



(11) **EP 4 056 916 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2022 Patentblatt 2022/37

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24F 11/30 (2018.01) F24D 19/10 (2006.01)
F24F 11/38 (2018.01) F24F 11/64 (2018.01)

(21) Anmeldenummer: **22157407.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24F 11/30; F24D 19/10; F24F 11/38; F24F 11/64

(22) Anmeldetag: **18.02.2022**

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

(72) Erfinder:
• **MICHEL, Marie**
35088 Battenberg (DE)
• **HAFNER, Bernd**
35108 Allendorf (DE)

(74) Vertreter: **MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann**
Patentanwälte PartG mbB
Paul-Heyse-Strasse 29
80336 München (DE)

(30) Priorität: **10.03.2021 DE 102021105837**

(71) Anmelder: **Viessmann Climate Solutions SE**
35108 Allendorf (DE)

(54) **VERFAHREN, ÜBERWACHUNGSSYSTEM UND COMPUTERPROGRAMM-PRODUKT ZUM ÜBERWACHEN EINER HEIZUNGSANLAGE UND/ODER EINER KLIMAAANLAGE**

(57) Verfahren, System und Computerprogramm-Produkt zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage. Das Verfahren umfasst die Schritte: Bereitstellen von Referenzdaten einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage; Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder der Klimaanlage, insbesondere umfassend Sensorwerte eines oder mehrerer Sensoren und/oder Steuerwerte eines oder mehrerer Aktuatoren, über einen vorgegebenen Zeitraum; Ermitteln eines oder mehrerer statistischer Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte; Vergleichen der einen oder mehreren statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten; und Ermitteln eines Überwachungsergebnisses in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs.

mehrerer Aktuatoren, über einen vorgegebenen Zeitraum; Ermitteln eines oder mehrerer statistischer Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte; Vergleichen der einen oder mehreren statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten; und Ermitteln eines Überwachungsergebnisses in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs.

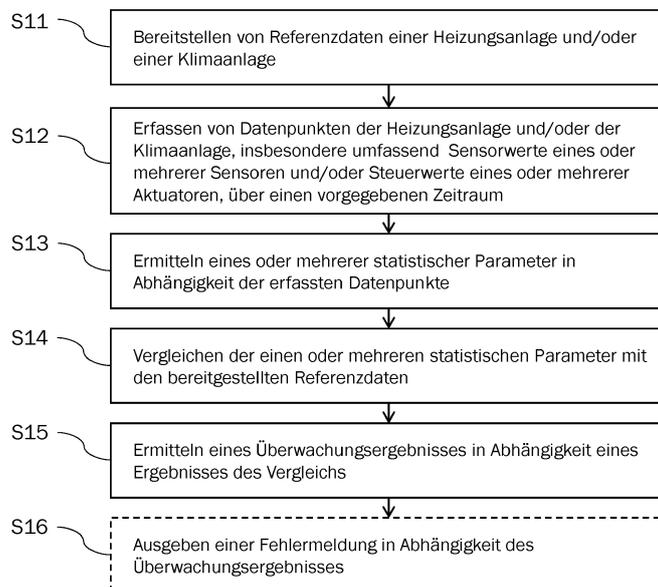


Fig. 1

EP 4 056 916 A1

Beschreibung

Technischer Hintergrund

[0001] Im Laufe der letzten Jahre nahm die Komplexität von Heizungsanlagen und Klimaanlage stetig zu. Zum einen ist dies den Anforderungen, insbesondere den Komfortanforderungen der Nutzer geschuldet. So werden immer mehr Räume mit Heizkörpern und mit Kühlkörpern ausgestattet. Die Heizkörper und Kühlkörper werden vorzugsweise entsprechend Sensordaten und Nutzervorgaben mit Wärme bzw. Kälte versorgt. Zum anderen spielen Energiesparmaßnahmen eine wesentliche Rolle. So gilt es die Heizungsanlage und die Klimaanlage besonders effizient zu betreiben.

[0002] Häufig dominieren die Anforderungen, insbesondere die Komfortanforderungen der Nutzer den Betrieb der Heizungsanlagen und Klimaanlage derart, so dass das Überwachen der Heizungsanlage, insbesondere hinsichtlich eines effizienten und anlagenschonenden Betriebs zurückgestellt wird. Dies ist auch dem geschuldet, dass das Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage mit großem Aufwand verbunden ist. So gilt es die Betriebsdaten einzelner Komponenten der Heizungsanlage und Klimaanlage auszuwerten und zueinander zuzuordnen. Ein Fachmann kann dann in aufwändiger Analyse Fehler in der Regelung und Steuerung der Heizungsanlage und Klimaanlage feststellen und die Steuerungen und Regelungen der Heizungsanlage und der Klimaanlage entsprechend anpassen.

[0003] Die WO 2007/028938 A1 zeigt dazu ein thermisches Energiesystem für Heiz- und/oder Kühlanwendungen. Das thermische Energiesystem umfasst eine Solar Kollektoreinheit und eine Steuereinheit zum Empfangen von Betriebsvariablen des thermischen Energiesystems und zum Verarbeiten der Betriebsvariablen unter Verwendung eines Systemmodells, um zukünftige Werte der Betriebsvariablen für das System und die Steuereinheit vorherzusagen und um einen Fluss eines Wärmeträgerfluids in einem System basierend auf den vorhergesagten Werten der Betriebsvariablen zu steuern.

[0004] Ausgehend davon ist es Aufgabe der Erfindung, ein einfaches und effizientes Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage zu ermöglichen, insbesondere mittels eines Verfahrens eines Systems oder eines Computerprogramm-Produkts.

Beschreibung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird mit den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besondere Ausführungsformen der Erfindung.

[0006] Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage. Vorzugsweise umfasst das Verfahren die Schritte Bereitstellen von Referenzdaten einer Hei-

zungsanlage und/oder einer Klimaanlage; Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage, insbesondere umfassend Sensorwerte einer oder mehrerer Sensoren und/oder Steuerwerte eines oder mehrerer Aktuatoren, über einen vorgegebenen Zeitraum; Ermitteln eines oder mehrerer statistischer Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte; Vergleichen der einen oder mehreren statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten; und Ermitteln eines Überwachungsergebnisses in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs. Dadurch kann eine Heizungsanlage und/oder eine Klimaanlage besonders einfach bezüglich ihrer Effizienz überwacht werden.

[0007] Eine Heizungsanlage kann beispielsweise einen Wärmeerzeuger, einen Aktuator und einen Sensor umfassen. Eine Klimaanlage kann beispielsweise einen Kälteerzeuger, einen Aktuator und einen Sensor umfassen. Nichtlimitierende Beispiele für einen Aktuator sind ein Stellmotor, eine Pumpe, ein Mischer, ein Ventil, ein Gebläse, eine Brennstoffzufuhr etc. Nichtlimitierende Beispiele für einen Sensor sind ein Temperatursensor, ein Positionssensor, ein Drehzahlsensor, ein Durchflusssensor, ein Wärmemengenzähler, ein Kältemengenzähler, ein Gassensor, ein Lichtsensor, ein Strömungssensor, ein Volumenstromsensor etc. Ein statistischer Parameter kann ein stochastischer Parameter sein. In manchen Ausführungsformen kann ein statistischer Parameter mittels einer Funktion aus der Statistik ermittelt werden. In manchen Ausführungsformen kann ein statistischer Parameter mittels einer Funktion aus der Wahrscheinlichkeitstheorie ermittelt werden.

[0008] Ein Vergleichen kann beispielsweise ein Vergleichen einer relativen oder absoluten Summenhäufigkeit, insbesondere einer Häufigkeitsverteilung, mit einem Referenzwert der Referenzdaten umfassen.

[0009] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass die Aussagekraft des Überwachungsergebnisses dadurch verbessert werden kann, dass auf Grund des Ermitteln der statistischen Parameter zwischen einem regelmäßig ineffizienten Betrieb und sporadisch ineffizienten Betriebsintervallen, die schwierig auszuschließen sind, unterschieden werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren verhindert, dass sporadisch auftretende ineffiziente Betriebsintervalle über die eigentlich gute Effizienz einer Heizungsanlage und/oder Klimaanlage hinwegtäuschen. Gleichzeitig kann jedoch auch eine notorisch ineffiziente Anlage (Heizungsanlage und/oder Klimaanlage) auf einfache Art und Weise als solche ermittelt werden.

[0010] Ein weiterer Vorteil ist, dass mittels des Verfahrens der Betrieb einer komplexen Heizungs- und/oder Klimaanlage mit einer großen Anzahl an Datenpunkten einfach und effizient hinsichtlich der Effizienz überwacht werden kann.

[0011] Eine besonders weiterentwickelte Ausführungsform kann den Schritt Ausgeben einer Fehlermeldung in Abhängigkeit des Überwachungsergebnisses umfassen. Dies hat den Vorteil, dass eine Ineffizienz,

insbesondere eine negative Änderung der Effizienz der Anlage (Heizungsanlage und/oder Klimaanlage) beispielsweise einem Nutzer bzw. einem Wartungsmonteur mitgeteilt werden kann. Dadurch können Fehler in der Anlage beispielsweise auf Grund defekter Bauteile (Pumpen, Temperatursensoren, Stellmotoren) und/oder einem Regelungsfehler besonders zielführend an eine zuständige Person übermittelt werden. Aufgrund der dadurch erfolgten frühzeitigen Fehlerdetektion kann die Instandsetzung beschleunigt und weitere Schäden bzw. ein Ausfall der Anlage vermieden werden.

[0012] In einer besonders zielführenden Ausführungsform kann das Bereitstellen von Referenzdaten die Schritte Erfassen von Referenzdatenpunkten einer oder mehrerer weiterer Heizungsanlagen und/oder Klimaanlagen; und Ermitteln der Referenzdaten in Abhängigkeit der Referenzdatenpunkte umfassen. Dadurch können besonders realitätsnahe und aussagekräftige Referenzdaten bereitgestellt werden.

[0013] In einer besonders flexiblen Ausführungsform kann das Bereitstellen von Referenzdaten die Schritte Bereitstellen von Simulationsdaten bezüglich eines Betriebs der Heizungs- und/oder Klimaanlage; und Ermitteln der Referenzdaten in Abhängigkeit der Simulationsdaten umfassen. Dies ermöglicht ein Bereitstellen von Referenzdaten selbst dann, wenn keine Referenzdatenpunkte von entsprechenden Anlagen im Betrieb ermittelt werden können. Außerdem kann mittels der Simulation ein theoretisch optimaler Betrieb für eine Anlage besonders einfach ermittelt werden.

[0014] In manchen Ausführungsformen können die Referenzdaten sowohl in Abhängigkeit von erfassten Referenzdatenpunkten als auch in Abhängigkeit von bereitgestellten Simulationsdaten bereitgestellt werden. Dadurch können die Vorteile der Referenzdatenpunkte als auch der Simulationsdaten genutzt werden.

[0015] In manchen Ausführungsformen kann das Ermitteln der Referenzdaten ein Ermitteln von statistischen Parametern in Abhängigkeit der Referenzdatenpunkte und/oder in Abhängigkeit der Simulationsdaten umfassen. Dadurch kann, insbesondere bei Referenzdaten in Abhängigkeit von erfassten Referenzdatenpunkten, die Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Referenzdaten verbessert werden, da sporadisch ineffiziente Betriebsintervalle bei den erfassten Referenzdaten auch als solche erkannt werden können. Des Weiteren kann dadurch die Vergleichbarkeit zwischen den Referenzdaten und den einen oder mehreren statistischen Parametern, die in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte ermittelt werden, verbessert werden.

