



(10) **AT 514151 A2 2014-10-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50349/2014 (51) Int. Cl.: **F24F 12/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 19.05.2014 **F24F 7/06** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2014

(30) **Priorität:**
25.03.2013 AT A50203/2013 beansprucht.

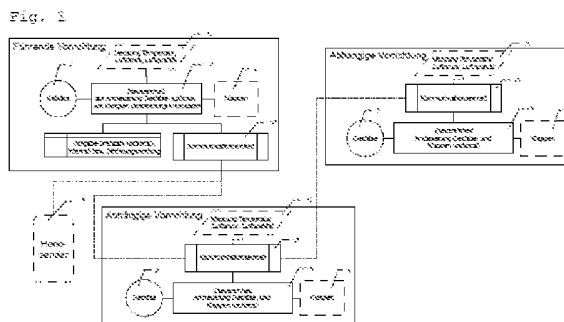
(71) **Patentanmelder:**
Gebrat Gerfried Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(72) **Erfinder:**
Gebrat Gerfried Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

AT 514151 A2 2014-10-15

(54) **Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Kombination mit einem Solar-Luft-Kollektor. Im Verein mit mindestens einer zweiten Vorrichtung zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft vorteilhafterweise mit Luftansaugung über einen Solar-Luft-Kollektor wird über einen zyklischen Betrieb eine Energieeinsparung und Verbesserung der Raumluftqualität ermöglicht. Mindestens zwei über eine Steuerung (5) und Kommunikationseinheit(10) verbundene Vorrichtungen werden benutzt, um je nach Ansteuerung der Gebläse (2) entweder bei einer alternierenden Drehrichtung der Gebläse (2) eine Wärmerückgewinnung über die regenerativen Wärme- und Feuchteaustauscher (3) oder bei gleichbleibender Drehrichtung abhängig von den gemessenen Zulufttemperaturen unter Berücksichtigung der Luftaustrittstemperatur aus dem Solar-Luft-Kollektor eine Querlüftung mit in eine der zwei möglichen Richtungen zu ermöglichen. Das Regelungsverfahren basiert auf einer Bilanzierung zur Entscheidung über die Betriebsart und Optimierung der Luftmenge und kann sowohl zur Erwärmung als auch zur Kühlung der durchströmten Räume verwendet werden.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Kombination mit einem Solar-Luft-Kollektor. Im vereinen mit mindestens einer zweiten Vorrichtung zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft vorteilhafterweise mit Luftansaugung über einen Solar-Luft-Kollektor wird über einen zyklischen Betrieb eine Energieeinsparung und Verbesserung der Raumluftqualität ermöglicht. Mindestens zwei über eine Steuerung (5) und Kommunikationseinheit(10) verbundene Vorrichtungen werden benutzt, um je nach Ansteuerung der Gebläse (2) entweder bei einer alternierenden Drehrichtung der Gebläse (2) eine Wärmerückgewinnung über die regenerativen Wärme- und Feuchteausstauscher (3) oder bei gleichbleibender Drehrichtung abhängig von den gemessenen Zulufttemperaturen unter Berücksichtigung der Luftaustrittstemperatur aus dem Solar-Luft-Kollektor eine Querlüftung mit in eine der zwei möglichen Richtungen zu ermöglichen. Das Regelungsverfahren basiert auf einer Bilanzierung zur Entscheidung über die Betriebsart und Optimierung der Luftmenge und kann sowohl zur Erwärmung als auch zur Kühlung der durchströmten Räume verwendet werden.

Fig.1

Beschreibung

Stand der Technik bei der Wärmerückgewinnung aus der Abluft sind sowohl regenerative (siehe z.B. EP0787953) als auch rekuperative Wärme- und Feuchteaus-tauscher. Üblicherweise werden dezentrale Systeme über eine Öffnung in die Außenwand eingebaut. Bei einem kontinuierlich arbeitenden System wird eine Wärme und Feuchtigkeit speichernde Masse entweder gedreht oder geklappt (siehe CN2628927) um die Funktion der Wärmeaufnahme und -abgabe realisieren zu können. Es ist aber auch möglich die Strömungsrichtung umzukehren und einen feststehenden Wärme- und Feuchteaus-tauscher zu nutzen (siehe EP0379989, EP0428948, EP0990859, EP2148163, DE3613942, DE4104423, DE4202970, DE9116290, WO9735152, US4952283 und DE202010010607), der zuerst durch die abströmende Luft erhitzt und dann durch die zuströmende Luft gekühlt wird. Dabei wird die ggf. beim Abkühlen kondensierte Feuchtigkeit tw. wieder dem bewohnten Innenraum des Gebäudes zugeführt wobei dieser in Folge abgekürzt als Raum bezeichnet werden soll auch wenn es sich um verbundene durchströmbare Teile des Gebäudes handelt. EP0438037 zeigt eine Variante mit Querstromlüftern und Luftführung parallel zur Wand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde dezentrale Lüftungseinheiten flexibel und auch im Verbund mit mindestens einem Solar-Luft-Kollektor betreiben zu können um mehrere Betriebsarten in Bezug auf die Durchströmung zur Verfolgung unterschiedlicher Zielen zu ermöglichen. Die vorgestellte Erfindung erlaubt nicht nur die Wärmerückgewinnung aus der Abluft, sondern auch eine kontinuierliche Zufuhr kühler Luft in Sommernächten (Nachtlüftung ohne Lärmbelästigung) oder eine Erwärmung durch die Ansaugung aus einem Solar-Luft-Kollektor. Bei der

