



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 212 879.6**

(22) Anmeldetag: **30.11.2022**

(43) Offenlegungstag: **06.06.2024**

(51) Int Cl.: **G10K 11/178 (2006.01)**

**F25B 30/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter  
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2019 202 077	A1
DE	10 2020 102 946	A1
GB	2 378 081	A
EP	3 979 237	A1

(72) Erfinder:

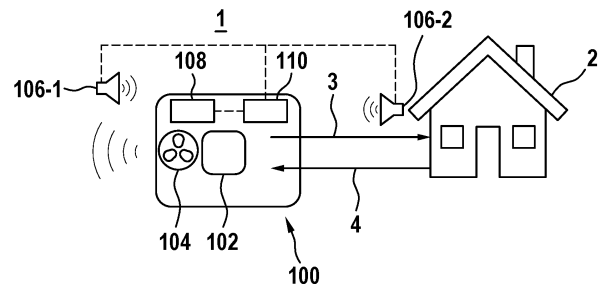
**Haefele, Andreas, 71229 Leonberg, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Wärmepumpeneinheit, Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpeneinheit, sowie Kommunikationsnetzwerk**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht von einer Wärmepumpeneinheit (100) aus, insbesondere eine außen- oder innenaufgestellte Wärmepumpeneinheit (100), mit zumindest einer Schall emittierenden Komponente (102, 104), insbesondere ein Verdichter (102) und/oder ein Ventilator (104), sowie zumindest einem Schallerzeuger (106) zum Erzeugen eines Gegenschalls zum Auslöschten oder Mindern des Schalls. Es wird vorgeschlagen, dass die Wärmepumpeneinheit (100) einen Speicherbaustein (108) zum Speichern von zumindest einer Schallkenngröße, sowie eine mit dem zumindest einen Schallerzeuger (106) und dem Speicherbaustein (108) in signalleitender Verbindung stehende Steuer-/Regeleinheit (110) zum Auslesen des Speicherbausteins (108) und Ansteuern des zumindest einen Schallerzeugers (106) entsprechend der Schallkenngröße umfasst, wobei der Schallerzeuger (106) dazu ausgebildet ist, einen der Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall zu erzeugen.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Eine Herausforderung unserer heutigen Zeit ist die Energiewende und die Umstellung von fossilen Brennstoffen wie Erdöl und Erdgas auf erneuerbare Energien. Dies betrifft auch viele Haushalte. Wärmepumpen sind hier immer öfters das Mittel der Wahl. Leider bringen diese bauartbedingt auch einige Herausforderungen mit sich, insbesondere steht hier eine mögliche Lärmbelästigung von Nachbarn im Fokus. Vor allem in dicht bebauten Wohngebieten sind die Anforderungen an die Lärmemission sehr streng. Diese einzuhalten schaffen viele Wärmepumpen nur in einem Teillastbetrieb, welcher in den Wintermonaten oft nicht zum komfortablen Beheizen eines Gebäudes oder einer Wohnung ausreicht.

**[0002]** Aus der WO 2004/029456 A1 ist eine Wärmepumpeneinheit bekannt, bei der der Schall eines Motors erfasst wird. Daraus wird ein gegenüber dem Schall phaseninvertiertes Auslöschungssignal berechnet und von einer Schallquelle als Gegenschall emittiert.

**[0003]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Wärmepumpeneinheit bereitzustellen.

## Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Die Erfindung geht von einer Wärmepumpeneinheit aus, insbesondere eine außen- und/oder innenaufgestellte Wärmepumpeneinheit, mit zumindest einer Schall emittierenden Komponente, insbesondere ein Verdichter und/oder ein Ventilator, sowie zumindest einem Schallerzeuger zum Erzeugen eines Gegenschalls zum Auslöschten oder Mindern des Schalls.

**[0005]** Es wird vorgeschlagen, dass die Wärmepumpeneinheit einen Speicherbaustein zum Speichern von zumindest einer Schallkenngröße, sowie eine mit dem zumindest einen Schallerzeuger und dem Speicherbaustein in signalleitender Verbindung stehende Steuer-/Regeleinheit zum Auslesen des Speicherbausteins und Ansteuern des zumindest einen Schallerzeugers entsprechend der Schallkenngröße umfasst, wobei der Schallerzeuger dazu ausgebildet ist, einen der Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall zu erzeugen.

**[0006]** Unter einer Wärmepumpeneinheit soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Gerät zum Heizen und/oder Kühlen eines Nutzfluides als Teil einer Wärmepumpenheizung oder eines Klimageräts verstanden werden, dessen Wirkungsweise auf einem Wärmepumpenprinzip beruht. Unter einem Nutzfluid soll hier insbesondere ein Heizungswasser,

