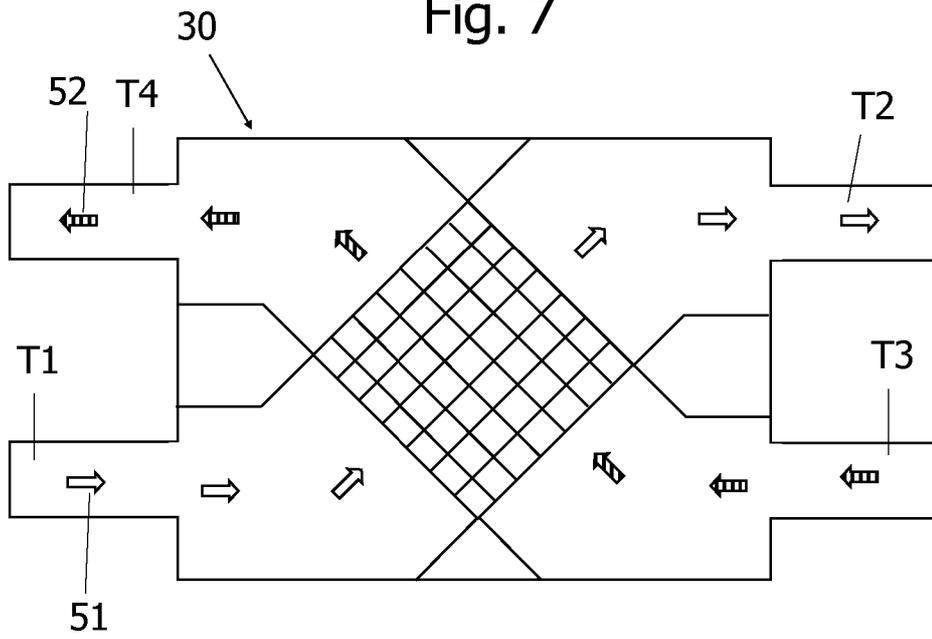


Fig. 8

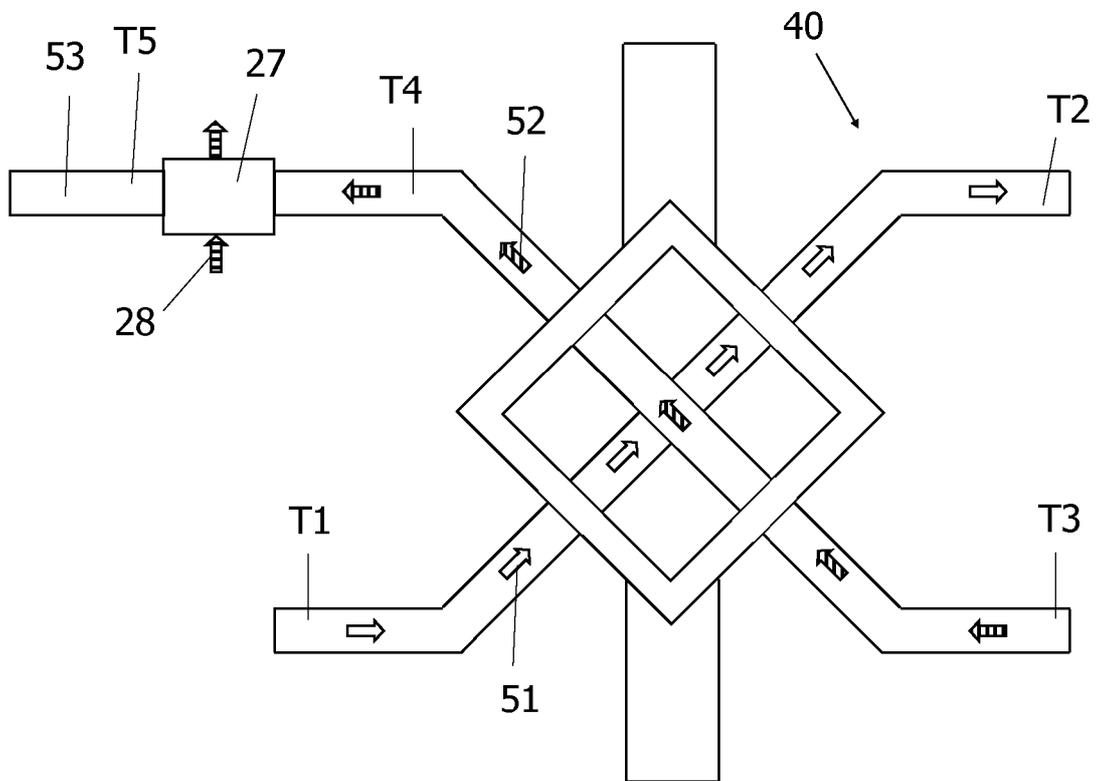