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer
LüftungsVorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
Kollektor

Lüftung werden die Gebläse nur in einer Drehrichtung betrieben und es gibt folgende Betriebsarten für die Gebläse:

Betriebsart	Gebläse Außenwand 1	Gebläse Außenwand 2	Ziel
1	ansaugend	ausblasend	unveränderter Luftdruck im Raum
2	ansaugend	Stillstand	Ruhebedürfnis in Raum bei Außenwand 2
3	Stillstand	ausblasend	Ruhebedürfnis in Raum bei Außenwand 1

Für die Wärmerückgewinnung wird die Drehrichtung der Gebläse in bestimmten Zeitabständen umgekehrt. Die Förderrichtung der Gebläse wechselt also gegengleich ausgenommen es sind andere Kriterien maßgeblich:

- die unterschiedliche Luftqualität unterstützt eine konstante Ansaugung von einer Seite wenn dies aus thermischen Gründen zulässig ist.
- die unterschiedliche Lufttemperatur auf einer Seite unterstützt eine konstante Ansaugung von einer Seite.
- ein Solar Luft-Kollektor auf einer Seite führt bei Durchströmung in eine Richtung zu einer positiven Energiebilanz.

Bei Nutzung von CO₂-Sensoren ist im Winter bzw. über Schadstoffe belasteter Zuluft auch eine minimierende

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor

Regelung der Luftmenge entsprechend der aktuellen Nutzung des Raumes möglich. Weiters kann über einen Schallsensor in der Vorrichtung ein Herannahen einer Schallquelle detektiert und die Durchströmung der Vorrichtung so geändert werden, dass einer höhere Schalldämmung eintritt (Strömungsunterbruch, oder -umkehr).

Die Regelung soll autark arbeiten, eine proprietäre Fernbedienung der Hauptfunktionen über IR ist möglich. Eine standardisierte drahtlose Kommunikation erlaubt das System auch über Computer, bzw. mobile Endbenutzereinheit wie Tablet oder Smartphone nicht nur zu schalten sondern auch programmieren und mit anderen Diensten vernetzen zu können (z.B. Nutzung eines Kalenders oder der Wettervorhersage eines Drittanbieters).

Optional kann die Stromversorgung der Regelung und auch der Gebläse auch über Fotovoltaikzellen durchgeführt werden, die auch in den Solar-Luft-Kollektor integriert werden können, wenn ein Energiespeicher vorgesehen wird um einen 24h-Betrieb zu ermöglichen. Aus Effizienzgründen sollten die Fotovoltaikzellen jedoch abgesetzt und zumindest gut gekühlt sein.

Für die Wahl der Betriebsart der dezentralen mechanischen Lüftungsvorrichtung mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor ist eine Möglichkeit die Bestimmung der Wärmebilanz über die Messung der Luftmenge und Lufttemperatur. Die Messung des Volumenstroms ist schwierig, allenfalls kann dieser indirekt nach Messung der Stromaufnahme und Drehzahl über die Kennlinie des Gebläses bestimmt werden. Alternativ ist es möglich ohne Messung der Stromaufnahme ein Rechenmodell des Kollektors und der Wärmerückgewinnung zu benutzen, um den maximalen Wärmeeintrag abhängig von der Umgebungstemperatur in den

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer
Lüftungsrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
Kollektor

Raum zu bestimmen. Zuletzt kann für die Bilanz der Durchströmung in eine Richtung auch nur die Zulufttemperatur gemessen werden, da bei der Wärmebilanz die Menge herausfällt.

Betriebsart	Messstellen	Regelung
Zyklisch	Lufttemperatur außen, aus dem Solar-Luft-Kollektor, ggf. Stromaufnahme und Drehzahl Gebläse	Zykluszeiten, Drehzahl Gebläse, je nach Ziel (Heizen-Kühlen) und Wärmebilanz
Durchströmung in eine der Richtungen	Lufttemperatur außen, aus dem Solar-Luft-Kollektor	Drehrichtung und Drehzahl Gebläse, je nach Ziel (Heizen-Kühlen) und Wärmebilanz
Abwesenheit	Lufttemperatur außen, aus dem Solar-Luft-Kollektor	Drehrichtung und Drehzahl Gebläse zum Anlagenschutz und Mindestdurchlüftung