ein Kühlwasser oder ein Trinkwasser verstanden werden. Die Wärmepumpeneinheit umfasst einen Kältemittelkreislauf, in dem ein Kältemittel zirkuliert und dabei Änderungen des Aggregatzustands erfährt. Unter einer außenaufgestellten Wärmepumpeneinheit soll hier insbesondere eine in einer Außenumgebung eines Nutzungsortes, beispielsweise ein Gebäude, aufgestellte Wärmepumpeneinheit verstanden werden. Unter einer innenaufgestellten Wärmepumpeneinheit soll hier insbesondere eine in einem Gebäude aufgestellte Wärmepumpeneinheit verstanden werden. Bei der Wärmepumpeneinheit kann es sich auch um eine Einheit in Split-Ausführung handeln, bei der ein Verdampfer in der Außenumgebung und ein Verflüssiger im Gebäude angeordnet sind. Unter einer Schall emittierenden Komponente soll hier insbesondere ein Verdichter und/oder ein Ventilator der Wärmepumpeneinheit verstanden werden, die im Betrieb hörbare und/oder fühlbare Geräusche, Töne und/oder Vibrationen erzeugen und abgeben. Die Komponenten erzeugen Schall mit unterschiedlichen Frequenzen und Amplituden, und zwar auch abhängig von einem Lastpunkt, in dem sie arbeiten. Unter einem Verdichter soll hier insbesondere eine motorisch angetriebene Maschine zum Verdichten und Fördern des Kältemittels durch den Kältemittelkreislauf verstanden werden. Der Verdichter umfasst insbesondere einen Motor und ein periodisch bewegtes Verdichtungselement (Hubkolben, Drehkolben), die Schall emittieren können. Unter einem Ventilator soll hier insbesondere ein Luftventilator zum Fördern von Luft durch einen Luft/Kältemittel-Wärmeübertrager, insbesondere ein Kältemittelverdampfer, verstanden werden. Der Ventilator umfasst insbesondere einen Motor und ein Laufrad (Lüfterrad), die Schall emittieren können. Unter einem Schallerzeuger soll hier insbesondere ein Gerät zum Erzeugen und Abgeben von Gegenschall, insbesondere eine Schallquelle, eine Gegenschallquelle, ein Lautsprecher oder ein Vibrationsmotor, verstanden werden. Der eine oder die mehreren Schallerzeuger können insbesondere in oder an der Wärmepumpeneinheit oder entfernt von der Wärmepumpeneinheit (insbesondere in einer näheren Umgebung des Aufstellortes der Wärmepumpeneinheit) angeordnet sein. Mit einem, insbesondere von dem Schallerzeuger erzeugten, Gegenschall (auch Antischall genannt) kann insbesondere ein Schall (Störschall) nach dem Prinzip der aktiven Geräuschunterdrückung ausgelöscht und/oder vermindert werden. Dies erfolgt insbesondere mit dem Ziel, durch eine gegenpoliges Signal einen Schalldruckpegel im Betrieb zu verringern. Insbesondere ähnelt der Gegenschall dem auszulöschenden oder zu verminderten Schall in Frequenz und Amplitude, weist aber insbesondere eine entgegengesetzte Polarität auf, so dass Schall und Gegenschall sich beim Aufeinandertreffen durch Interferenz auslöschten oder vermindern. Unter einem Speicherbaustein soll hier insbesondere ein elektronisches Bau-

teil zum Speichern von Daten verstanden werden. Dieser Speicherbaustein kann ein Nur-Lese-Speicher ausschließlich zum Lesen gespeicherter Daten sein. Alternativ kann der Speicherbaustein ein Schreib-Lese-Speicher zum Lesen gespeicherter Daten und Schreiben beziehungsweise Ändern von Daten sein. Unter einer Schallkenngröße soll hier insbesondere eine im Speicherbaustein gespeicherte Kenngröße verstanden werden, auf deren Basis eine Steuer-/Regeleinheit einen Schallerzeuger zum Erzeugen eines Gegenschalls ansteuert. Die Schallkenngröße kann insbesondere vorab ermittelt (gemessen) und im Speicherbaustein gespeichert werden. Beispielsweise kann die Schallkenngröße bei einem Hersteller der Wärmepumpeneinheit und/oder des Speicherbausteins und/oder während einer (Erst-) Inbetriebnahme und/oder während eines Betriebs der Wärmepumpeneinheit ermittelt und/oder gespeichert werden. Unter einer Steuer-/Regeleinheit soll hier insbesondere ein elektrisches/elektronisches Gerät zum Steuern und/oder Regeln eines Betriebs der Wärmepumpe, speziell zum Steuern und/oder Regeln gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens verstanden werden. Insbesondere zählen dazu ein Auslesen und/oder Beschreiben des Speicherbausteins, ein Erzeugen eines Ansteuerungssignals und/oder Ausgeben des Ansteuerungssignals an den Schallerzeuger, ein Einlesen eines von einem Schallaufnehmer erzeugten Signals, ein Berechnen eines Änderungswerts der Schallkenngröße, ein Erfassen eines aktuellen Lastpunkts der Wärmepumpeneinheit. Das Ansteuerungssignal basiert, insbesondere zumindest im Wesentlichen, auf der Schallkenngröße. Das Ansteuerungssignal kann darüber hinaus an veränderte Situationen angepasst werden.

**[0007]** Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann das Prinzip der aktiven Geräuschunterdrückung im Betrieb der Wärmepumpeneinheit schnell und einfach angewendet werden. Dem dient insbesondere der Umstand, dass mittels der im Speicherbaustein gespeicherten Schallkenngröße der im Betrieb der Wärmepumpeneinheit zu erwartende Schall vorab bekannt ist und der Schallerzeuger beim nächsten Start der Wärmepumpeneinheit und/oder beim nächsten Anfahren eines Lastpunktes und/oder Betriebspunktes frühzeitig und präzise zur Erzeugung des nach Frequenz und Amplitude passenden Gegenschalls aktiviert werden kann.

**[0008]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Wärmepumpeneinheit für einen leistungsmodulierenden Betrieb mit zumindest zwei voneinander abweichenden Lastpunkten ausgebildet. Der Speicherbaustein kann zumindest zwei Lastpunkt zugeordnete Schallkenngrößen speichern. Die Steuer-/Regeleinheit ist zum Erfassen eines aktuellen Lastpunkts und zum Ansteuern des zumindest einen Schallerzeugers entsprechend der dem

aktuellen Lastpunkt zugeordneten Schallkenngröße ausgebildet.