Fig. 9

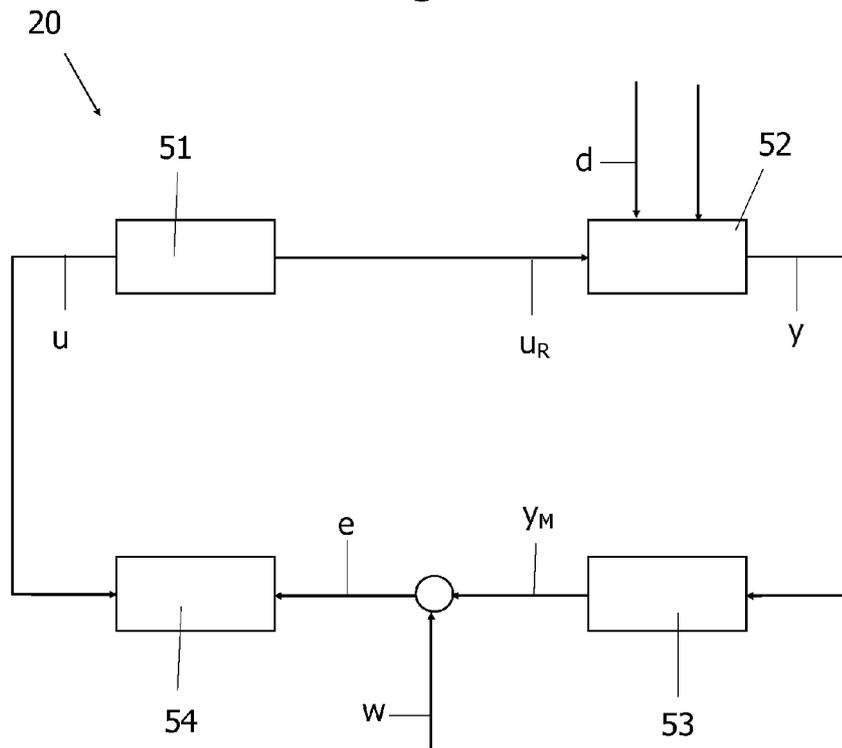
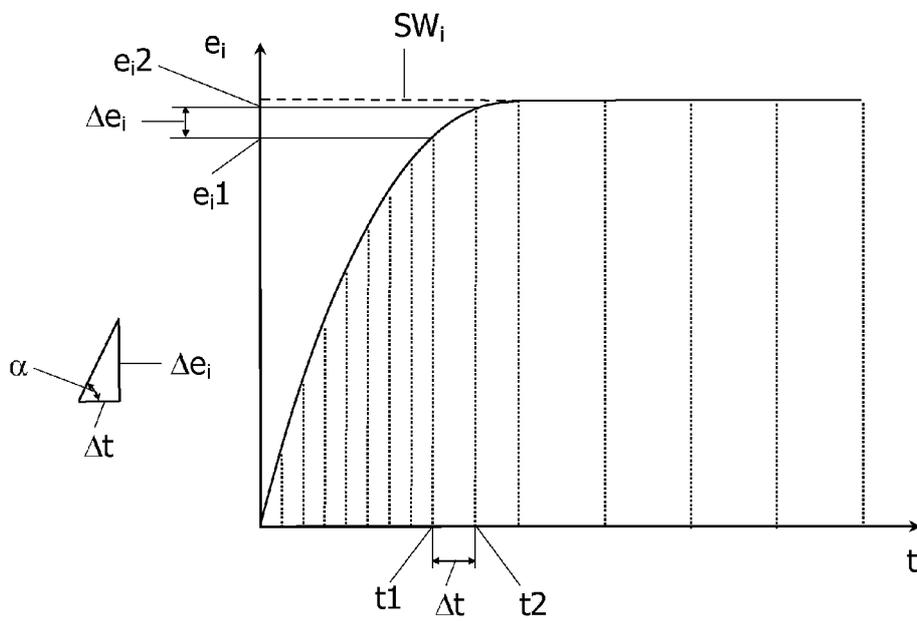