Fig. 1 zeigt die Systemarchitektur des Belüftungs-, und Wärmerückgewinnungssystems, bestehend aus zumindest einer führenden- und einer abhängigen dezentralen mechanischen Lüftungsrichtung mit Wärmerückgewinnung, die jeweils zumindest ein Gebläse 2, einen Wärmetauscher 3, eine Steuereinheit 5 und optional eine Klappe 4 umfassen. Diese Vorrichtungen sind vorteilhafterweise drahtlos verbunden

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor

und die Gebläse 2 der Einheiten arbeiten abgestimmt jeweils in entgegen gesetzter Strömungsrichtung indem die Drehrichtung umgekehrt wird, oder es werden für jede Drehrichtung ein Gebläse benutzt. Mindestens eine der Vorrichtungen kann optional mit einer Messung der Abluftqualität ausgerüstet werden um die Luftmenge zu steuern. Über die drahtlose Ansteuerung über eine Kommunikationseinheit 10 kann auch ein Handsender 9 integriert werden über den die Vorrichtungen geschaltet oder programmiert werden können.

Fig. 2 zeigt die Kooperation zwischen zwei Vorrichtungen bestehend aus Gebläse 2, Wärme- und Feuchteauswechsler 3 und Steuereinheit 5 mit den Temperaturmessstellen Zulufttemperatur T_{a1} , Raum-Innentemperatur T_i und Zulufttemperatur T_{a2} . Die Betriebsarten sind:

- a) $T_{a1} > T_i$ und $T_{a1} > T_{a2}$: Durchströmungsrichtung nach rechts
- b) $T_{a2} > T_i$ und $T_{a2} > T_{a1}$: Durchströmungsrichtung nach links
- c) $T_{a1} < T_i$ und $T_{a2} < T_i$: Alternierende Durchströmung, Wärmerückgewinnung über Wärme- und Feuchteauswechsler

Die Messung der Zulufttemperaturen an allen Messstellen erfordert ggf. einen Wechsel der Durchströmungsrichtung des Raumes durch Umkehr der Gebläsedrehzahl oder eines Umschaltens zu einem gegengleich laufenden Gebläse.

Es ist auch möglich die Raum-Innentemperatur T_i als zusammenfassende Temperaturgröße aus der örtlichen Lufttemperatur und den Strahlungstemperaturen der einzelnen Umgebungsflächen an beiden Vorrichtungen zu messen und einen Mittelwert für die Entscheidung über die Betriebsart heranzuziehen.

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor

Fig. 3 zeigt den Betrieb mit nur einem aktiven Gebläse, wodurch der Luftdruck im Raum absinkt, was atmosphärische Verbrennungseinrichtungen beeinflusst. In Fig. 4 wird ein Gebläse in der Drehrichtung umgekehrt und beide Gebläse gleichzeitig betrieben, wodurch der Luftdruck im Raum unverändert ist und die Verbrennungseinrichtungen ungestört bleiben.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung der Gebläse 2 in einer Zwischenwand zwischen zwei Räumen und eine Übermittlung der Messwerte aus den dezentralen mechanischen Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung an die Steuereinheit 5

In Fig. 6 wird auf die Messungen an den dezentralen mechanischen Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung vollständig verzichtet. Es wird in Fig. 6 auch gezeigt wie die Gebläse oder die Betriebsart über einen Handsender fernsteuerbar sind.

Fig. 7 zeigt die Einbindung eines Solar-Luft-Kollektors 11, wobei im Sommer der Anlagenschutz über ein zusätzliches Gebläse 13 durchgeführt wird, das eine Durchströmung des Solar-Luft-Kollektors 11 sicherstellt auch wenn die Abluft konstant über die Klappe 12 ausgestoßen wird. Durch den Gegendruck an der nach außen selbst öffnenden Klappe ist auch ohne Gebläse 13 eine geringe Durchströmung des Kollektors vorhanden. Wird das Gebläse 2 nicht mit Drehrichtungsumkehr betrieben, sondern für jede Durchströmungsrichtung ein eigenes Gebläse benutzt, dann deckt Gebläse zwei die Einströmung ab und Gebläse 13 die Ausströmung.

Fig. 8 zeigt ein Regelschema für die Optimierung. Für die Optimierung der Zykluszeit werden die Ein- und

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer
Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
Kollektor

Austrittstemperaturen der Luft- in und aus dem Raum gemessen und es kann bei identen Luftströmen eine Bilanz ohne Messung der Luftmenge erstellt werden. Alternativ ist eine vorgegebene von der Umgebungstemperatur abhängige Zykluszeit möglich. Mit Solar-Luft-Kollektor ist eine Optimierung komplexer, weil der Wärmeeintrag sich über die Außenlufttemperatur und die variable Luftmenge bestimmt sowie auch von einer eventuellen Stillstandszeit zwischen den Zyklen abhängt. Über die Stromaufnahme im Gebläse und die Drehzahl ist es möglich aus der Kennlinie den Betriebsvolumenstrom des Gebläses abzuleiten wenn dies für die Bilanz benötigt wird. Wenn die Leistungsaufnahme über die Fördermenge nicht stetig ist, sind heuristische Komponenten bei der Optimierung unabdingbar.