**[0009]** Unter einem leistungsmodulierenden Betrieb soll hier insbesondere ein Betrieb mit variabler Heizleistung verstanden werden. Dabei variiert insbesondere auch die Verdichterleistung des Verdichters, erkennbar beispielsweise an einer variablen Drehzahl des Verdichtermotors und/oder Drehzahl beziehungsweise Hubzahl des periodisch bewegten Verdichtungselements. Unter einem leistungsmodulierenden Betrieb soll hier insbesondere auch ein Betrieb mit variabler Förderleistung des Ventilators verstanden werden, erkennbar beispielsweise an einer variablen Drehzahl des Ventilatormotors und/oder des Ventilatorlaufrades. Unter einem Lastpunkt soll hier insbesondere eine diskrete Nennlast im Auslegungspunkt der Wärmepumpeneinheit und/oder des Verdichters und/oder des Ventilators verstanden werden. Unter einem davon abweichenden Lastpunkt soll hier insbesondere eine diskrete Teillast der Wärmepumpeneinheit und/oder des Verdichters und/oder des Ventilators verstanden werden. Ein leistungsmodulierender Betrieb kann auch drei oder mehr diskrete Lastpunkte oder eine kontinuierliche Lastfunktion umfassen. Ein Lastpunkt entspricht insbesondere einer nutzerseitigen Wärmeanforderung. Unter Lastpunkten zugeordneten Schallkenngrößen wird insbesondere eine strukturierte Datenmenge in einer Zuordnungstabelle oder Zuordnungsfunktion verstanden, die jedem Lastpunkt eine Schallkenngröße zuordnet. Ein aktueller Lastpunkt kann insbesondere mittels einer Messung, beispielsweise einer Messung einer Drehzahl am Verdichter und/oder am Ventilator oder einer Messung einer nutzerseitigen Wärmeanforderung, erfasst werden. Unter einem Ansteuern des Schallerzeugers wird ein Erzeugen und Ausgeben eines Signals verstanden, das vom Schallerzeuger in einen Gegenschall umgewandelt wird. Mittels des Ansteuerns des Schallerzeugers entsprechend der dem aktuellen Lastpunkt zugeordneten Schallkenngröße kann der Schallerzeuger sehr schnell und effektiv den Schall unterdrücken.

**[0010]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung weist zumindest einen Schallaufnehmer zum Messen des Schalls auf, wobei der Schallaufnehmer in oder an der Wärmepumpeneinheit oder entfernt von der Wärmepumpeneinheit, insbesondere in einer näheren Umgebung des Aufstellortes der Wärmepumpeneinheit, angeordnet und signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit verbunden ist. Die Steuer-/Regeleinheit ist dazu ausgebildet, zumindest eine im Speicherbaustein gespeicherte Schallkenngröße entsprechend des gemessenen Schalls und/oder des aktuellen Lastpunkts und/oder eines aktuellen Betriebspunktes zu ändern.

**[0011]** Unter einem Schallaufnehmer soll hier insbesondere ein Messgerät und/oder ein Aufzeichnungsgerät und/oder ein Umwandlungsgerät zum Messen, Aufzeichnen und/oder Umwandeln von Schall in ein entsprechendes Signal verstanden werden. Ein beispielhafter Schallaufnehmer ist ein Mikrofon oder ein Piezosensor. Insbesondere misst der Schallaufnehmer einen Restschall, also einen Rest des Schalls, der vom Gegenschall (noch) nicht vollständig ausgelöscht ist.

**[0012]** Insbesondere können ein Schallerzeuger und ein Schallaufnehmer zu einer Baueinheit verbunden sein. Eine solche Baueinheit ist besonders einfach aufzustellen und signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit zu verbinden.

**[0013]** Unter zumindest einer Schallkenngröße sollen hier insbesondere zumindest zwei oder mehr Schallkenngrößen verstanden werden, die jeweils einem Lastpunkt zugeordnet sind. Ein von den Wärmepumpenkomponenten emittierter Schall ist von Lastpunkt zu Lastpunkt unterschiedlich. Beispielsweise ist der vom Verdichter bei Volllast emittierte Schall bezüglich Amplitude und Frequenz anders, insbesondere lauter, als der bei Teillast emittierte Schall. So kann die Wärmepumpeneinheit die je Lastpunkt unterschiedlichen Schalle auf Basis unterschiedlicher Schallkenngrößen auslöschen oder mindern.

**[0014]** Die Wärmepumpeneinheit kann eine eventuelle Abweichung zwischen einer, insbesondere vorab, gespeicherten Schallkenngröße und einer zum vollständigen Auslöschen des Schalls aktuell benötigten Schallkenngröße korrigieren und den abgespeicherten Wert der Schallkenngröße ändern, also überschreiben oder neu schreiben. Somit eignet sich dieses Verfahren insbesondere für eine dauerhafte Korrektur des an den Schallerzeuger gesendeten Ansteuerungssignals. Eine solche Abweichung kann sich beispielsweise aus Unterschieden der Schallentstehung und Schallausbreitung ergeben, wie sie einerseits beim Speichern der Schallkenngröße vorlagen beziehungsweise vorausgesetzt wurden, und wie sie andererseits in einem aktuellen Betrieb der Wärmepumpeneinheit (charakterisiert durch Aufstellbedingungen, Lastpunkt, Alterung) vorliegen. Die Änderung kann beispielsweise, insbesondere einmalig, bei (Erst-) Inbetriebnahme der Wärmepumpeneinheit am Aufstellort erfolgen und damit die Unterschiede zwischen einer herstellerseitigen Annahme und einer tatsächlichen Ausprägung von Schallentstehung und Schallausbreitung am Aufstellort berücksichtigen. Alternativ oder ergänzend kann die Änderung wiederholend während des Betriebs der Wärmepumpeneinheit erfolgen und damit die Unterschiede zwischen einer früheren und einer aktuellen tatsächlichen Ausprägung von Schallentstehung und Schallausbreitung berücksichtigen, wie

sie sich beispielsweise durch eine Alterung der Wärmepumpeneinheit und ihrer Komponenten.

**[0015]** Bei einem zukünftigen Betrieb kann die Steuer-/Regeleinheit insbesondere auf die geänderte Schallkenngröße zugreifen und den Schallerzeuger entsprechend der geänderten Schallkenngröße ansteuern.

**[0016]** Der Betriebspunkt ist der sich ergebende reale Arbeitspunkt der Wärmepumpeneinheit und ist durch viel mehr Größen als der Lastpunkt gekennzeichnet, insbesondere sind das Temperatur, Drehzahl, Last, Faktoren und Offsets. Ein Betriebspunkt ist immer mehrdimensional.