[0016] In einem besonders differenzierten Verfahren können die Referenzdaten in Abhängigkeit eines oder mehrerer aus der folgenden Gruppe bereitgestellt werden: eines Typs der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage, beispielsweise einer Produktgruppe eines Wärmeerzeugers und/oder eines Kälteerzeugers, eines Aufbaus der Heizungsanlage und/oder der Klimaanlage; eines Nutzungsprofils, in dem die Heizungsanlage

und/oder Klimaanlage betrieben wird, insbesondere einem Normalbetrieb, einem Energiesparmodus, einem Demand-Response Betrieb etc.; einer Gebäudeausführung, insbesondere einer Gebäudegröße, einer Luftdichtigkeit, einer Energieeffizienz des Gebäudes, das von der Heizungs- und/oder Klimaanlage mit Wärme bzw. Kälte versorgt wird, etc.; einer Dimensionierung der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage, insbesondere einer Heizleistung und/oder Kälteleistung beispielsweise in Abhängigkeit einer Gebäudeausführung; einer Klimaregion; einer Zeit, beispielsweise einer Jahreszeit, eines Wochentags, einer Tageszeit; einem Regelungsverfahren der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage, insbesondere einer witterungsgeführten Regelung, einer Nachtstromnutzung, einer Integration von Bedarfsprognosen, einer Leistungsregelung, einer Drehzahlregelung; eines oder mehrerer Regelungsparameter, insbesondere einer Solltemperatur, einer Nachtabsenkung; einer geographischen Lage; etc.

[0017] Eine Zuordnung einer Heizungsanlage und/oder Klimaanlage zu einem Typ kann eine Gruppierung in eine Wärmepumpe, ein Biomassekessel, eine Solarthermie, eine Zirkulationspumpe und/oder eine Gastherme umfassen. In manchen Ausführungsformen kann ein Typ weiteren Untergruppen zugeordnet werden, sodass optimale Referenzdaten bereitgestellt werden können.

[0018] In manchen Ausführungsformen kann eine Klimaregion mittels einer Klimaklassifikation, beispielsweise einer Klassifikation nach räumlichen Kriterien und/oder einer Klassifikation nach einem Ursache-Wirkungs-Prinzip erfolgen. Beispiele für Klimaregionen sind ein mediterranes Klima, ein kontinentales Klima, die Polareis-Zone, die subpolare Zone, die kaltgemäßigte Zone, die kühlgemäßigte Zone, die subtropische Zone und die tropische Zone.

[0019] Durch das Bereitstellen der Referenzdaten in Abhängigkeit der geographischen Lage kann auf einfache Art und Weise sichergestellt werden, dass die Referenzdaten in etwa unter denselben Umwelteinflüssen entstehen, denen auch die zu überwachende Heizungsanlage und/oder Klimaanlage unterliegt.

[0020] Das Bereitstellen der Referenzdaten in Abhängigkeit eines oder mehrerer der eben genannten Gruppe kann den Vorteil haben, dass Einflüsse, die den Betrieb der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage beeinflussen, berücksichtigt werden. Dadurch kann die Qualität der Referenzdaten insbesondere hinsichtlich der Einflüsse und somit die Überwachung verbessert werden.

[0021] In einem besonders angepassten Verfahren können die Referenzdaten von der Zeit abhängen und/oder die Referenzdatenpunkte in Abhängigkeit der Zeit erfasst werden. Dadurch kann das Ergebnis des Vergleichs verbessert werden, da, wenn der Zeitraum aus dem die Referenzdaten basieren mit dem Zeitraum in dem die Datenpunkte der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage erfasst werden übereinstimmt, die Randbedingungen der Referenzdaten mit den Randbedingun-

gen der Datenpunkte besonders stark übereinstimmen.

[0022] In einem besonders vorteilhaften Verfahren kann das Ermitteln eines oder mehrerer statistischer Parameter ein Ermitteln eines oder mehrerer aus der folgenden Gruppe umfassen: einer Verteilungsfunktion, einer Häufigkeitsverteilung, einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, eines Mittelwerts, einer Standardabweichung und/oder einer Varianz. Dadurch können auf einfache Art und Weise Parameter zur Verfügung gestellt werden, mit denen ein aussagekräftiger Vergleich zum Ermitteln einer Effizienz mit geringem Aufwand möglich ist. Insbesondere kann dadurch eine Datenauswertung für ein Überwachungsergebnis besonders einfach und zielführend ausgeführt werden.

[0023] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung kann die Heizungsanlage und/oder Klimaanlage eine Wärmepumpe, einen Biomassekessel, einen Gaskessel, eine Solarthermie, eine Zirkulationspumpe und/oder eine Gastherme umfassen.

[0024] In einer besonders flexiblen Ausführungsform können die Referenzdaten Referenzdaten von Laufzeiten und/oder Pausenzeiten eines Geräts der Heizungs- und/oder Klimaanlage umfassen und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Laufzeiten und/oder Pausenzeiten des Geräts, insbesondere in Verbindung mit Sensorwerten und/oder Aktuatorwerten der Heizungs- und/oder Klimaanlage beinhaltet.

[0025] Ein Gerät der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage kann beispielsweise eine Pumpe, ein Stellmotor, ein Wärmeerzeuger und/oder Kälteerzeuger, ein Aktuator etc. sein

[0026] Eine Laufzeit kann ein Zeitraum, in dem das Gerät in einem Lastbetrieb betrieben wird, sein. Eine Pausenzeit kann eine Zeitspanne, in der das Gerät nicht in einem Lastbetrieb betrieben wird, sein. Beispielsweise kann sich das Gerät während einer Pausenzeit in einem Standby Modus befinden oder ausgeschaltet sein. In manchen Ausführungsformen kann eine Wechselwirkung zwischen einer Effizienz und den Laufzeiten und/oder Pausenzeiten der Geräte einer Heizungsanlage und/oder Klimaanlage vorliegen. Auf Grund dessen kann beispielsweise durch Vergleichen von statistischen Parametern der Pausenzeiten verschiedener Heizungs- und/oder Klimaanlagen bzw. durch Vergleichen von statistischen Parametern der Laufzeiten verschiedener Heizungs- und/oder Klimaanlagen ein Vergleichen der Effizienz der verschiedenen Heizungs- und/oder Klimaanlagen besonders einfach und Zielführend erfolgen. Somit lässt sich eine Heizungsanlage und/oder Klimaanlage besonders einfach bezüglich der Effizienz überwachen.

[0027] In einer besonders zielführenden Ausführungsform können die Referenzdaten Referenztemperaturdaten umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Temperaturen, insbesondere, Außentemperaturen, Pufferspeichertemperaturen, Warmwasserspeichertemperaturen, Kollektortemperaturen, Primärtemperaturen

von Wärmepumpen, Primärtemperaturen von Klimageräten, Sekundärtemperaturen von Wärmepumpen, Sekundärtemperaturen von Klimageräten und/oder Leitungstemperaturen beinhalten. Da eine Heizungsanlage und/oder eine Klimaanlage zum Regeln einer Temperatur verwendet wird, hängt der Betrieb der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage besonders von an Sensoren erfassten Temperaturen ab. Deshalb kann es vorteilhaft sein, die Effizienz der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage in Abhängigkeit von den Sensortemperaturen zu ermitteln, sodass das Überwachungsergebnis verbessert werden kann.

[0028] In manchen Ausführungsformen können die Referenzdaten Referenzdaten von Steuerwerten von Aktuatoren umfassen und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Steuerwerten von Aktuatoren beinhalten. Dadurch kann die Überwachung genauer erfolgen und somit das Überwachungsergebnis verbessert werden.

[0029] In besonders weiterentwickelten Ausführungsformen kann das Erfassen von Datenpunkten in Abhängigkeit eines Heiz- und/oder Kühlkreises oder einer Warmwasserbereitung, insbesondere einer Art des Heiz- bzw. Kühlkreises bzw. der Warmwasserbereitung erfolgen. In manchen Ausführungsformen kann eine Art eines Heizkreises oder Kühlkreises oder Warmwasserbereitung beispielsweise durch eine Vorlauftemperatur in einem Lastbetrieb bestimmt sein. In manchen Ausführungsformen kann die Art eines Heizkreises oder Kühlkreises oder Warmwasserbereitung durch einzelne Komponenten im Heizkreis bzw. Kühlkreis, beispielsweise durch Radiatoren, Warmwasserspeicher etc., bestimmt sein. Dadurch kann zum einen die Effizienz einzelner Geräte besser überwacht werden und zum anderen können dadurch ineffiziente Steuerungen/Regelungen und/oder Geräte der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage einfach ausfindig gemacht werden. Als Konsequenz kann bereits mit der Überwachung ein Hinweis zur Verbesserung der Effizienz bereitgestellt werden. In manchen Ausführungsformen kann ein Heizkreis ein Warmwasserkreis sein, der zur Warmwasserbereitung, insbesondere mittels eines Wärmetauschers, eingerichtet ist.

[0030] Ein weiterer Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein Überwachungssystem zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage. Vorteilhafterweise umfasst das Überwachungssystem eine Einheit zum Bereitstellen von Referenzdaten einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage, eine Erfassungseinheit zum Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage, insbesondere umfassend Sensorwerte einer oder mehrerer Sensoren und/oder Steuerwerte einer oder mehrerer Aktuatoren, über einen vorgegebenen Zeitraum, und eine Recheneinheit, die dazu eingerichtet ist, einen oder mehrere statistische Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte zu ermitteln, die einen oder mehreren ermittelten statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten zu

vergleichen und ein Überwachungsergebnis in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs zu ermitteln.

[0031] In manchen Ausführungsformen kann die Einheit zum Bereitstellen von Referenzdaten eine Speichereinheit, in der die Referenzdaten gespeichert sind, umfassen. In manchen Ausführungsformen kann die Einheit zum Bereitstellen von Referenzdaten eine Recheneinheit umfassen, die insbesondere dazu eingerichtet ist, die Referenzdaten in Abhängigkeit von Simulationsdaten und/oder in Abhängigkeit von Datenpunkten einer Mehrzahl an Heizungsanlagen und/oder Klimaanlage zu ermitteln.

[0032] Vorteilhafterweise kann die Erfassungseinheit mit einer Kommunikationseinheit zum Empfangen von Sensorwerten und/oder von Aktuatorwerten verbunden sein. Eine Recheneinheit kann vorteilhafterweise eine oder mehrere analoge und/oder eine oder mehrere digitale Schaltungen umfassen.

[0033] In besonders weiterentwickelten Ausführungsformen kann die Recheneinheit dazu eingerichtet sein, eine Fehlermeldung in Abhängigkeit eines Überwachungsergebnisses auszugeben. Dazu kann die Recheneinheit beispielsweise mit einer Kommunikationseinheit zum Übertragen der Fehlermeldung, mit einer Anzeigeeinheit zum visuellen Anzeigen der Fehlermeldung und/oder eine Audioeinheit zur akustischen Ausgabe der Fehlermeldung verbunden sein.

[0034] Ein weiterer Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein Computerprogramm-Produkt umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch ein System, insbesondere gemäß einem der Anspruch 13 oder 14, dieses Veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen.

Beschreibung der Figuren

[0035]

Fig. 1 zeigt schematisch ein Verfahren zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt schematisch den Schritt Bereitstellen von Referenzdaten gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Überwachungssystem zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Heizungsanlage zum besseren Verständnis der Erfindung.

Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das die Betriebsstunden verschiedener Solaranlagen in Abhängigkeit der durchschnittlichen Speichertemperatur darstellt.

Fig. 6a zeigt ein Diagramm mit den Einschaltzeitpunkten einer Solaranlage in einem Lastbetrieb in Abhängigkeit der Zeit.

Fig. 6b zeigt ein Diagramm einer Verteilungsfunktion der Laufzeit der Solarpumpe vom Juli 2014.

Fig. 6c zeigt ein Diagramm der Verteilungsfunktion der Laufzeit der Solarpumpe vom September 2014.

Fig. 6d und 6e zeigen jeweils Ausschnitte der Diagramme der Fig. 6b bzw. 6c.

Fig. 6f und 6g zeigen jeweils ein Diagramm mit einer Häufigkeitsverteilung bezüglich der Betriebszeit der Solaranlage.

Fig. 7a zeigt ein Diagramm mit einer Häufigkeitsverteilung der Betriebszeiten und Pausenzeiten einer Solarpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 7b und Fig. 7c zeigen jeweils eine Häufigkeitsverteilung von Ereignissen der Solarpumpe in Abhängigkeit der Speichertemperatur beim Start und der Speichertemperatur beim Stop eines Pumpetriebs der Solarpumpe.

Fig. 8a zeigt analog zu Fig. 4 eine Heizungsanlage.

Fig. 8b und 8c zeigen jeweils ein Diagramm einer Häufigkeitsverteilung in Abhängigkeit der Differenz zwischen Kollektortemperatur und Außentemperatur und in Abhängigkeit der Speichertemperatur bei abgeschalteter Solarpumpe und Einschränkung der Auswertung auf die Daten in der Nacht.