Ansprüche

- 1) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen bestehend mindestens aus zwei Wärmetauschern (2) mit regenerativen Wärmerückgewinnung und mindestens einem Solar-Luft-Kollektor (11), dadurch gekennzeichnet, dass
 - a) die Umschaltung der Betriebsart der Anlage zwischen zyklischem Regenerationsbetrieb und Durchlüftung des zwischen den Einheiten befindlichen mindestens einen Raums von einer Steuereinheit (5) initiiert wird, die zur Entscheidungsfindung über die Betriebsart eine energetische Bilanzierung der ein- und austretenden Luftströme durchführt und
 - b) die Steuereinheit (5) gleichzeitig mit der Auswahl des zyklischen Regenerationsbetriebs als Betriebsart nach Punkt a) ebenfalls die Dauer der Zyklen selbsttätig einstellt, wobei eine Auswahl aus gleich- und unterschiedlich langen Zyklen getroffen und die Länge der Zyklen definiert wird.
- 2) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (5) mindestens den gemessenen Stromverbrauch des Gebläses und die von der Steuereinheit eingestellte Drehzahl benutzt um den Volumenstrom für die energetische Bilanzierung festzustellen.
- 3) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor

Steuereinheit (5) die Zykluszeit abhängig von der Außenlufttemperatur festlegt.

- 4) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet dass die Steuereinheit (5) die Zykluszeit über die Bilanzierung der Wärmemengen unter der Berücksichtigung der vom Solar-Luft Kollektor (11) eingebrachten Wärmemenge optimiert.
- 5) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet dass die Steuereinheit (5) mindestens eine gemessene Temperatur thermisch aktivierbarer Bauteile bei der Bilanz der Wärmemengen und Bestimmung der Betriebsart der Anlage einbezieht.
- 6) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein der mindestens aus Steuereinheit (5), Lüfter (2) und Wärmetauscher (3) bestehenden dezentralen Einheiten der Anlage von der Steuereinheit (5) drahtlos über eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle (10) angesteuert wird.
- 7) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet dass die Gebläse (2) sich zentral in einer Zwischenwand zwischen ansonsten luftseitig nicht verbundenen Räumen befinden, wobei die dezentralen Einheiten dann nur mehr Bestandteile wie Wärmetauscher (3) umfassen, die keine Versorgung mit Energie benötigen.

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsvorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor

- 8) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet dass sich die Gebläse (2) und die Raumtemperaturmessungen sowie die Steuereinheit (5) zentral in einer Zwischenwand zwischen Räumen befinden wobei die dezentralen Einheiten dann nur mehr Bestandteile wie Wärmetauscher (3) umfassen, die keine Versorgung mit Energie oder Datenleitungen benötigen weil die Außentemperatur über eine Datenleitung vorzugsweise über TCP/IP bezogen wird.
- 9) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet dass die Steuereinheit (5) den Gebläsebetrieb in einen vom Nutzer definierbaren Zustand aus Stillstand und verringerter Drehzahl für eine vom Nutzer definierte Zeitperiode versetzt.
- 10) Verfahren zur Regelung von gekoppelten zyklisch betriebenen dezentralen Lüftungsvorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (5) über eine Messung eines Messwertes für die Innenluft vorzugsweise des CO₂-Gehaltes die Drehzahl mindestens eines Gebläses (2) verändert, wenn ein vorgegebener Grenzwert erreicht wird.

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungs- Vorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft- Kollektor