**[0017]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung weist zumindest einen Schallaufnehmer zum Messen des Schalls auf, wobei der Schallaufnehmer in oder an der Wärmepumpeneinheit oder entfernt von der Wärmepumpeneinheit, insbesondere in einer näheren Umgebung des Aufstellortes der Wärmepumpeneinheit, angeordnet und signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit verbunden ist. Die Steuer-/Regeleinheit ist dazu ausgebildet, den zumindest einen Schallerzeuger entsprechend der Schallkenngröße und des gemessenen Schalls anzusteuern, wobei der Schallerzeuger dazu ausgebildet ist, einen der Schallkenngröße und dem gemessenen Schall entsprechenden Gegenschall zu erzeugen.

**[0018]** Den Schallerzeuger entsprechend der Schallkenngröße und des gemessenen Schalls anzusteuern soll hier insbesondere bedeuten, dass die Schallkenngröße die Basisgröße für die Ansteuerung, insbesondere eine schnelle Erstansteuerung, des Schallerzeugers darstellt, während der gemessene Schall, insbesondere der gemessene Restschall, eine Anpassung eines an den Schallerzeuger gesendeten Ansteuerungssignals an eine aktuell veränderte Situation bewirkt. Dass der Schallerzeuger einen der Schallkenngröße und dem gemessenen Schall entsprechenden Gegenschall erzeugt, soll hier insbesondere bedeuten, dass der Schallerzeuger sehr schnell einen der Schallkenngröße entsprechenden Basis-Gegenschall erzeugt, und diesen dann mittels des angepassten Ansteuerungssignals an die veränderte Situation anpasst.

**[0019]** Die Wärmepumpeneinheit kann eine eventuelle Abweichung zwischen einer gespeicherten Schallkenngröße und einer zum vollständigen Auslöschen des Schalls aktuell benötigten Schallkenngröße korrigieren und den Schallerzeuger entsprechend der Abweichung ansteuern. Insbesondere wird der abgespeicherte Wert der Schallkenngröße bei dieser Form der Korrektur nicht geändert. Somit eignet sich dieses Verfahren insbesondere für eine vorübergehende Korrektur des an den Schallerzeuger

ger gesendeten Ansteuerungssignals. Eine solche Abweichung kann sich beispielsweise in Folge eines kurzzeitigen Einzelereignisses ergeben, beispielsweise ein einzelnes an der Wärmepumpeneinheit vorbeifahrendes Fahrzeug mit entsprechender Schallemission. Die Schallemission des kurzzeitigen Einzelereignisses kann die Wahrnehmung des Wärmepumpenschalls, beispielsweise durch Überlagerung oder Interferenz, beeinflussen, insbesondere verstärken. Die Änderung des Gegenschalls kann insbesondere kurzzeitig erfolgen und damit die Unterschiede zwischen einer herstellerseitigen Annahme von Schallentstehung und Schallausbreitung am Aufstellort einerseits und einem kurzzeitigen Einzelereignisses andererseits berücksichtigen. Alternativ oder ergänzend kann die Änderung des Gegenschalls wiederholend während des Betriebs der Wärmepumpeneinheit erfolgen und damit die Unterschiede zwischen einer früheren und einer aktuellen tatsächlichen Ausprägung von Schallentstehung und Schallausbreitung berücksichtigen, wie sie sich beispielsweise durch regelmäßig wiederkehrende Einzelereignisse, beispielsweise ein regelmäßiger morgendlicher Berufsverkehr, ergeben können.

**[0020]** Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpeneinheit mit zumindest einer Schall emittierenden Komponente und zumindest einem Schallerzeuger zum Erzeugen eines Gegenschalls zum Auslöschten oder Mindern des Schalls.

**[0021]** Es wird vorgeschlagen, dass in einem Betrieb der Wärmepumpeneinheit die Steuer-/Regel-einheit die im Speicherbaustein gespeicherte Schallkenngröße ausliest und den zumindest einen Schallerzeuger entsprechend der Schallkenngröße ansteuert, wobei der Schallerzeuger einen der Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall erzeugt.

**[0022]** Ziel des Verfahrens ist eine aktive Regelung, da je nach Aufstellort der Wärmepumpeneinheit ein Schallreflexionsverhalten, insbesondere Reflexion an Gegenständen wie Gebäudewänden, sich ändert. Hierauf kann nur mit aktiver Regelung, also mittels Mikrofon (Piezosensor) und Regelung reagiert werden.

**[0023]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Wärmepumpeneinheit leistungsmodulierend in zumindest zwei voneinander abweichenden Lastpunkten betrieben, wobei der Speicherbaustein zumindest zwei Lastpunkt bezogene Schallkenngrößen speichert. Die Steuer-/Regel-einheit erfasst den aktuellen Lastpunkt und/oder einen aktuellen Betriebspunkt und steuert den zumindest einen Schallerzeuger entsprechend der dem aktuellen Lastpunkt und/oder Betriebspunkt zugeordneten Schallkenngröße an.

**[0024]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Wärmepumpeneinheit zumindest einen signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit verbundenen Schallaufnehmer zum Messen des Schalls. Die Steuer-/Regeleinheit steuert den zumindest einen Schallerzeuger entsprechend der Schallkenngröße und des gemessenen Schalls an. Der Schallerzeuger erzeugt einen der Schallkenngröße und dem gemessenen Schall entsprechenden Gegenschall, wobei der Schall mittels des Gegenschalls ausgelöscht oder gemindert wird.

**[0025]** Demnach kann im laufenden Betrieb eine Adaption stattfinden, um weiteren Lärm zu überlagern und somit zu reduzieren.