Fig. 9 zeigt ein Diagramm mit einer Häufigkeitsverteilung der Betriebszeiten und Pausenzeiten einer Wärmepumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0036] Fig. 1 zeigt schematisch ein Verfahren zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Das Verfahren kann einen Schritt S11 Bereitstellen von Referenzdaten einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage umfassen. Die Referenzdaten können in Abhängigkeit einer oder mehrerer Simulationen und/oder in Abhängigkeit von Datenpunkten einer oder mehrerer Referenz-Heizungsanlagen und/oder -Klimaanlagen bereitgestellt sein.

[0037] Das Verfahren umfasst den Schritt S12 Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder der Klimaanlage, insbesondere umfassend Sensorwerte eines oder mehrerer Sensoren und/oder Steuerwerte eines oder mehrerer Aktuatoren über einen vorgegebenen Zeitraum. In einem Schritt S13 werden eine oder mehrere

statistische Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte ermittelt. Beispiele für statistische Parameter sind eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, eine Häufigkeitsverteilung, ein Mittelwert, eine Varianz, eine Standardabweichung, ein Median, ein Modalwert, eine Binomialverteilung, ein Erwartungswert, eine hypergeometrische Verteilung etc.

[0038] Ein weiterer Schritt des Verfahrens ist Schritt S14, Vergleichen der einen oder mehreren statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten. Das Vergleichen kann einen qualitativen und/oder quantitativen Vergleich umfassen. Das Verfahren umfasst zudem einen Schritt S15, Ermitteln eines Überwachungsergebnisses in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs.

[0039] In manchen Ausführungsformen kann das Verfahren einen optionalen Schritt S16 Ausgeben einer Fehlermeldung in Abhängigkeit des Überwachungsergebnisses umfassen. In manchen Ausführungsformen kann eine Fehlermeldung zusätzlich in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs ausgegeben werden.

[0040] Optional können die Referenzdaten in Abhängigkeit eines oder mehrerer aus der folgenden Gruppe bereitgestellt werden: eines Typs der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage; eines Nutzungsprofils, in dem die Heizungsanlage und/oder Klimaanlage betrieben wird; einer Gebäudeausführung eines Gebäudes, das durch die Heizungs- und/oder Klimaanlage mit Wärme und/oder Kälte versorgt wird; einer Dimensionierung der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage; einer Klimaregion, in der die Heizungs- und/oder Klimaanlage aufgestellt ist; einer Jahreszeit; eines Wochentags; einer Tageszeit; einem Regelungsverfahren der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage, insbesondere einer witterungsgeführten Regelung, einer Nachtstromnutzung, einer Integration von Bedarfsprognosen, einer Leistungsregelung, einer Drehzahlregelung; eines oder mehrerer Regelungsparameter, insbesondere einer Solltemperatur, einer Nachtabsenkung etc. Eine Gebäudeausführung kann beispielsweise eine Unterscheidung bezüglich der Dämmung, der Luftdichtigkeit, den Fensterflächen, der Ausrichtung der Fenster, der Baustoffe, wie Holz, Beton, Lehm etc. umfassen.

[0041] In manchen Ausführungsformen können die Referenzdaten von der Zeit abhängen und/oder die Referenzdatenpunkte in Abhängigkeit der Zeit erfasst werden.

[0042] Optional kann das Ermitteln eines oder mehrerer statistischer Parameter ein Ermitteln einer Verteilungsfunktion, einer Häufigkeitsverteilung, einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, insbesondere einer Binomialverteilung, einer Hypergeometrischen Verteilung etc., eines Mittelwerts, einer Standardabweichung und/oder einer Varianz umfassen.

[0043] In manchen Ausführungsformen kann die Heizungsanlage und/oder Klimaanlage eine Wärmepumpe, einen Biomassekessel, eine Solarthermie, eine Zirkulationspumpe, einen Gaskessel und/oder eine Gastherme

umfassen. Folglich kann die Heizungsanlage und/oder Klimaanlage einen oder mehrere Wärmeerzeuger und/oder Kälteerzeuger beinhalten.

[0044] Optional können die Referenzdaten Referenzdaten von Laufzeiten und/oder Pausenzeiten eines Geräts der Heizungs- und/oder Klimaanlage umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Laufzeiten und/oder Pausenzeiten des Geräts der Heizungs- und/oder Klimaanlage beinhalten.

[0045] In manchen Ausführungsformen können die Referenzdaten Referenztemperaturdaten umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Temperaturen, insbesondere Außentemperaturen, Pufferspeichertemperaturen, Warmwasserspeichertemperaturen, Kollektortemperaturen und/oder Leitungstemperaturen beinhalten.

[0046] In verschiedenen Ausführungsformen können die Referenzdaten Referenzdaten von Steuerwerten von Aktuatoren umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Steuerwerten von Aktuatoren beinhalten.

[0047] Fig. 2 zeigt schematisch den Schritt S11 Bereitstellen von Referenzdaten gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Der Schritt S11 kann optional einen Schritt S111 Erfassen von Referenzdatenpunkten einer oder mehrerer weiterer Heizungsanlagen und/oder Klimaanlagen umfassen. In einem optionalen Schritt S112 können Simulationsdaten von einem simulierten Betrieb der Heizungs- und/oder Klimaanlage bereitgestellt werden. In einem Schritt S113 können die Referenzdaten in Abhängigkeit der Referenzdatenpunkte und/oder in Abhängigkeit der Simulationsdaten ermittelt werden. Dadurch kann sowohl gewährleistet werden, dass die Referenzdaten praxisnah sind, als auch, dass auf besondere Gegebenheiten der Heizungs- und/oder Klimaanlage Rücksicht genommen wird.

[0048] In manchen Ausführungsformen kann das Ermitteln der Referenzdaten ein Ermitteln von statistischen Parametern in Abhängigkeit der Referenzdatenpunkte und/oder in Abhängigkeit der Simulationsdaten umfassen.

[0049] In den Verfahren, die in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellt sind, können Verfahrensschritte hinzugefügt, weggelassen, in mehrere Schritte aufgeteilt, zu einem Schritt zusammengefasst, in der Reihenfolge vertauscht etc. werden, ohne den Kern der Erfindung zu beeinflussen.

[0050] Fig. 3 zeigt schematisch ein Überwachungssystem zum Überwachen einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Das Überwachungssystem 30 umfasst eine Einheit zum Bereitstellen von Referenzdaten einer Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage 31 und eine Erfassungseinheit zum Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage und/oder der Klimaanlage über einen vorgegebenen Zeitraum. Das Erfassen von Datenpunk-

ten kann insbesondere ein Erfassen von Sensorwerten eines oder mehrerer Sensoren und/oder Steuerwerten eines oder mehrerer Aktuatoren umfassen. In manchen Ausführungsformen können die Einheiten 31 und 32 zu einer Einheit zusammengefasst werden, die weitere Untereinheiten, insbesondere eine Kommunikationseinheit und/oder Speichereinheit, beinhalten können.

[0051] Zudem umfasst das Überwachungssystem 30 eine Recheneinheit 33, die dazu eingerichtet ist, einen oder mehrere statistische Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte zu ermitteln. Dazu kann die Recheneinheit eine Einheit zum Ermitteln statistischer Parameter umfassen. Die Recheneinheit 33 kann zudem dazu eingerichtet sein, die einen oder mehreren ermittelten statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten zu vergleichen und ein Überwachungsergebnis in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs zu ermitteln.

[0052] In manchen Ausführungsformen kann die Recheneinheit 33 außerdem dazu eingerichtet sein, eine Fehlermeldung in Abhängigkeit eines Überwachungsergebnisses und gegebenenfalls eines Vergleichsergebnisses auszugeben. Die Recheneinheit kann dazu mit einer Darstellungseinheit, mit einer akustischen Ausgabeinheit und/oder mit einer Kommunikationseinheit verbunden sein. Die Darstellungseinheit kann dazu eingerichtet sein, die Fehlermeldung visuell darzustellen, beispielsweise mittels eines Displays, einer Kontrollleuchte, einer Projektionslampe etc. Die akustische Ausgabeinheit kann dazu eingerichtet sein, eine Fehlermeldung akustisch auszugeben, beispielsweise mittels eines Lautsprechers, einer mechanischen Klingel etc.

[0053] In manchen Ausführungsformen kann die Fehlermeldung einen Fehlercode in Abhängigkeit des Überwachungsergebnisses beinhalten. In manchen Ausführungsformen kann die Fehlermeldung, insbesondere ein Fehlercode, zusätzlich in Abhängigkeit eines oder mehrerer Vergleichsergebnisse ausgegeben werden. In manchen Ausführungsformen kann eine Einheit zur Ausgabe der Fehlermeldung, insbesondere eine Anzeigeeinheit, eine Lautsprechereinheit und/oder eine Kommunikationseinheit, in Abhängigkeit eines Fehlercodes und/oder eines oder mehrerer Vergleichsergebnisse gewählt werden.

[0054] Ein besonders weiterentwickeltes System kann eine Ausgabeinheit umfassen, die dazu eingerichtet ist, eine Fehlermeldung in Abhängigkeit des Überwachungsergebnisses und gegebenenfalls in Abhängigkeit eines oder mehrerer Vergleichsergebnisse auszugeben. Die Ausgabeinheit kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, die Fehlermeldung akustisch, insbesondere mittels eines Lautsprechers, visuell, insbesondere mittels einer Anzeigeeinheit auszugeben. In manchen Ausführungsformen kann die Ausgabeinheit dazu eingerichtet sein, eine Nachricht mittels einer Kommunikationseinheit an ein externes Gerät zu senden. Ein Externes Gerät kann beispielsweise ein PC, ein Handy, ein Server etc. sein.

[0055] In manchen Ausführungsformen kann die

Nachricht eine SMS, eine E-Mail, eine Nachricht in einer Markup-Language etc. sein. In manchen Ausführungsformen kann eine Nachricht, insbesondere in Abhängigkeit eines Überwachungsergebnisses und/oder eines oder mehrerer Vergleichsergebnisse, an einen Fachmann (Kundendienstmonteur), an einen Benutzer, an einen Wartungsdienst, einen Wärmepumpenbetreiber und/oder an einen Hersteller etc. gesendet werden. Dadurch kann eine Wärmepumpe besonders zielführend hinsichtlich der Sicherheit und Effizienz betrieben werden. In manchen Ausführungsformen kann eine Nachricht in Abhängigkeit eines Überwachungsergebnisses und/oder eines oder mehrerer Vergleichsergebnisse an ein externes Gerät gesendet werden.

[0056] Das in Fig. 3 gezeigte System kann insbesondere dazu eingerichtet sein, ein in den Figuren 1 und 2 gezeigtes Verfahren auszuführen.

[0057] In manchen Ausführungsformen können mehrere Einheiten zu einer Einheit zusammengefasst, eine Einheit in mehrere Einheiten aufgeteilt, dem System weitere Einheiten hinzugefügt werden, ohne den Kern der Erfindung zu beeinflussen.

[0058] Fig. 4 zeigt schematisch eine Heizungsanlage zum besseren Verständnis der Erfindung. Die Heizungsanlage 400 umfasst eine Solaranlage 401, einen Heizkessel/Gastherme/Wärmepumpe 402, einen ersten Heizkreis 403, einen zweiten Heizkreis 404, einen Warmwasserkreis 405 und einen Puffer/Warmwasserspeicher 406. Des Weiteren beinhaltet die Heizungsanlage 400 Sensoren, insbesondere Temperatursensoren 420 und Volumenstromsensoren 421. Außerdem umfasst die Heizungsanlage 400 Aktuatoren, insbesondere Ventile 410 und Pumpen 411, etc.

[0059] Werte der Sensoren 420, 421 und Werte der Aktuatoren 410, 411 können beispielsweise als Datenpunkte erfasst werden. Das Erfassen kann insbesondere in Abhängigkeit der Zeit erfolgen. Vorteilhafterweise können die Sensorwerte von Sensoren und die Aktuatorwerte von Aktuatoren, die für den Betrieb der Heizungsanlage und/oder einer Klimaanlage notwendig sind, zur Überwachung der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage herangezogen werden. Dies kann den Vorteil haben, dass keine zusätzlichen Kosten für Hardware-Komponenten für die Überwachung der Heizungsanlage und/oder Klimaanlage anfallen. In manchen Ausführungsformen können jedoch auch zusätzliche Aktuatoren und Sensoren an der Heizungsanlage und/oder an der Klimaanlage angebracht werden, so dass die Überwachung verbessert wird.