Fig. 1

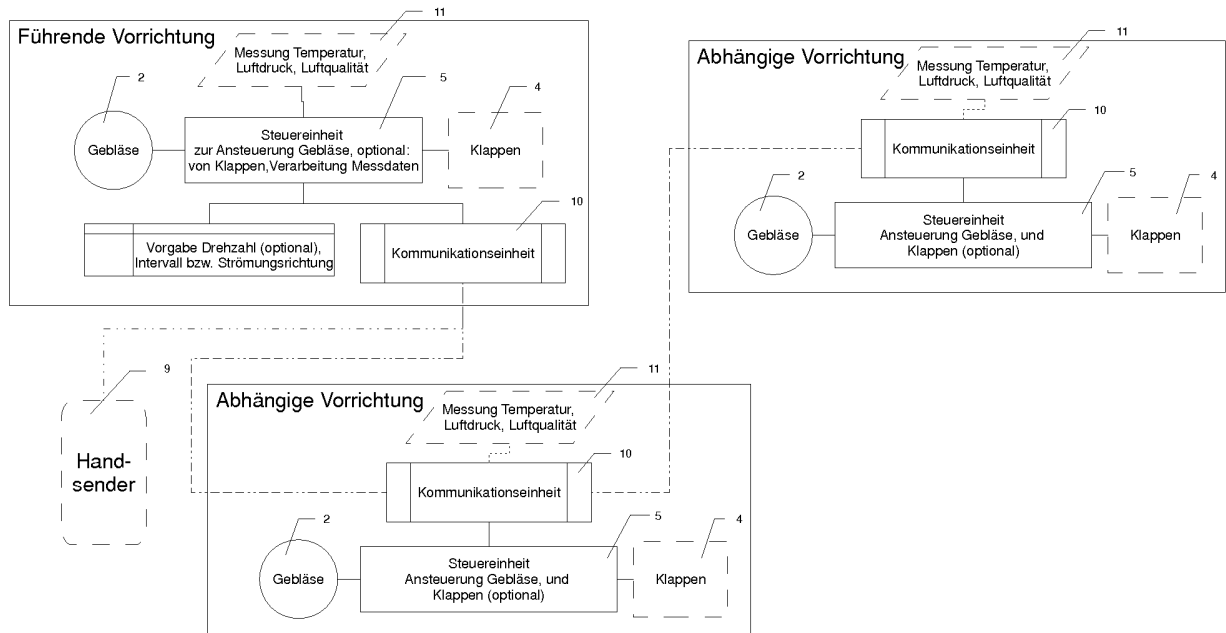
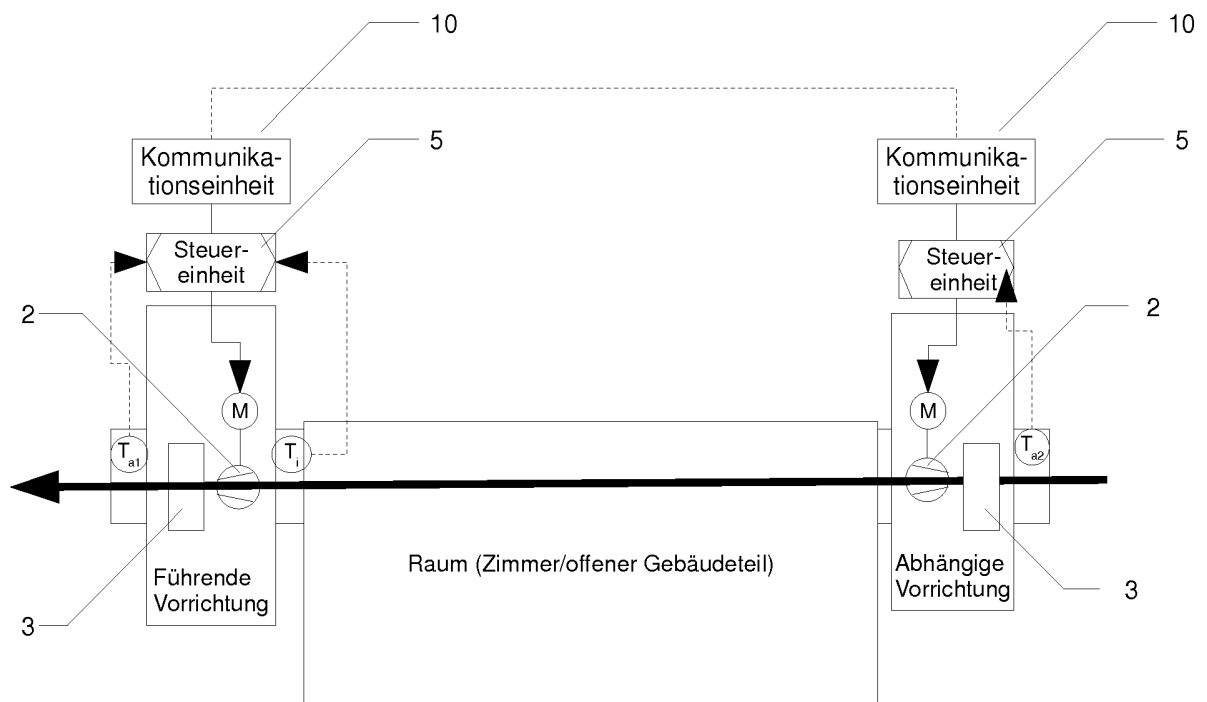


Fig. 2



Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungs-
 Vorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
 Kollektor