**[0026]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Wärmepumpeneinheit zumindest einen signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit verbundenen Schallaufnehmer zum Messen des Schalls. Die Steuer-/Regeleinheit ändert zumindest eine im Speicherbaustein gespeicherte Schallkenngröße entsprechend des gemessenen Schalls und/oder des aktuellen Lastpunkts, wobei der Schallerzeuger einen der geänderten Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall erzeugt.

**[0027]** Ändern einer gespeicherten Schallkenngröße soll hier insbesondere ein neues Ermitteln einer korrigierten Schallkenngröße und ein Überschreiben des bisherigen Werts im Speicherbaustein durch den neuen Wert bedeuten.

**[0028]** Da sich das System, insbesondere aufgrund von Alterung, über die Laufzeit ändert, kann auch hier eine adaptive Anpassung der zu erzeugenden Überlagerungsfrequenz durchgeführt werden.

**[0029]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Wärmepumpeneinheit zumindest einen signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit verbundenen Schallaufnehmer zum Messen des Schalls. Die Steuer-/Regeleinheit schreibt Schallmesswerte und/oder Schallkenngrößen Lastpunkt zugeordnet in einen weiteren Speicherbaustein und ermittelt je Lastpunkt einen Trend einer Änderung der Schallmesswerte und/oder Schallkenngrößen. Die Steuer-/Regeleinheit ändert zumindest eine im Speicherbaustein gespeicherte Schallkenngröße entsprechend des ermittelten Trends, wobei der Schallerzeuger einen der geänderten Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall erzeugt.

**[0030]** „Je Lastpunkt“ oder „Lastpunkt zugeordnet“ soll hier insbesondere bedeuten, dass der Schall und die Schallkenngröße für jeden Lastpunkt im Betrieb der Wärmepumpeneinheit getrennt betrachtet, gespeichert, berechnet und/oder korrigiert werden.

**[0031]** Das Schreiben von Schallmesswerten und/oder Schallkenngrößen in einen weiteren Speicherbaustein soll hier insbesondere das Schreiben chronologisch aufeinander folgender Schallmesswerte und/oder Schallkenngrößen in den weiteren Speicherbaustein bedeuten. Solche Werte können beispielsweise einmal stündlich oder einmal täglich aufgezeichnet werden. Damit ist es leicht, einen Änderungstrend zu erkennen. Insbesondere bleiben kurzzeitige Einzelereignisse weitgehend unberücksichtigt.

**[0032]** Eine statische Ermittlung eines Trends kann beispielsweise durch Mittelwertbildung erfolgen. Eine dynamische Ermittlung eines Trends kann beispielsweise anhand eines laufenden Durchschnitts erfolgen.

**[0033]** Anhand einer Trendermittlung kann insbesondere auch eine Prädiktion für Lebensdaueranalyse, Diagnose und Vorhersage von Wartungen erfolgen. Anhand einer Veränderung der Frequenzen oder Verstärkungen in manchen Bereichen lässt sich beispielsweise ein Lagerspiel, ein Lagerschaden oder weiterer mechanischer Verschleiß sowie Ausfälle vorhersagen.

**[0034]** Wir haben somit ein selbstlernendes System, welches mit künstlicher Intelligenz (machine learning) sich selbst weiter optimieren kann.

**[0035]** Die Erfindung betrifft auch ein Kommunikationsnetzwerk zum Betreiben zumindest einer ersten Wärmepumpeneinheit mit einer ersten Steuer-/Regeleinheit im Verbund mit zumindest einer zweiten Wärmepumpeneinheit mit einer zweiten Steuer-/Regeleinheit. Die Wärmepumpeneinheiten und/oder Steuer-/Regeleinheiten weisen jeweils ein signalleitend verbundenes Kommunikationsmodul zum Datenaustausch auf, wobei die erste und zweite Steuer-/Regeleinheit dazu ausgebildet sind, in Abhängigkeit eines ersten und zweiten gemessenen Schalls und/oder eines ersten und zweiten aktuellen Lastpunkts zumindest eine in einem ersten Speicherbaustein gespeicherte erste Schallkenngröße und/oder eine in einem zweiten Speicherbaustein gespeicherte zweite Schallkenngröße zu ändern und/oder einen ersten und/oder zweiten Schallerzeuger entsprechend der ersten und/oder zweiten Schallkenngröße und des ersten und/oder zweiten gemessenen Schalls anzusteuern.

**[0036]** Die hier betrachteten erste und zweite Wärmepumpeneinheit stehen einander benachbart in einer räumlichen Konstellation, die eine gegenseitige Beeinflussung der Schallemissionen bedingt. Die Begriffe „erster und zweiter Schall“, „erster und zweiter Lastpunkt“, „erster und zweiter Speicherbaustein“, „erste und zweite Schallkenngröße“ sowie „erster und zweiter Schallerzeuger“ beziehen sich

jeweils auf die erste beziehungsweise zweite Wärmepumpeneinheit.

**[0037]** Insbesondere soll die Wärmepumpeneinheit vernetzbar sein, um sich mit anderen Wärmepumpeneinheiten im Umfeld austauschen zu können und Überlagerungen zu vermeiden, damit keine Schallberge entstehen.

#### Zeichnung

**[0038]** Weitere Ausgestaltungen und Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Wärmepumpeneinheit nach dem Stand der Technik

**Fig. 2** eine erste erfindungsgemäße Wärmepumpeneinheit

**Fig. 3** eine zweite erfindungsgemäße Wärmepumpeneinheit

**Fig. 4** eine dritte erfindungsgemäße Wärmepumpeneinheit

**[0039]** Fig. 1 zeigt eine in einer Außenumgebung 1 eines zu beheizenden und/oder zu kühlenden Gebäudes 2 aufgestellte Wärmepumpeneinheit 100 nach dem Stand der Technik mit den Komponenten Verdichter 102 und Ventilator 104. Die dargestellte Wärmepumpeneinheit 100 erwärmt ein Nutzfluid, beispielsweise ein Heizungswasser, oder ein andersartiges Wärmeträgerfluid, das mit einem warmen Vorlauf 3 von der Wärmepumpeneinheit 100 in das Gebäude 2 geführt wird und als kühler Rücklauf 4 aus dem Gebäude 2 zurück zur Wärmepumpeneinheit 100 strömt. Der Verdichter 102 und der Ventilator 104 emittieren als störend empfundenen Schall in die Aufstellungsumgebung 1 der Wärmepumpeneinheit 100.