Fig. 10



**RECHERCHENBERICHT ZUR  
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH00096/23

**Klassifikation der Anmeldung (IPC):**  
**F24F11/77, F24F7/08****Recherchierte Sachgebiete (IPC):**  
**F24F****EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:**

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(\*))

- 1 JPH0979648 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA AVE KK) 28.03.1997  
 Kategorie: **Y**                      Ansprüche: **1, 5 - 15**  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **4**  
 \* [0010]; [0011]; [0014]; [0028]; [0029]; [0036]; [0037]; Abbildungen 2, 3, 9 \*
- 2 EP3916314 A1 (FELIX & CO AG [CH]) 01.12.2021  
 Kategorie: **Y**                      Ansprüche: **1, 5 - 15**  
 \* Ganzes Dokument \*
- 3 CN209655512U U (SINO GEPTECK SHANGHAI CORP) 19.11.2019  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **1**  
 \* [0020] - [0023]; Abbildungen 1-4 \*
- 4 JP2018009713 A (HITACHI LTD) 18.01.2018  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **1**  
 \* [0031] - [0032]; Abbildungen 1, 3 \*
- 5 JPH01114643 A (MATSUSHITA SEIKO KK) 08.05.1989  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **1**  
 \* [0001]; Abbildung 3 \*
- 6 DE102006007814 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 30.08.2007  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **1**  
 \* [0004]; [0005]; Abbildung 1 \*
- 7 JP2021116955 A (MAHBEX CO LTD) 10.08.2021  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **2, 3**  
 \* [0134]; [0161]; [0146] - [0148]; [0161]; [0211] - [0215]; [0249]; Abbildungen 1, 10, 13 \*
- 8 JP2007247912 A (TAKASAGO THERMAL ENGINEERING) 27.09.2007  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **2**  
 \* [0027]; [0028]; [0031]; Abbildungen 1, 4, 5 \*

**KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:**

<p>X: stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage</p> <p>Y: stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage</p> <p>A: definieren den allgemeinen Stand der Technik ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit</p> <p>O: nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P: wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht</p>	<p>D: wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>T: Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden</p> <p>L: aus anderen Gründen angeführte Dokumente</p> <p>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
--	--

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden.

---

<b>Rechercheur:</b>	Dunshu Zhou
<b>Recherchebehörde, Ort:</b>	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum, Bern
<b>Abschlussdatum der Recherche:</b>	19.12.2023

---

**FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE**

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

<b>JPH0979648 A</b>	28.03.1997	JPH0979648 A	28.03.1997
		JP3480877 B2	22.12.2003
<b>EP3916314 A1</b>	01.12.2021	EP3916314 A1	01.12.2021
<b>CN209655512U U</b>	19.11.2019	CN209655512U U	19.11.2019
<b>JP2018009713 A</b>	18.01.2018	JP2018009713 A	18.01.2018
		JP6770357 B2	14.10.2020
<b>JPH01114643 A</b>	08.05.1989	JPH01114643 A	08.05.1989
		JPH0765789 B2	19.07.1995
<b>DE102006007814 A1</b>	30.08.2007	DE102006007814 A1	30.08.2007
		DE102006007814 B4	24.01.2008
<b>JP2021116955 A</b>	10.08.2021	JP2021116955 A	10.08.2021
<b>JP2007247912 A</b>	27.09.2007	JP2007247912 A	27.09.2007
		JP4684921 B2	18.05.2011