[0060] Das System und das Verfahren zum Überwachen der Heizungsanlage und/oder der Klimaanlage ist in keiner Weise auf die in Fig. 4 gezeigte Heizungsanlage beschränkt. Vielmehr dient die in Fig. 4 gezeigte Darstellung einer Heizungsanlage der beispielhaften Veranschaulichung. So können beispielsweise Temperaturwerte eines an einem Wärme- oder Kältespeicher 406 angebrachten Temperatursensors 420 als Datenpunkte bezüglich des Betriebs eines Wärme- und/oder Kälteer-

zeugers 402 erfasst werden. Mittels der Datenpunkte können statistische Parameter ermittelt werden, die ein einfaches Ermitteln eines Überwachungsergebnisses der Überwachung der Heizungs- und/oder Klimaanlage ermöglichen.

[0061] Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das die Betriebsstunden verschiedener Solaranlagen in Abhängigkeit der durchschnittlichen Speichertemperatur darstellt. Betriebsstunden sind die Zeit, während der ein Fluid mittels einer Pumpe durch die Solaranlage zirkuliert. In dem in Fig. 5 gezeigten Diagramm 500 sind die Betriebsstunden für die Monate Juni/September der Solaranlage auf der X-Achse aufgetragen und die durchschnittliche Speichertemperatur eines Speichers, der von der Solaranlage befüllt wird, beispielsweise eines Pufferspeichers und/oder Warmwasserspeichers, für die Monate Juni/September auf der Y-Achse dargestellt. Die im Bereich 501 gezeigten Punkte stellen Simulationen dar. Der Punkt 502 ist das Ergebnis eines Simulationsergebnisses bei einem Wasserverbrauch von 0 Liter und der Punkt 503 das Ergebnis eines Simulationsergebnisses bei einem Wasserverbrauch von 400 Litern. Analog stellen die Punkte im Bereich 504 Ergebnisse von entsprechenden Simulationen dar. Die Datenpunkte 511 bis 519 stammen von verschiedenen Heizungsanlagen.

[0062] Die Geraden 521 und 522 unterteilen das Diagramm in drei Bereiche. Der Bereich rechts oberhalb der Gerade 521 kann beispielsweise aufgrund der Simulationsergebnisse als wünschenswert für eine Solaranlage angesehen werden. In dem Bereich zwischen den Geraden 521 und 522 kann von einer durchschnittlichen Effizienz der Solaranlagen ausgegangen werden. Der Bereich links unterhalb der Geraden 522 kann hingegen als ineffizienter Bereich für eine Solaranlage erachtet werden.

[0063] Folglich kann es hilfreich sein, Datenpunkte, beispielsweise mittels einer mathematischen Funktion zusätzlich zur Ermittlung eines Überwachungsergebnisses heranzuziehen, um optimale Überwachungsergebnisse zu erhalten.

[0064] Fig. 6a zeigt ein Diagramm mit den Einschaltzeitpunkten einer Solaranlage in einem Lastbetrieb in Abhängigkeit der Zeit. Auf der x-Achse des Diagramms sind die Tage eines Jahres aufgetragen. Auf der y-Achse des Diagramms sind die Tagesstunden aufgetragen. Die Auflösung des Diagramms in y-Richtung beträgt 10 Minuten-Zeitschritte. In den Teilabschnitten 601 liegen keine Daten vor. In den Bereichen 611 tritt kein Einschaltereignis bei der Solarpumpe auf. In den Bereichen 612 wird die Solarpumpe für einen Zeitraum kürzer einer Minute betrieben. An den Punkten 613 wird die Solarpumpe für einen Zeitraum größer einer Minute betrieben.

[0065] Der Fig. 6a ist zu entnehmen, dass die Solarpumpe in den Zeiträumen 602 und 603 sehr häufig in den Pumpenbetrieb wechselt. Im Zeitraum 605 wurden die Betriebszeiten der Solarpumpe im Wesentlichen auf einige wenige zusammengefasst. Im Zeitraum 603 wird die Solarpumpe häufig für kurze Zeiträume 612 unter ei-

ner Minute betrieben. Dies kann auch als Stotterbetrieb bezeichnet werden. Die Regelung und Steuerung wurde am Ende des Intervalls 603 optimiert.

[0066] Im Zeitraum 605 läuft die Solarpumpe optimal. Die Solarpumpe befindet sich relativ häufig für einen längeren Zeitraum 613 in einem Pumpbetrieb. Die Pausenzeiten 611, ohne Einschaltereignis, sind hingegen relativ lang. Dadurch können Anfahrverluste und Abnutzungen reduziert und die Effizienz der Solaranlage erhöht werden. Zudem kann in Folge dessen sichergestellt werden, dass möglichst wenig Wärme vom Speicher zu den Solarkollektoren gepumpt wird.

[0067] Diese manuell vorgenommene Analyse bedarf jedoch das Wissen eines Fachmanns und ist relativ aufwändig, um zu den entsprechenden Überwachungsergebnissen zu gelangen.

[0068] Fig. 6b zeigt ein Diagramm 621 einer Verteilungsfunktion der Laufzeit der Solarpumpe vom Juli 2014. Fig. 6c zeigt ein Diagramm 622 der Verteilungsfunktion der Laufzeit der Solarpumpe vom September 2014. In den Diagrammen 621 und 622 ist auf der x-Achse die Pausenzeit aufgetragen und auf der y-Achse die zugehörige Betriebszeit, die an die Pausenzeit anschließt oder an die die Pausenzeit anschließt. Auf der z-Achse ist die Anzahl der Ereignisse aufgetragen. Eine Pausenzeit ist eine Zeit, in der die Solarpumpe nicht pumpt, eine Betriebszeit eine Zeit, in der die Solarpumpe pumpt. Aus Fig. 6b ist zu entnehmen, dass die Solarpumpe vorrangig für in etwa vier Minuten pumpt und für in etwa vier Minuten pausiert. Die Abweichung von diesen Werten ist hingegen relativ gering. In Fig. 6c hingegen konzentrieren sich die Pausenzeiten auf einen Zeitraum von zwischen sechs Minuten und 45 Minuten und die Betriebszeiten auf einen Zeitraum von etwa vier Minuten bei einer deutlichen Reduktion der Einschaltungen. Die Abweichungen insbesondere hinsichtlich der Betriebszeiten sind relativ groß. So lässt sich auch eine Häufung bei einer Betriebszeit von drei Stunden finden.

[0069] Die Fig. 6d und 6e zeigen jeweils Ausschnitte der Diagramme der Fig. 6b bzw. 6c. In den in Fig. 6d und 6e gezeigten Diagrammen 623, 624 wurden im Vergleich zu den in Fig. 6b und 6c gezeigten Diagrammen 621 und 622 Daten mit einer Betriebszeit von kürzer als 30 Minuten entfernt. Im Diagramm 623 werden somit nur noch 5% der im Diagramm 621 gezeigten Ereignisse dargestellt. In dem in Fig. 6 gezeigten Diagramm 624 werden hingegen noch 89% der im Diagramm 622 gezeigten Ereignisse dargestellt.

[0070] Fig. 6f und 6g zeigen jeweils ein Diagramm 625, 626 mit einer Häufigkeitsverteilung bezüglich der Betriebszeit der Solaranlage. Auf der x-Achse sind die verschiedenen Betriebszeiten aufgetragen. Auf der y-Achse ist die Anzahl der Ereignisse dargestellt. Die Daten der Diagramme 625 und 626 entstammen dem in Fig. 6a gezeigten Diagramm 600. Im Diagramm 625 der Fig. 6f ist eine Häufigkeitsverteilung für den Monat Juli und im Diagramm 626 der Fig. 6g ist eine Häufigkeitsverteilung für den Monat September zu finden. In Fig. 6f mit dem Dia-

ogramm 625 wird gezeigt, dass sich im Juli 2014 die Ereignisse auf Betriebszeiten von unter drei Minuten konzentrieren, wohingegen, wie in Fig. 6g gezeigt, mit dem Diagramm 626 im September 2014 sich die Ereignisse auf Betriebszeiten mit einer Dauer von bis zu einer Stunde relativ gleichmäßig konzentrieren. Somit kann durch das Ermitteln von statistischen Parametern, wie einer Häufigkeitsverteilung oder durch bilden eines Integrals über einen Bereich der Häufigkeitsverteilung (Aufsummieren der Ereignisse eines Bereichs der Häufigkeitsverteilung) ein Vergleichswert besonders zielführend ermittelt. Der Vergleichswert kann wiederum mit Referenzdaten verglichen werden und das Ergebnis des Vergleichs zur Bestimmung eines Überwachungsergebnisses herangezogen werden.

[0071] Somit kann, wie anhand der Fig. 6a bis 6e gezeigt, beispielsweise durch Ermitteln einer Verteilungsfunktion ein effizienter Betrieb von einem ineffizienten Betrieb unterschieden werden.

[0072] Fig. 7a zeigt ein Diagramm mit einer Häufigkeitsverteilung der Betriebszeiten und Pausenzeiten einer Solarpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Im Diagramm 701 der Fig. 7a ist ersichtlich, dass sich die Betriebszeiten der Solarpumpe auf Werte zwischen fünf Minuten und zwei Stunden und die Pausenzeiten sich auf Werte zwischen fünf Minuten und 12 Stunden konzentrieren. Die im Diagramm 701 gezeigte Häufigkeitsverteilung lässt auf einen effizienten Betrieb der Solaranlage schließen.

[0073] Fig. 7b und Fig. 7c zeigen jeweils eine Häufigkeitsverteilung von Ereignissen der Solarpumpe in Abhängigkeit der Speichertemperatur beim Start und der Speichertemperatur beim Stopp eines Pumpbetriebs der Solarpumpe. Auf der x-Achse ist die Speichertemperatur bei einem Stopp des Pumpbetriebs und auf der y-Achse die Speichertemperatur beim Start des Pumpbetriebs aufgetragen. Entlang der z-Achse ist die Anzahl der Ereignisse aufgetragen.

[0074] Beim Vergleich des Diagramms 702 der Fig. 7b im Vergleich zum Diagramm 703 der Fig. 7c ist zu erkennen, dass sich im Diagramm 702 die Ereignisse in Richtung einer Speichertemperatur beim Start von mehr als 65°C und einer Speichertemperatur beim Stopp von mehr als 55°C konzentriert. Im Diagramm 7c hingegen konzentriert sich die Ereignisverteilung auf eine Diagonale, bei der die Speichertemperatur beim Stopp geringfügig höher ist als die Speichertemperatur beim Start des Pumpbetriebs der Solarpumpe.

[0075] Bei der im Diagramm 703 gezeigten Ereignisverteilung wird eine im Solarkollektor erzeugte Wärme optimal genutzt, da bereits ein geringfügiger Wärmegehalt des Solarkollektors in den Speicher transportiert wird. Hingegen wird im Diagramm 702 meist erst bei Temperaturen über 50 °C Wärme vom Solarkollektor in den Speicher transportiert. Dies hat zur Folge, dass, wenn diese magische Schwelle von 50°C nicht überschritten wird, die Wärme im Solarkollektor verbleibt und an die Umgebung des Solarkollektors abgegeben wird.

[0076] Somit lässt sich auf einfache Weise mittels statistischer Auswertung der Speichertemperatur beim Start und beim Stopp eines Pumpintervalls die Effizienz des Betriebs und/oder der Dimensionierung einer Solaranlage überwachen.

[0077] Fig. 8a zeigt analog zu Fig. 4 eine Heizungsanlage 400. Wie in Fig. 8a ersichtlich, kann durch Konvektion Wärme vom Speicher 406 durch den Kollektor 401 an die Umgebung des Solarkollektors abgegeben werden. Fig. 8b zeigt ein Diagramm 801 mit einer Häufigkeitsverteilung der Differenz zwischen Kollektortemperatur und Außentemperatur in Abhängigkeit der Speichertemperatur bei abgeschalteter Solarpumpe. Bei dem in Fig. 8b gezeigten Betriebsverhalten der Solarpumpe konnte eine Konvektion zum Solarkollektor festgestellt werden. Fig. 8c zeigt ein Diagramm 802 mit einer Häufigkeitsverteilung der Differenz zwischen Solartemperatur und Außentemperatur in Abhängigkeit der Speichertemperatur und in Abhängigkeit einer weiteren Heizungsanlage. Bei der in Diagramm 802 dargestellten Anlage konnte keine Konvektion zum Solarkollektor festgestellt werden. In den Diagrammen 801 und 802 sind jeweils auf der x-Achse die Differenz zwischen Kollektortemperatur und Außentemperatur in Kelvin aufgetragen.