Fig. 3

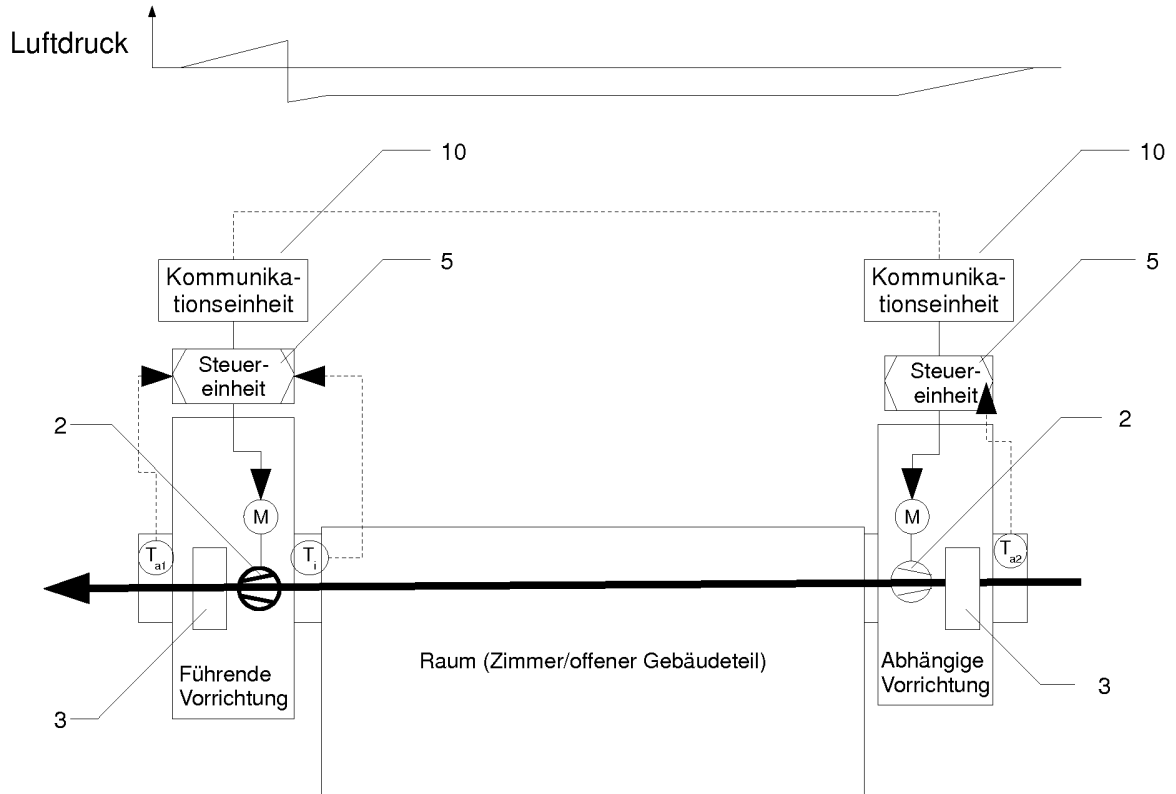


Fig. 4

Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