**[0040]** Fig. 2 zeigt eine erste erfindungsgemäße Wärmepumpeneinheit 100 mit den Schall emittierenden Komponenten Verdichter 102 und Ventilator 104. Die Wärmepumpeneinheit 100 umfasst einen in der Wärmepumpeneinheit 100 angeordneten Schallerzeuger 106, einen Speicherbaustein 108 (in Fig. 2 nicht dargestellt), in dem zumindest eine Schallkenngröße gespeichert ist, sowie eine mit dem zumindest einen Schallerzeuger 106 und dem Speicherbaustein 108 in signalleitender Verbindung stehende Steuer-/Regeleinheit 110 (in Fig. 2 nicht dargestellt). Die Steuer-/Regeleinheit 110 ist zum Auslesen des Speicherbausteins 108 und Ansteuern des zumindest einen Schallerzeugers 106 entsprechend der

Schallkenngröße ausgebildet. Der Schallerzeuger 106 ist dazu ausgebildet, einen der Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall zu erzeugen, mit dem der von Verdichter 102 und Ventilator 104 emittierte Schall ausgelöscht oder gemindert wird.

**[0041]** Fig. 3 zeigt eine zweite erfindungsgemäße Wärmepumpeneinheit 100 mit den Schall emittierenden Komponenten Verdichter 102 und Ventilator 104. Die Wärmepumpeneinheit 100 umfasst einen an der Wärmepumpeneinheit 100 angeordneten ersten Schallerzeuger 106-1 sowie einen entfernt von der Wärmepumpeneinheit angeordneten zweiten Schallerzeuger 106-2. Die Wärmepumpeneinheit 100 umfasst weiter einen Speicherbaustein 108, in dem zumindest eine Schallkenngröße gespeichert ist, sowie eine mit den beiden Schallerzeugern 106-1, 106-2 und dem Speicherbaustein 108 signalleitend verbundene (gestrichelte Linie) Steuer-/Regeleinheit 110. Die Steuer-/Regeleinheit 110 ist zum Auslesen der Schallkenngröße aus dem Speicherbaustein 108 und zum Ansteuern der beiden Schallerzeuger 106-1, 106-2 mit einem Ansteuerungssignal entsprechend der Schallkenngröße ausgebildet. Die Schallerzeuger 106-1, 106-2 sind dazu ausgebildet, einen der Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall zu erzeugen, mit dem der von Verdichter 102 und/oder Ventilator 104 emittierte Schall ausgelöscht oder gemindert wird.

**[0042]** Fig. 4 zeigt eine dritte erfindungsgemäße Wärmepumpeneinheit 100 mit den Schall emittierenden Komponenten Verdichter 102 und Ventilator 104. Die Wärmepumpeneinheit 100 umfasst einen ersten Schallerzeuger 106-1 sowie einen zweiten Schallerzeuger 106-2. Die Wärmepumpeneinheit 100 umfasst weiter einen Speicherbaustein 108, in dem zumindest eine Schallkenngröße gespeichert ist, sowie eine mit den beiden Schallerzeugern 106-1, 106-2 und dem Speicherbaustein 108 signalleitend verbundene (gestrichelte Linie) Steuer-/Regeleinheit 110. Die Steuer-/Regeleinheit 110 liest die Schallkenngröße aus dem Speicherbaustein 108 aus und steuert die beiden Schallerzeuger 106-1, 106-2 mit einem Ansteuerungssignal entsprechend der Schallkenngröße an. Die Schallerzeuger 106-1, 106-2 sind dazu ausgebildet, einen der Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall zu erzeugen, mit dem der von Verdichter 102 und Ventilator 104 emittierte Schall ausgelöscht oder gemindert wird.

**[0043]** Die Wärmepumpeneinheit 100 umfasst weiter einen an der Wärmepumpeneinheit 100 angeordneten ersten Schallaufnehmer 112-1 und einen entfernt von der Wärmepumpeneinheit 100 angeordneten zweiten Schallaufnehmer 112-2 zum Messen des Schalls. Die Schallaufnehmer 112-1, 112-2 sind signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit 110 verbunden (gestrichelte Linie).

**[0044]** Der erste Schallerzeuger 106-1 und der erste Schallaufnehmer 112-1 sind hier zu einer Baueinheit 114 verbunden. Diese Baueinheit 114 ist besonders einfach aufzustellen und signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit 110 zu verbinden (gestrichelte Linie).

**[0045]** Die Steuer-/Regeleinheit 110 ist dazu ausgebildet, zumindest eine im Speicherbaustein 108 gespeicherte Schallkenngröße entsprechend des gemessenen Schalls und/oder des aktuellen Lastpunkts des Betriebs der Wärmepumpeneinheit 100 zu ändern. Die Steuer-/Regeleinheit 110 steuert dann die Schallerzeuger 106-1, 106-2 mit der geänderten Schallkenngröße an. Eine Änderung der Schallkenngröße bietet sich im Fall eines dauerhaft gemessenen (Rest-) Schalls an.