[0078] Auf der y-Achse ist die Speichertemperatur in °C aufgetragen. Im Diagramm 801 ist ersichtlich, dass sich die Ereignisse auf einer Differenz zwischen der Solartemperatur und der Außentemperatur von etwa 15 K konzentriert und auf eine Speichertemperatur zwischen 20 und 35°C. Der Punkt 804 mit einem x-Wert von 15 K und einem y-Wert von 20 °C bildet dabei ein Maximum. Die Punkte 803 bilden hingegen ein Minimum. Dies zeigt eine deutliche Korrelation von Kollektortemperatur zur Speichertemperatur bei abgeschalteter Solarkreispumpe.

[0079] Im Diagramm 802, der Ausführungsform ohne Konvektion zum Solarkollektor, ist ein Maximum der Anzahl an Ereignissen 806 bei einem x-Wert von -5°C und einem y-Wert von 15°C ersichtlich. Des Weiteren ist im Diagramm 802 ersichtlich, dass sich die Ereignisse auf einem x-Wert von -5°C und einen y-Wert von zwischen 15°C bis über 60°C konzentriert.

[0080] Somit ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise mittels einer Auswertung einer Häufigkeitsverteilung eine Detektion einer Solarkonvektion, die eine Heizungsanlage ineffizient macht.

[0081] Zusammenfassend stellt die Auswertung von Sensor- und Aktuatorwerten durch Ermitteln von statistischen Parametern eine einfache und effiziente Methode dar, Fehler in einer Heizungs- und/oder Klimaanlage zu detektieren. Dadurch können Fehler von Solarkollektoren, beispielsweise einer geringen Sonneneinstrahlung, einer geringen Effizienz, eine Effizienzverringern, eine geringe Wärmedämmung, eine Abnahme der Wärmedämmung, ein falsch angeschlossener Solarkollektor, eine unausgeglichene Verschaltung der Solarkollektoren, eine falsche Dimensionierung zwischen Solarkollektoren und Wärmespeichern, etc. erfasst werden.

Des Weiteren können beispielsweise Fehler in einem Solarkreis, insbesondere ein zu geringer Volumenstrom aufgrund von Luft im Leitungssystem, ein zu geringer Volumenstrom aufgrund anderer Ursachen, ein zu großer Volumenstrom, eine zu geringe Wärmedämmung, eine Abnahme der Wärmedämmung (bzw. Zunahme der Wärmeverluste), eine Abnahme des Volumenstroms, ungewollte Zirkulationen, ein zu niedriger Druck, ein zu hoher Druck im Rohrsystem, eine Alterung des Frostschutzmittels, und/oder ein Leck im Rohrsystem, etc. detektiert werden. Des Weiteren können Fehler im Speicher detektiert werden, z. B. zu große Verluste, insbesondere an den Verbindungen, eine zu geringe Wärmedämmung, eine Abnahme der Wärmedämmung, eine ineffiziente Schichtung der Wärme im Speicher, ein falsch angeschlossener Speicher, eine Verschmutzung, insbesondere eines Warmwasserspeichers oder Wärmeübertragers, ein zu geringer Druck, ein zu hoher Druck, eine falsche Dimensionierung des Speichers, eine Undichtigkeit des Speichers, etc. detektiert werden.

[0082] Außerdem können Fehler an den Sensoren, beispielsweise ein falscher Typ hinsichtlich des Widerstands, ein falscher Typ bezüglich der Genauigkeit, eine fehlerhafte Position des Sensors, ein Fehler in der Verbindung zum Steuergerät, unerwartete Sensorwerte, ein defekter Sensor, etc., detektiert werden.

[0083] Des Weiteren können Fehler in der Steuerung, insbesondere von Pumpen und Ventilen detektiert werden, insbesondere fehlerhafte Temperatureinstellungen, fehlerhaft hinterlegte Einstellungen bezüglich einer Pumpe oder eines Ventils, ein fehlerhaft hinterlegtes hydraulisches System, sonstige weitere falsche Einstellungen, ein mechanischer Defekt einer Pumpe oder eines Ventils, eine fehlerhafte Software-Version, Fehler in einem Schaltkreis, eine defekte Kommunikationseinheit, etc.

[0084] Auch können dadurch Fehler, beispielsweise in der Dimensionierung der Heizungsanlage an sich bzw. von Wärmeverbrauchern, erfasst werden. Das Detektieren der Fehler kann dabei sowohl für Solaranlagen, für Gaskessel, Gasthermen, Biomasse-Kessel, Wärmepumpen, etc. erfolgen. Die in den Figuren beschriebenen Fehlerdetektionen sind rein beispielhaft und in keiner Weise begrenzend, sondern stellen nur einen kleinen Ausschnitt des Potentials der Erfindung dar.

[0085] Fig. 9 zeigt ein Diagramm mit einer Häufigkeitsverteilung der Betriebszeiten und Pausenzeiten einer Wärmepumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0086] Im Diagramm der Fig. 9 ist auf der x-Achse die Pausenzeitdauer in Stunden, auf der y-Achse die Laufzeitdauer in Stunden und in z-Richtung die Anzahl der Ereignisse aufgetragen.

[0087] Der Fig. 9 ist zu entnehmen, dass sich die Ereignisse der Wärmepumpe um eine Laufzeitdauer von 1,5 Stunden und eine Pausenzeitdauer von 1,5 Stunden konzentriert. Zudem wird die Wärmepumpe zumeist mit einer relativ niedrigen Leistung von zwischen 500 und 1500 Watt betrieben (nicht in der Figur gezeigt).

[0088] Da der Verschleiß einer Wärmepumpe bei Laufzeiten von über 1 h mit anschließenden Pausenzeiten von über 1 h gering ist und die Einschalt- und Ausschaltverluste dann nur noch einen verhältnismäßig kleinen Teil der Gesamtverluste im Vergleich zu ineffizienten Wärmepumpen ausmachen, kann der Wärmepumpenbetrieb mit dem in Fig. 9 dargestellten Diagramm als effizient erachtet werden.

[0089] Wie im Diagramm der Fig. 9 ersichtlich treten auch bei einer effizienten Wärmepumpe Ereignisse mit Laufzeiten von einer Dauer unter 30 Minuten und Pausenzeiten mit einer Dauer von unter 30 Minuten auf. Folglich können jedoch auch bei einer Wärmepumpe mit hoher Effizienz kurze Laufzeiten und kurze Pausenzeiten nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Fehlalarm bei der Überwachung der Wärmepumpe mittels Überwachung der Laufzeit und/oder der Pausenzeit ist es deshalb hilfreich, in Abhängigkeit erfasster Laufzeiten/Pausenzeiten statistische Parameter, insbesondere eine Verteilungsfunktion, eine Häufigkeitsverteilung, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, einen Mittelwert, eine Standardabweichung, eine Varianz etc. zu ermitteln und die Wärmepumpe mittels der statistischen Parameter zu überwachen.

[0090] Zur Überwachung einer Wärmepumpe können alternativ oder zudem weitere Datenpunkte, wie Sensordaten und Aktuatordaten, insbesondere wie ein Druck, eine Temperatur, ein Volumenstrom, ein Steuersignal etc. herangezogen werden.

[0091] Die in den Figuren 4 bis 9 beschriebenen Methoden sind in keiner Weise limitierend, sondern stellen vielmehr beispielhafte Anwendungsfälle der Erfindung dar. Die Erfindung kann ebenso für Gasbrennwertkessel, Ölbrennwertkessel, Gasthermen, Biomassekesseln und insbesondere für Heizungsanlagen oder Klimaanlage mit einer Vielzahl an Energiequellen, mittels entsprechend angepassten Datenpunkten, Referenzdaten und Vergleichen angewendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen einer Heizungsanlage (400) und/oder einer Klimaanlage umfassend die Schritte:

Bereitstellen (S11) von Referenzdaten einer Heizungsanlage (400) und/oder einer Klimaanlage;

Erfassen (S12) von Datenpunkten der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage, umfassend Sensorwerte einer oder mehrerer Sensoren und/oder Steuerwerte eines oder mehrerer Aktuatoren, über einen vorgegebenen Zeitraum;

Ermitteln (S13) eines oder mehrerer statistischer Parameter in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte, umfassend Ermitteln einer Verteil-

- lungsfunktion, einer Häufigkeitsverteilung, einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, einer Standardabweichung und/oder einer Varianz; Vergleichen (S14) der einen oder mehreren statistischen Parameter mit den bereitgestellten Referenzdaten; und Ermitteln (S15) eines Überwachungsergebnisses in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs.
2. Verfahren nach Anspruch 1 umfassend den Schritt: Ausgeben (S16) einer Fehlermeldung in Abhängigkeit des Überwachungsergebnisses.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Bereitstellen (S11) von Referenzdaten die Schritte umfasst:
- Erfassen (S111) von Referenzdatenpunkten einer oder mehrerer weiterer Heizungsanlagen und/oder Klimaanlage und/oder Bereitstellen S(112) von Simulationsdaten bezüglich eines Betriebs der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage; und Ermitteln (S113) der Referenzdaten in Abhängigkeit der Referenzdatenpunkte und/oder in Abhängigkeit der Simulationsdaten.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Ermitteln (S113) der Referenzdaten ein Ermitteln statistischer Parameter in Abhängigkeit der Referenzdatenpunkte und/oder in Abhängigkeit der Simulationsdaten umfasst.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Referenzdaten in Abhängigkeit eines oder mehrerer aus der folgenden Gruppe bereitgestellt werden:
- eines Typs der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage;
- eines Nutzungsprofils, in dem die Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage betrieben wird;
- einer Gebäudeausführung;
- einer Dimensionierung der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage;
- einer Klimaregion;
- einer Jahreszeit;
- eines Wochentags;
- einer Tageszeit;
- einem Regelungsverfahren der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage, wobei das Regelungsverfahren eine witterungsgeführte Regelung, eine Nachtstromnutzung, eine Integration von Bedarfsprognosen, eine Leistungsregelung oder eine Drehzahlregelung ist;
- eines oder mehrerer Regelungsparameter einer Solltemperatur einer Nachtabsenkung.
6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Referenzdaten von der Zeit abhängen und/oder die Referenzdatenpunkte in Abhängigkeit der Zeit erfasst werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage eine oder mehrere Wärmepumpen, einen oder mehrere Biomassekessel, einen oder mehrere Solarkollektoren eine oder mehrere Zirkulationspumpe und/oder eine oder mehrere Gasthermen/Gaskessel umfasst.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Referenzdaten Referenzdaten von Laufzeiten und/oder Pausenzeiten eines Geräts der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Laufzeiten und/oder Pausenzeiten des Geräts der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage beinhaltet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Referenzdaten Referenztemperaturdaten umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Außentemperaturen, Pufferspeichertemperaturen, Warmwasserspeichertemperaturen, Kollektortemperaturen, Wärmepumpentemperaturen, Kesselttemperaturen und/oder Leitungstemperaturen beinhaltet.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Referenzdaten Referenzdaten von Steuerwerten von Aktuatoren umfassen; und das Erfassen von Datenpunkten (S12) der Heizungsanlage (400) und/oder Klimaanlage ein Erfassen von Steuerwerten von Aktuatoren beinhaltet.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Erfassen von Datenpunkten (S12) in Abhängigkeit einer Art des Heiz- bzw. Kühlkreises erfolgt.
12. Überwachungssystem (30) zum Überwachen einer Heizungsanlage (400) und/oder einer Klimaanlage umfassend:
- eine Einheit (31) zum Bereitstellen von Referenzdaten einer Heizungsanlage (400)

- und/oder einer Klimaanlage,
 eine Erfassungseinheit (32) zum Erfassen von
 Datenpunkten der Heizungsanlage (400)
 und/oder Klimaanlage, umfassend Sensorwerte
 einer oder mehrerer Sensoren und/oder Steuer- 5
 erwerte einer oder mehrerer Aktuatoren, über
 einen vorgegebenen Zeitraum, und
 eine Recheneinheit (33), die dazu eingerichtet
 ist, einen oder mehrere statistische Parameter 10
 in Abhängigkeit der erfassten Datenpunkte zu
 ermitteln, die einen oder mehreren ermittelten
 statistischen Parameter mit den bereitgestellten
 Referenzdaten zu vergleichen und ein Überwa-
 chungsergebnis in Abhängigkeit eines Ergeb- 15
 nisses des Vergleichs zu ermitteln,
 wobei die Recheneinheit (33) eingerichtet ist,
 den einen oder die mehreren statistischen Pa-
 rameter durch Ermitteln einer Verteilungsfunk-
 tion, einer Häufigkeitsverteilung, einer Wahr- 20
 scheinlichkeitsverteilung, einer Standardabwei-
 chung und/oder einer Varianz zu ermitteln.
- 13.** Überwachungssystem (30) nach Anspruch 12, wo-
 bei
 die Recheneinheit (33) dazu eingerichtet ist, eine 25
 Fehlermeldung in Abhängigkeit eines Überwa-
 chungsergebnisses auszugeben.
- 14.** Computerprogramm-Produkt umfassend Befehle,
 die beim Ausführen des Programms durch ein Über- 30
 wachungssystem (30) gemäß einem der Anspruch
 12 oder 13, dieses veranlassen, ein Verfahren ge-
 mäß einem der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen.