-Kollektor

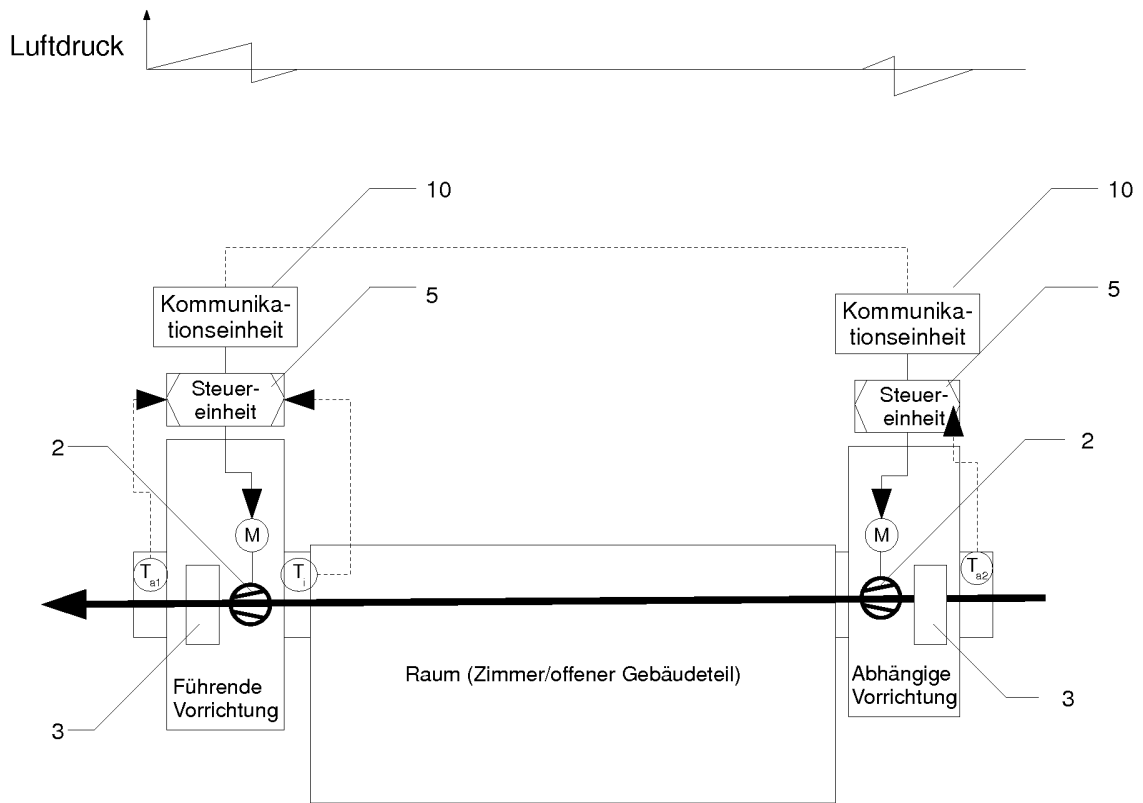
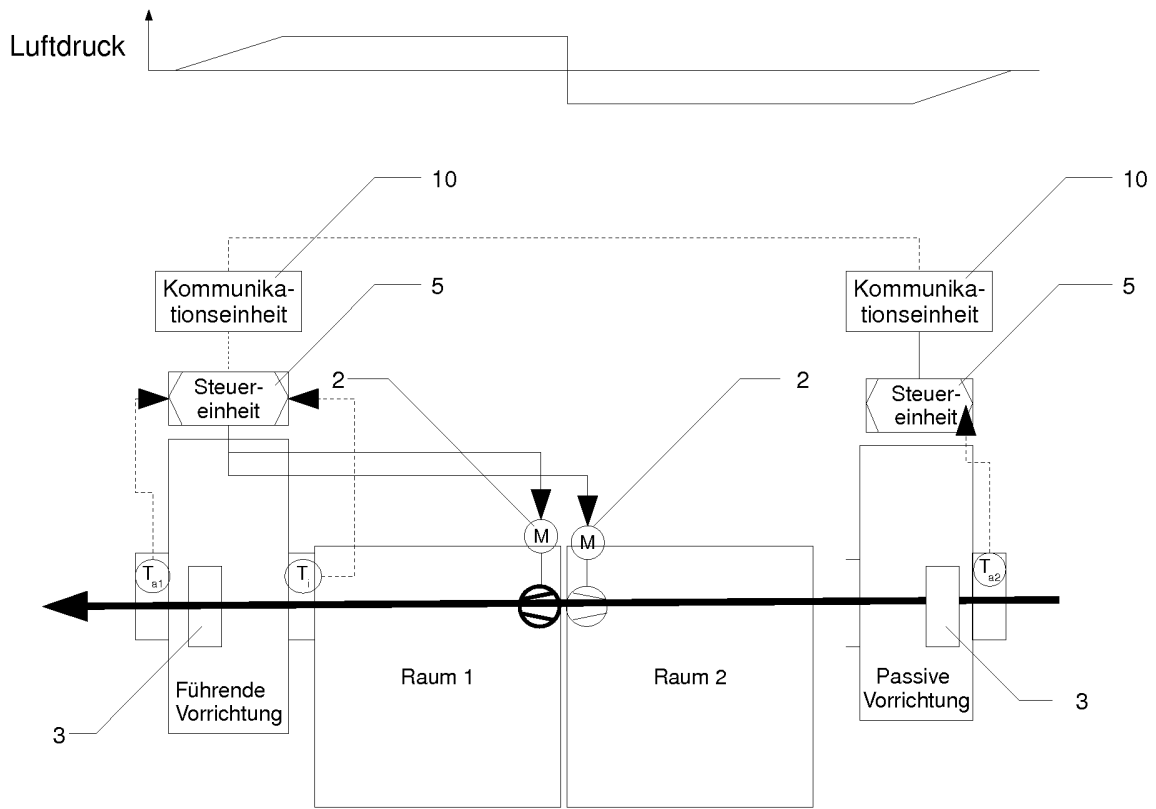