**[0046]** Alternativ oder ergänzend ist die Steuer-/Regeleinheit 110 dazu ausgebildet, die Schallerzeuger 106-1, 106-2 entsprechend der Schallkenngröße und des gemessenen Schalls anzusteuern, wobei die Schallerzeuger 106-1, 106-2 dazu ausgebildet sind, einen der Schallkenngröße und dem gemessenen Schall entsprechenden Gegenschall zu erzeugen. Diese Vorgehensweise bietet sich im Fall von Einzelereignissen an, bei denen es kurzzeitig zur Emission von Störschall kommt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2004029456 A1 [0002]



## Patentansprüche

1. Wärmepumpeneinheit (100), insbesondere eine außen- und/oder innenaufgestellte Wärmepumpeneinheit (100), mit zumindest einer Schall emittierenden Komponente (102,104) sowie zumindest einem Schallerzeuger (106) zum Erzeugen eines Gegenschalls zum Auslöschen oder Mindern des Schalls, **gekennzeichnet durch** einen Speicherbaustein (108) zum Speichern von zumindest einer SchallkenngroÙe, sowie eine mit dem zumindest einen Schallerzeuger (106) und dem Speicherbaustein (108) in signalleitender Verbindung stehende Steuer-/Regeleinheit (110) zum Auslesen des Speicherbausteins (108) und Ansteuern des zumindest einen Schallerzeugers (106) entsprechend der SchallkenngroÙe, wobei der Schallerzeuger (106) dazu ausgebildet ist, einen der SchallkenngroÙe entsprechenden Gegenschall zu erzeugen.

2. Wärmepumpeneinheit (100) nach Anspruch 1 für einen leistungsmodulierenden Betrieb mit zumindest zwei voneinander abweichenden Lastpunkten, wobei der Speicherbaustein (108) zum Speichern von zumindest zwei Lastpunkt zugeordneten SchallkenngroÙen ausgebildet ist, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) zum Erfassen eines aktuellen Lastpunkts und Ansteuern des zumindest einen Schallerzeugers (106) entsprechend der dem aktuellen Lastpunkt zugeordneten SchallkenngroÙe ausgebildet ist.

3. Wärmepumpeneinheit (100) nach Anspruch 1 oder 2 mit zumindest einem Schallaufnehmer (112) zum Messen des Schalls, wobei der Schallaufnehmer (112) in oder an der Wärmepumpeneinheit (100) oder entfernt von der Wärmepumpeneinheit (100) angeordnet und signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit (110) verbunden ist, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) dazu ausgebildet ist, zumindest eine im Speicherbaustein (108) gespeicherte SchallkenngroÙe entsprechend des gemessenen Schalls und/oder des aktuellen Lastpunkts und/oder eines aktuellen Betriebspunkts zu ändern.

4. Wärmepumpeneinheit (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit zumindest einem Schallaufnehmer (112) zum Messen des Schalls, wobei der Schallaufnehmer (112) in oder an der Wärmepumpeneinheit (100) oder entfernt von der Wärmepumpeneinheit (100) angeordnet und signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit (110) verbunden ist, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) dazu ausgebildet ist, den zumindest einen Schallerzeuger (106) entsprechend der SchallkenngroÙe und des gemessenen Schalls anzusteuern, wobei der Schallerzeuger (106) dazu ausgebildet ist, einen der SchallkenngroÙe und dem gemessenen Schall entsprechenden Gegenschall zu erzeugen.

5. Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpeneinheit (100) mit zumindest einer Schall emittierenden Komponente (102, 104) und zumindest einem Schallerzeuger (106) zum Erzeugen eines Gegenschalls zum Auslöschen oder Mindern des Schalls nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Betrieb der Wärmepumpeneinheit (100) die Steuer-/Regeleinheit (110) die im Speicherbaustein (108) gespeicherte SchallkenngroÙe ausliest und den zumindest einen Schallerzeuger (106) entsprechend der SchallkenngroÙe ansteuert, wobei der Schallerzeuger (106) einen der SchallkenngroÙe entsprechenden Gegenschall erzeugt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Wärmepumpeneinheit (100) leistungsmodulierend in zumindest zwei voneinander abweichenden Lastpunkten betrieben wird, wobei der Speicherbaustein (108) zumindest zwei Lastpunkt bezogene SchallkenngroÙen speichert, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) den aktuellen Lastpunkt und/oder den aktuellen Betriebspunkt erfasst und den zumindest einen Schallerzeuger (106) entsprechend der dem aktuellen Lastpunkt und/oder Betriebspunkt zugeordneten SchallkenngroÙe ansteuert.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Wärmepumpeneinheit (100) zumindest einen signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit (110) verbundenen Schallaufnehmer (112) zum Messen des Schalls umfasst, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) den zumindest einen Schallerzeuger (106) entsprechend der SchallkenngroÙe und des gemessenen Schalls ansteuert, wobei der Schallerzeuger (106) einen der SchallkenngroÙe und dem gemessenen Schall entsprechenden Gegenschall erzeugt, wobei der Schall mittels des Gegenschalls ausgelöscht oder gemindert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Wärmepumpeneinheit (100) zumindest einen signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit (110) verbundenen Schallaufnehmer (112) zum Messen des Schalls umfasst, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) zumindest eine im Speicherbaustein (108) gespeicherte SchallkenngroÙe entsprechend des gemessenen Schalls und/oder des aktuellen Lastpunkts ändert, wobei der Schallerzeuger (106) einen der geänderten SchallkenngroÙe entsprechenden Gegenschall erzeugt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Wärmepumpeneinheit (100) zumindest einen signalleitend mit der Steuer-/Regeleinheit (110) verbundenen Schallaufnehmer (112) zum Messen des Schalls umfasst, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) Schallmesswerte und/oder SchallkenngroÙen Lastpunkt zugeordnet in einen weiteren Speicherbaustein (108a) schreibt und je