35

40

45

50

55

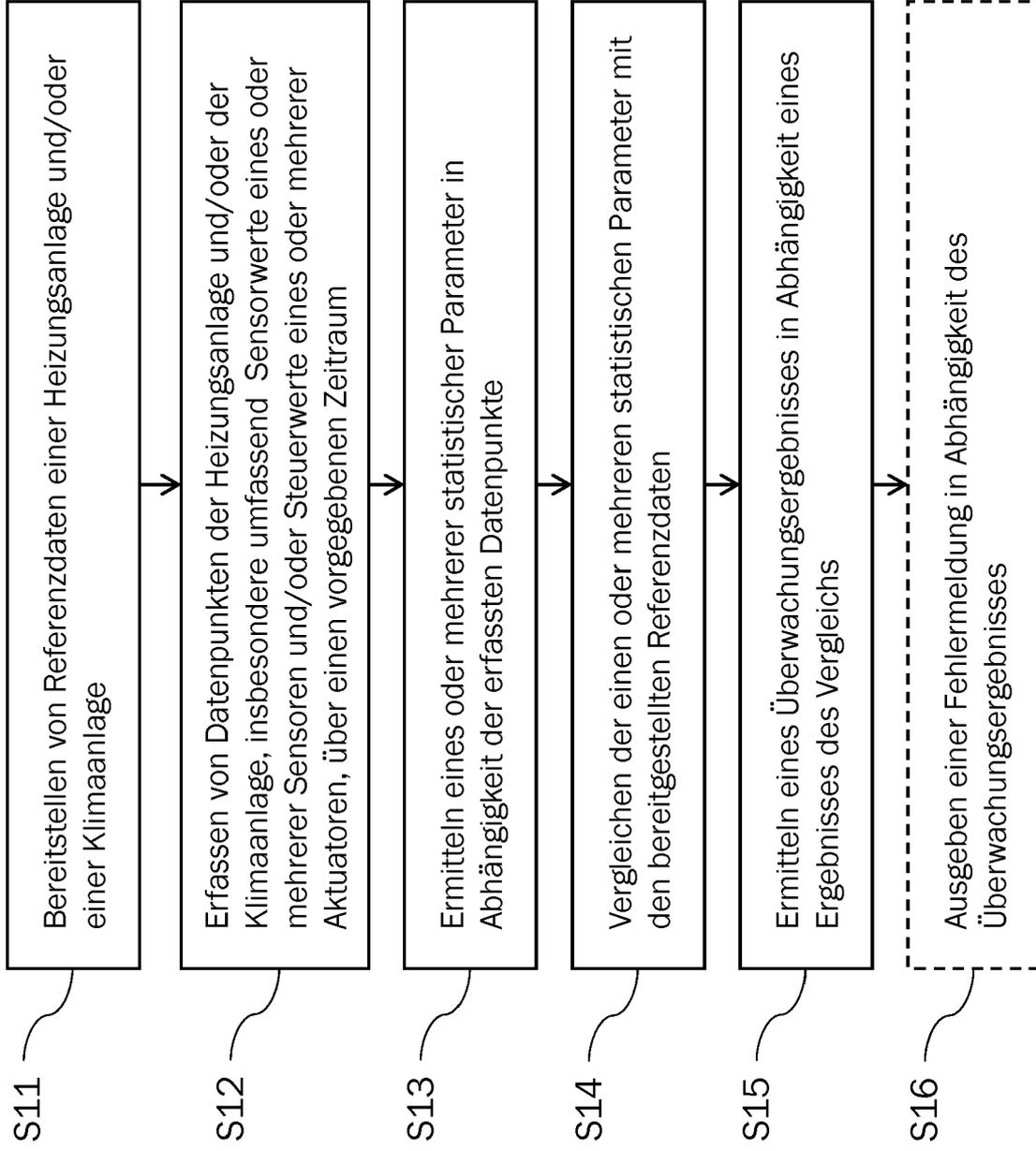


Fig. 1

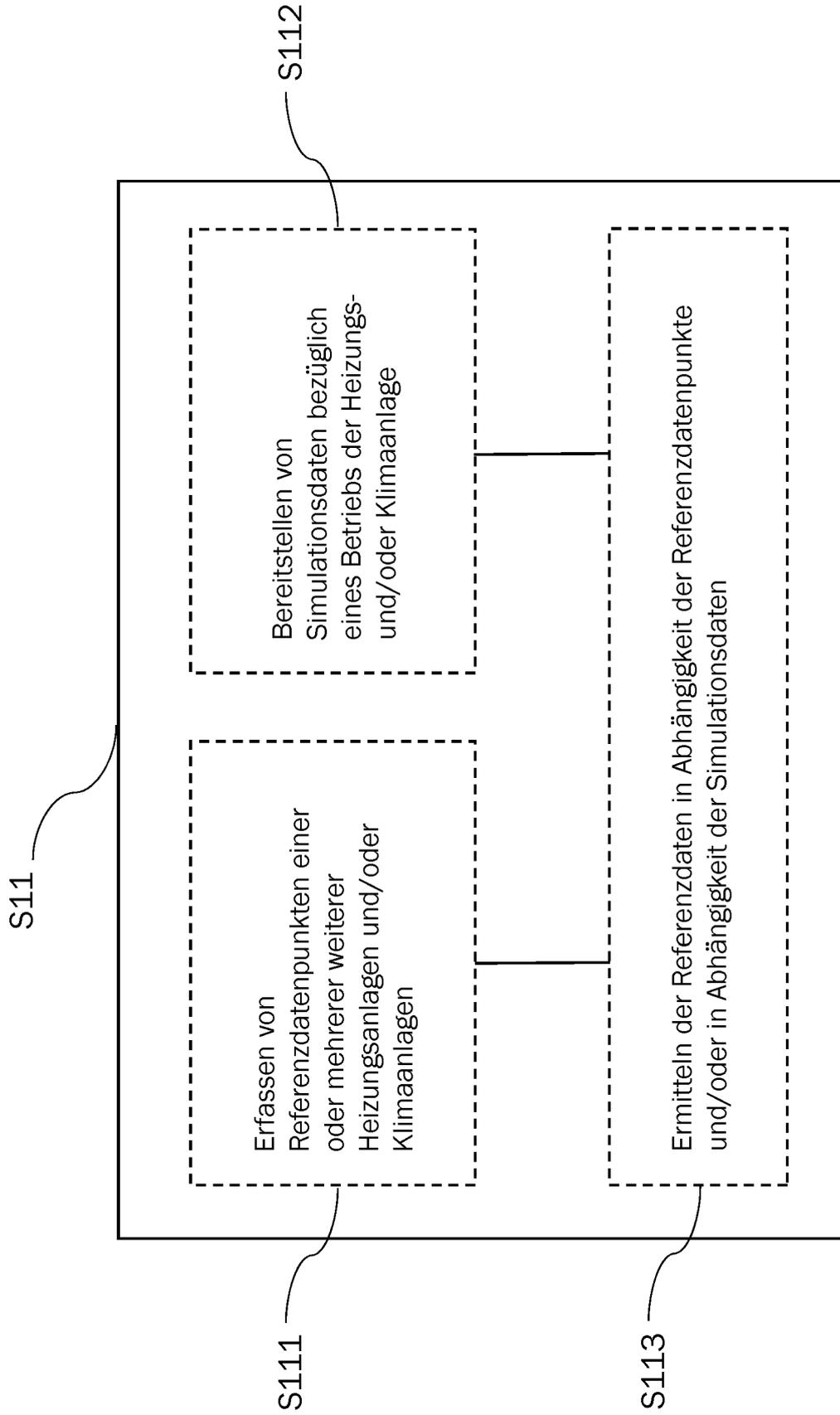


Fig. 2

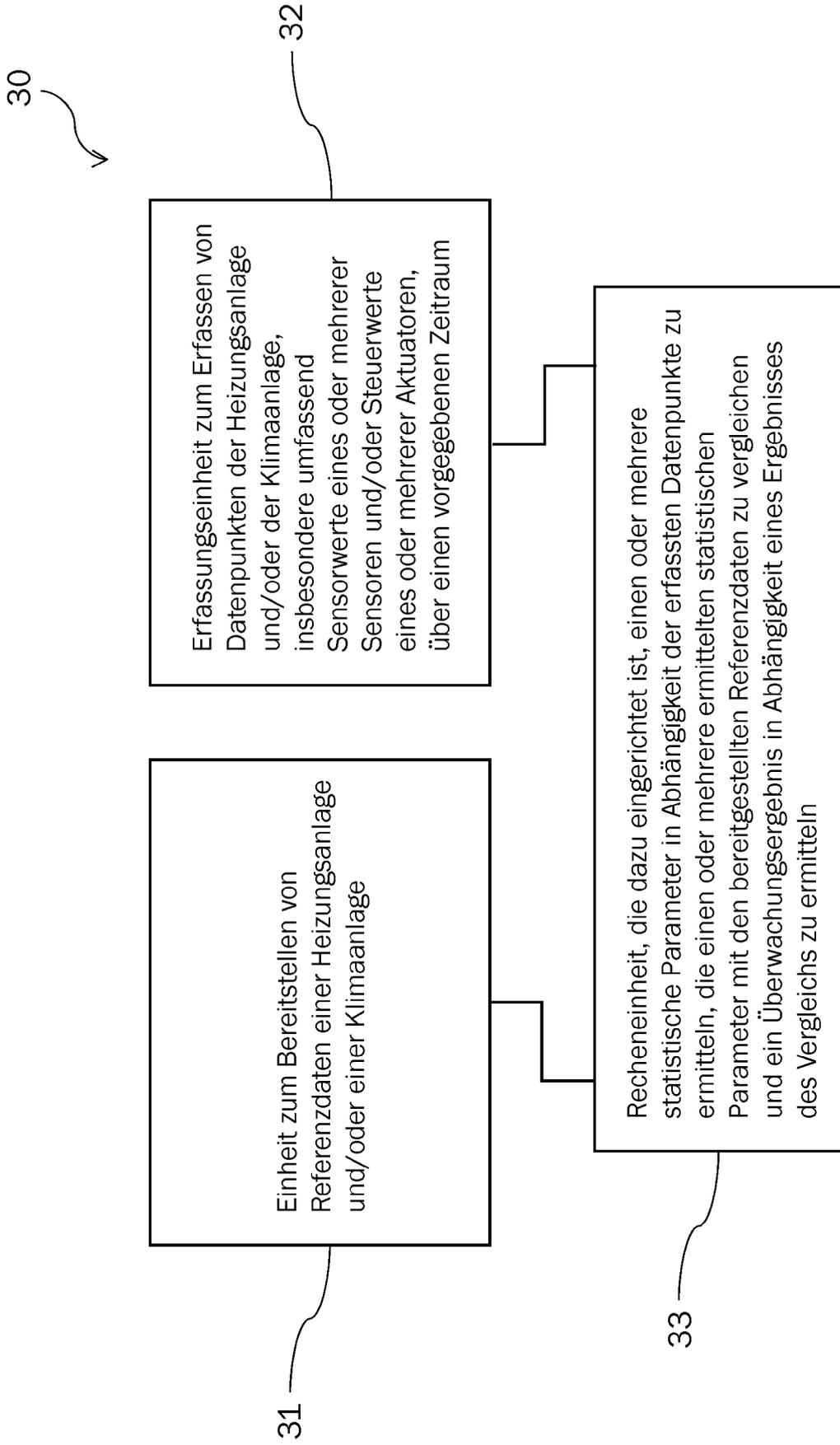


Fig. 3

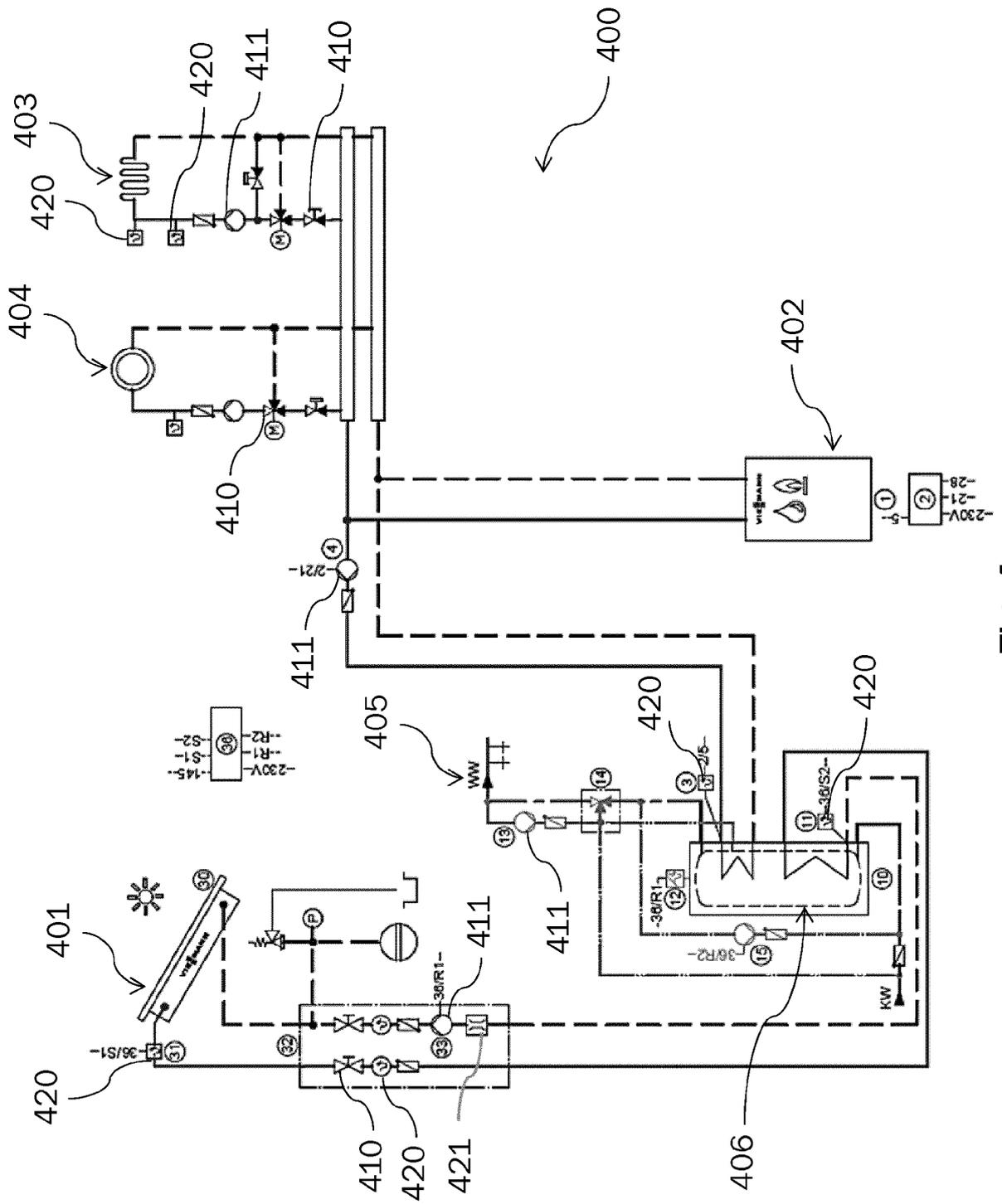


Fig. 4

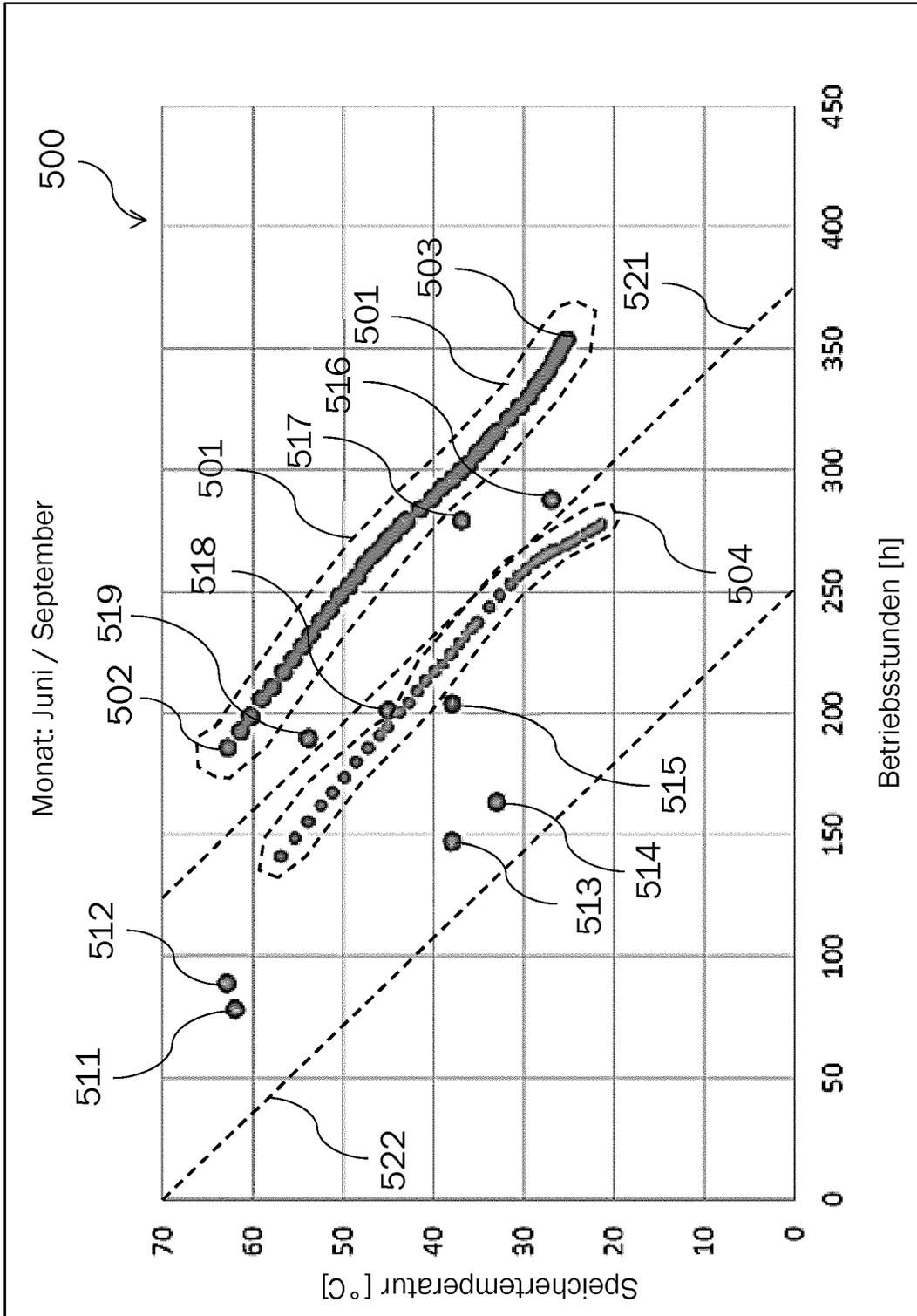


Fig. 5