Fig. 5



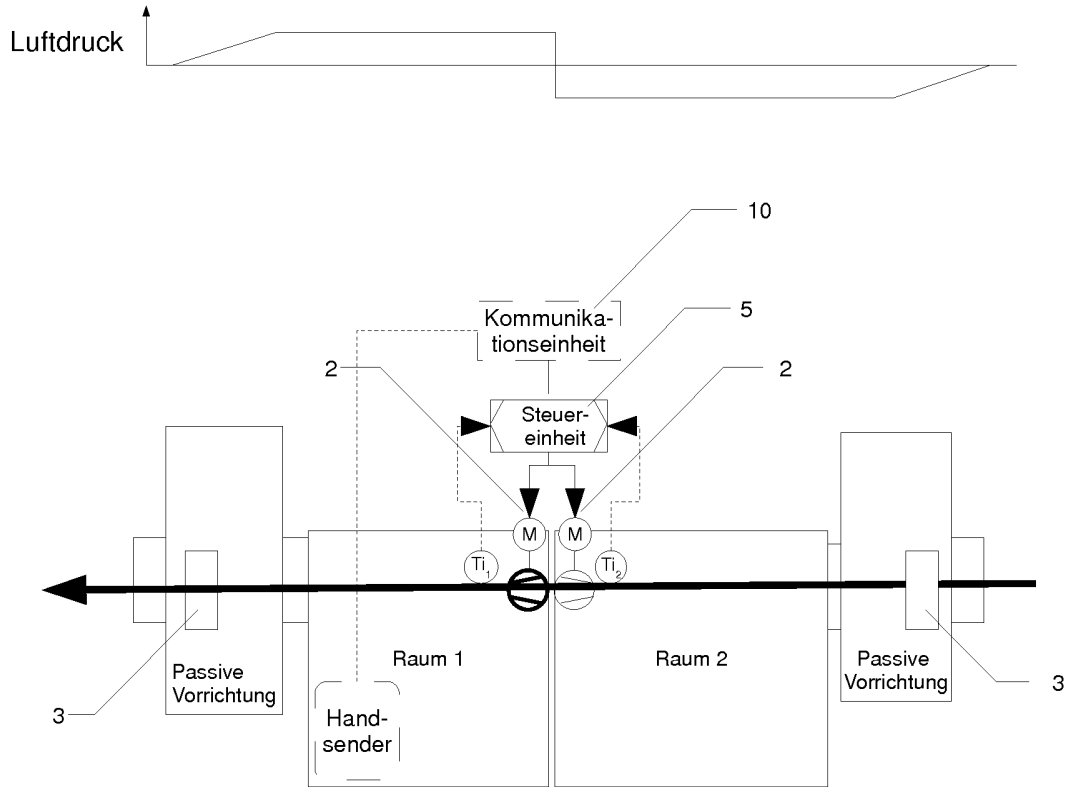
G. Cebrat

11/17

18/05/2014

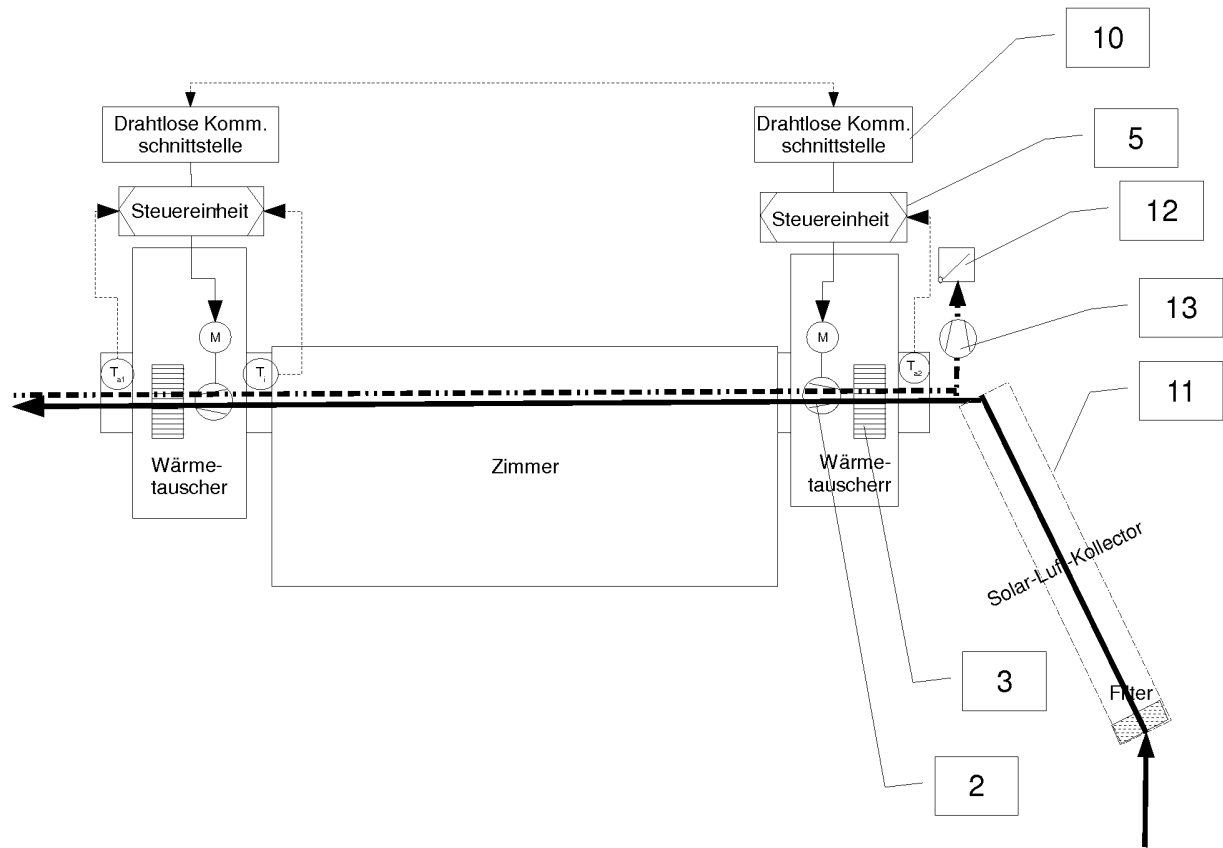
Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungs-
 Lüftungs-
 Vorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
 Kollektor

Fig. 6



Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungs-
 Lüftungs-
 Vorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
 Kollektor

Fig. 7



Verfahren zur Regelung gekoppelter dezentraler mechanischer Lüftungs-
vorrichtungen mit Wärmerückgewinnung und Solar-Luft-
Kollektor

Fig. 8