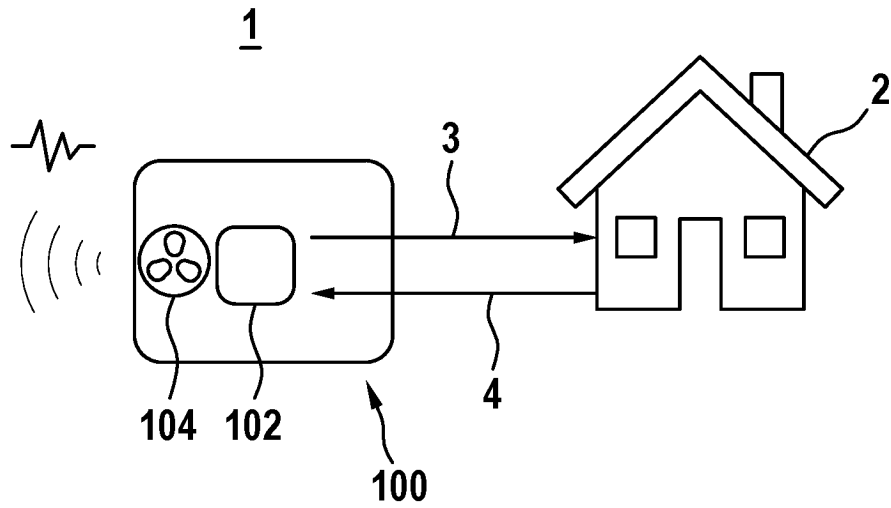
Lastpunkt einen Trend einer Änderung der Schallmesswerte und/oder Schallkenngrößen ermittelt, wobei die Steuer-/Regeleinheit (110) zumindest eine im Speicherbaustein (108) gespeicherte Schallkenngröße entsprechend des ermittelten Trends ändert, wobei der Schallerzeuger (106) einen der geänderten Schallkenngröße entsprechenden Gegenschall erzeugt.

10. Kommunikationsnetzwerk zum Betreiben zumindest einer ersten Wärmepumpeneinheit (100) mit einer ersten Steuer-/Regeleinheit (110) im Verbund mit zumindest einer zweiten Wärmepumpeneinheit (100) mit einer zweiten Steuer-/Regeleinheit (110) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmepumpeneinheiten (100) und/oder Steuer-/Regeleinheiten (110) jeweils ein signalleitend verbundenes Kommunikationsmodul zum Datenaustausch aufweisen, wobei die erste und zweite Steuer-/Regeleinheit (110) dazu ausgebildet sind, in Abhängigkeit eines ersten und zweiten gemessenen Schalls und/oder eines ersten und zweiten aktuellen Lastpunkts zumindest eine in einem ersten Speicherbaustein (108) gespeicherte erste Schallkenngröße und/oder eine in einem zweiten Speicherbaustein (108) gespeicherte zweite Schallkenngröße zu ändern und/oder einen ersten und/oder zweiten Schallerzeuger (106) entsprechend der ersten und/oder zweiten Schallkenngröße und des ersten und/oder zweiten gemessenen Schalls anzusteuern.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

**Fig. 1**

Stand der Technik



**Fig. 2**

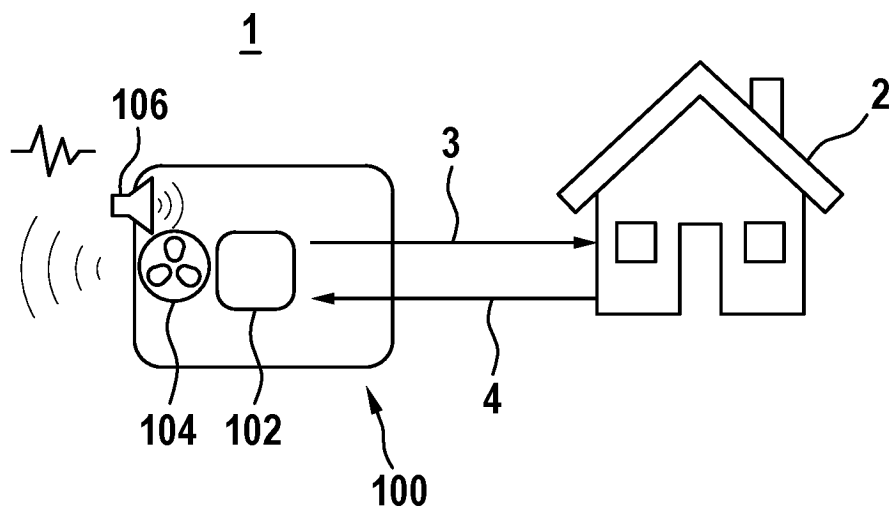


Fig. 3

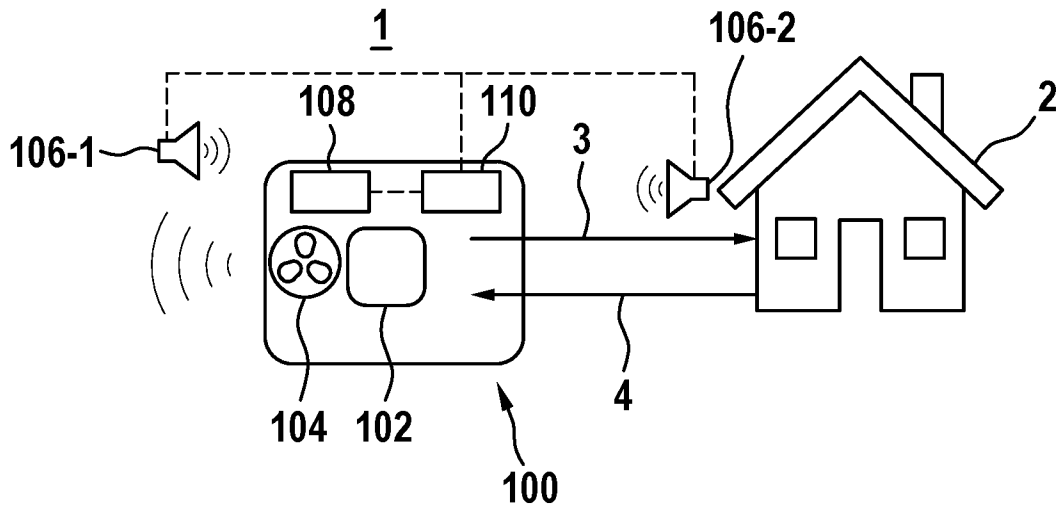


Fig. 4