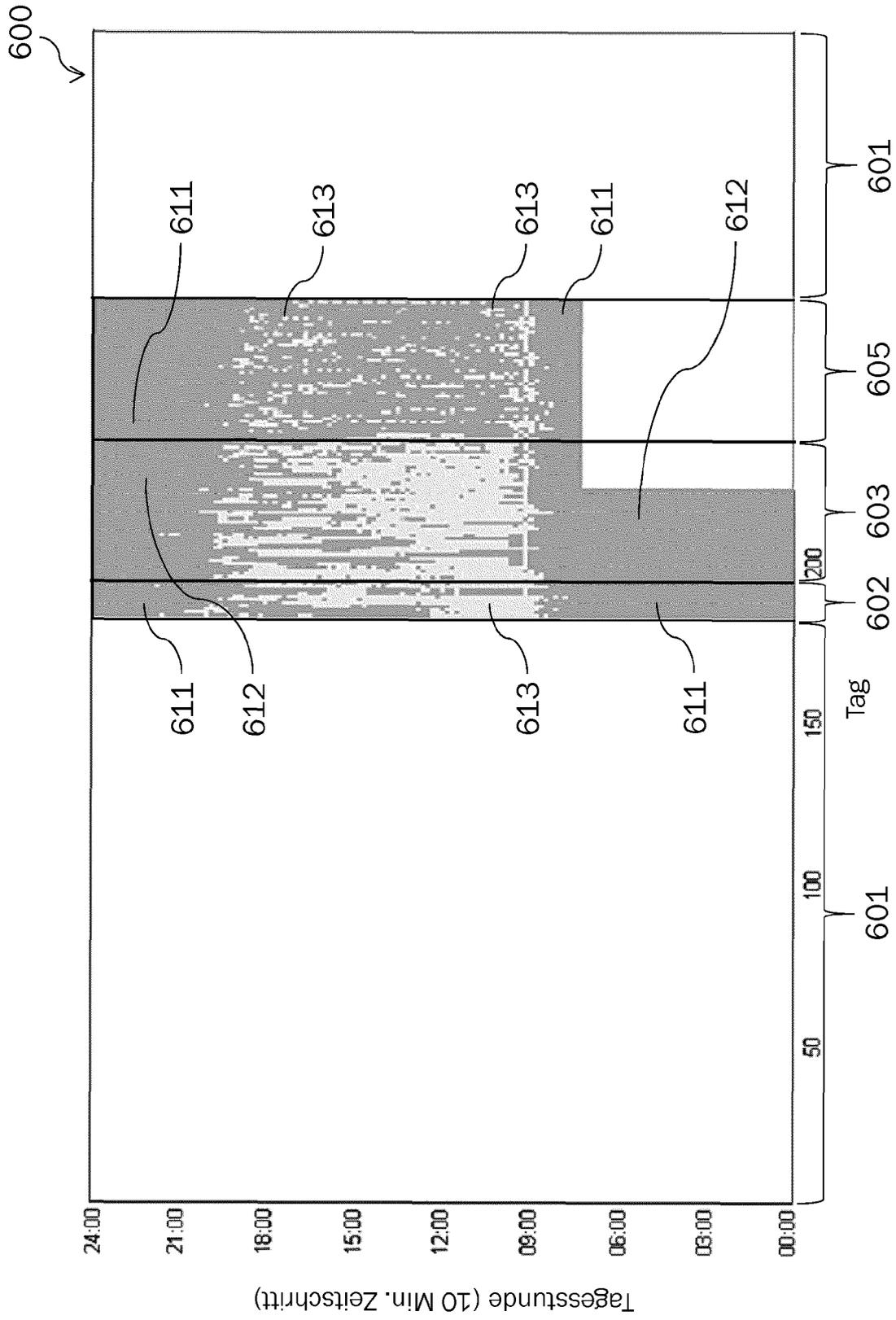


Fig. 6a

Fig. 6b

621

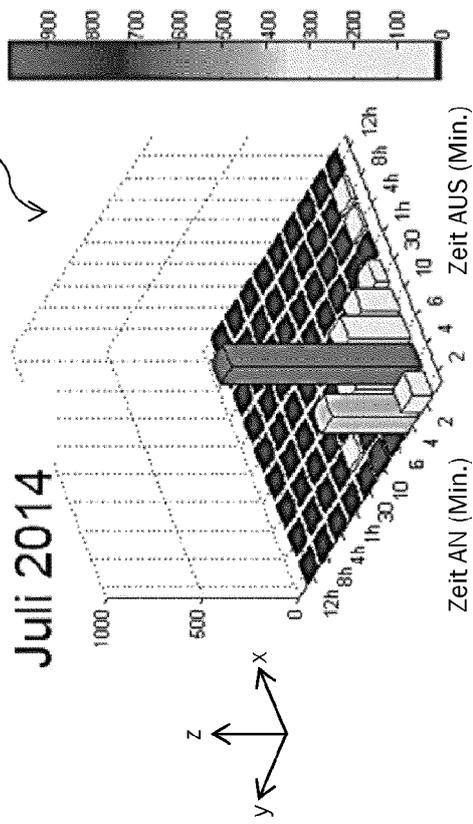


Fig. 6d

623

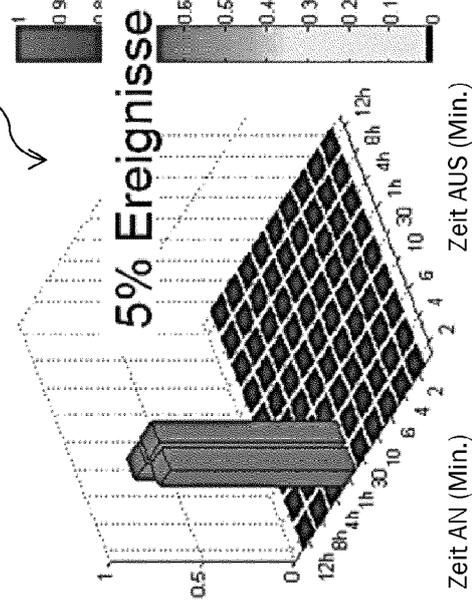
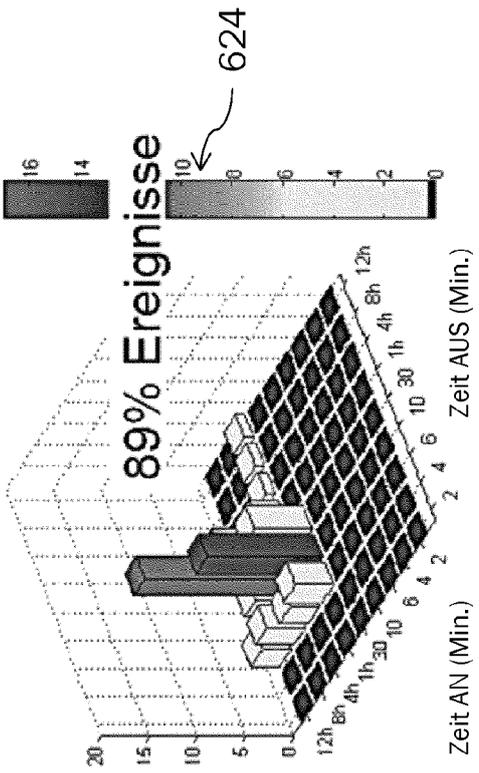
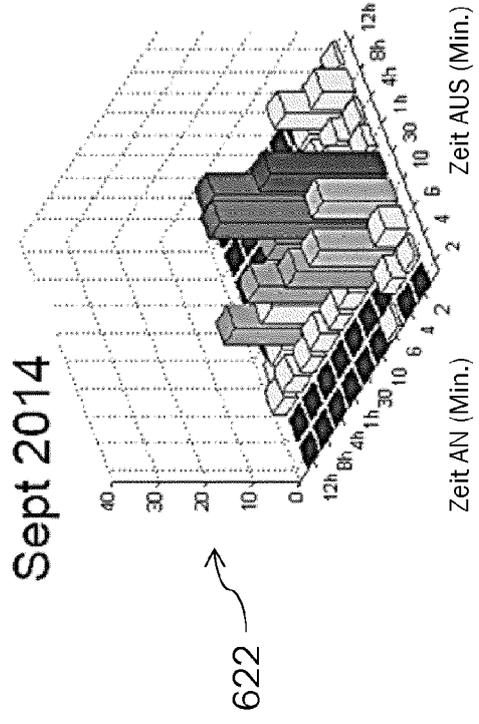
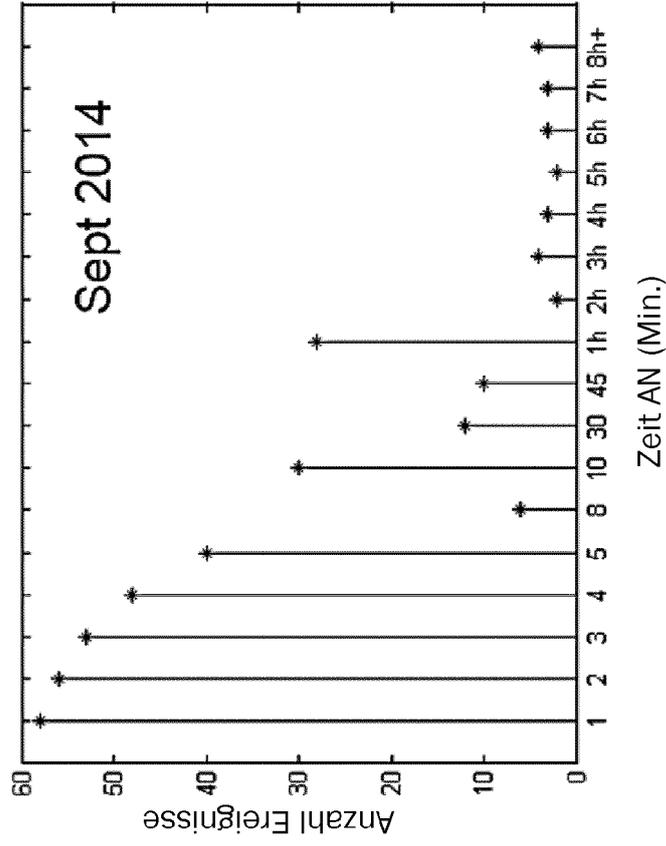


Fig. 6c

Fig. 6e



626 ↘



625 ↘

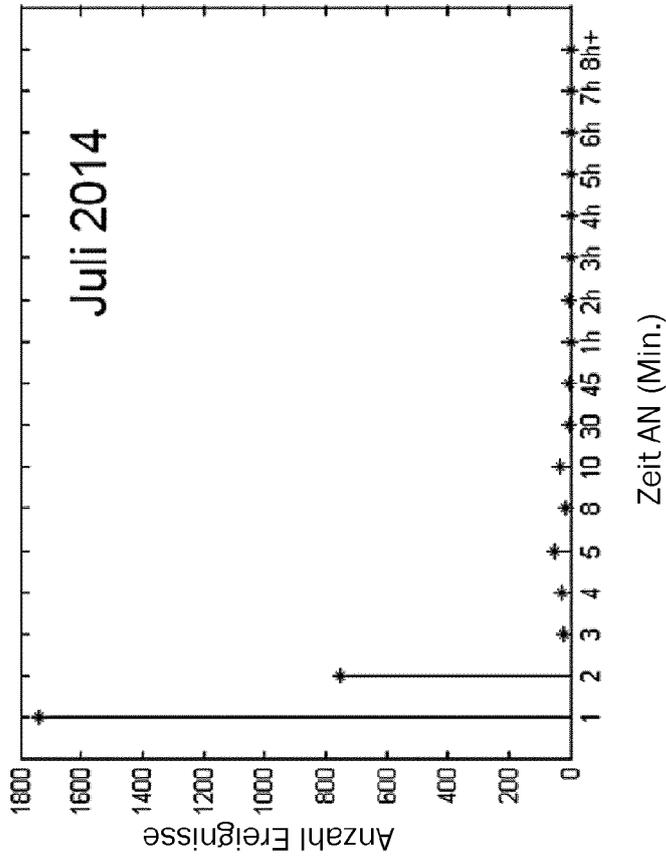


Fig. 6g

Fig. 6f

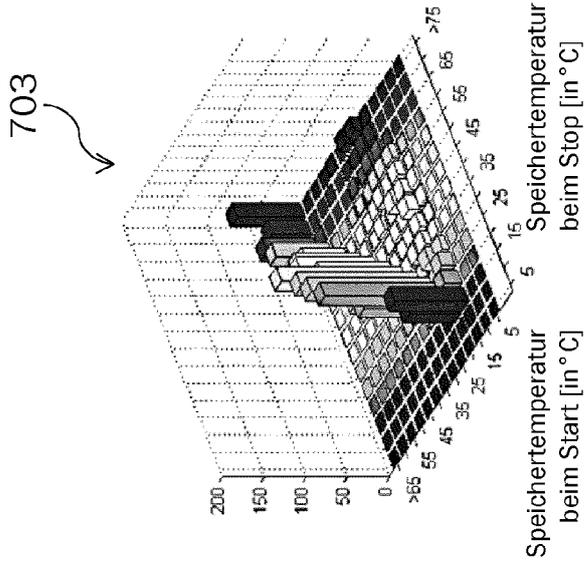


Fig. 7c

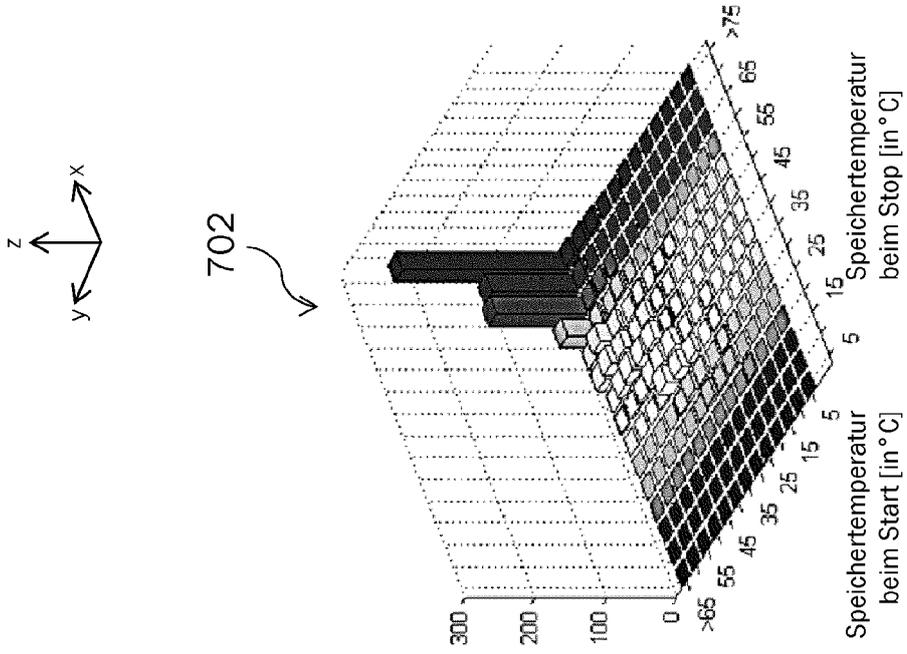


Fig. 7b

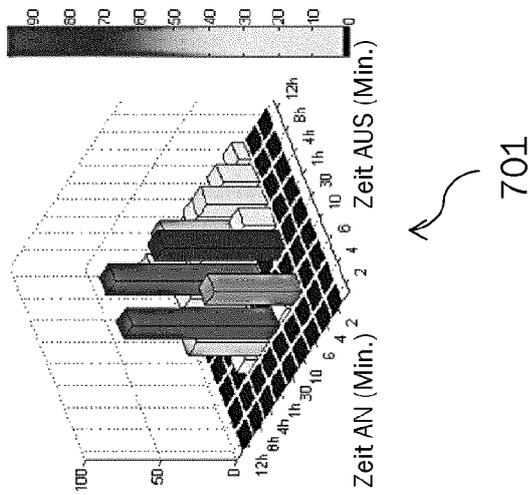


Fig. 7a

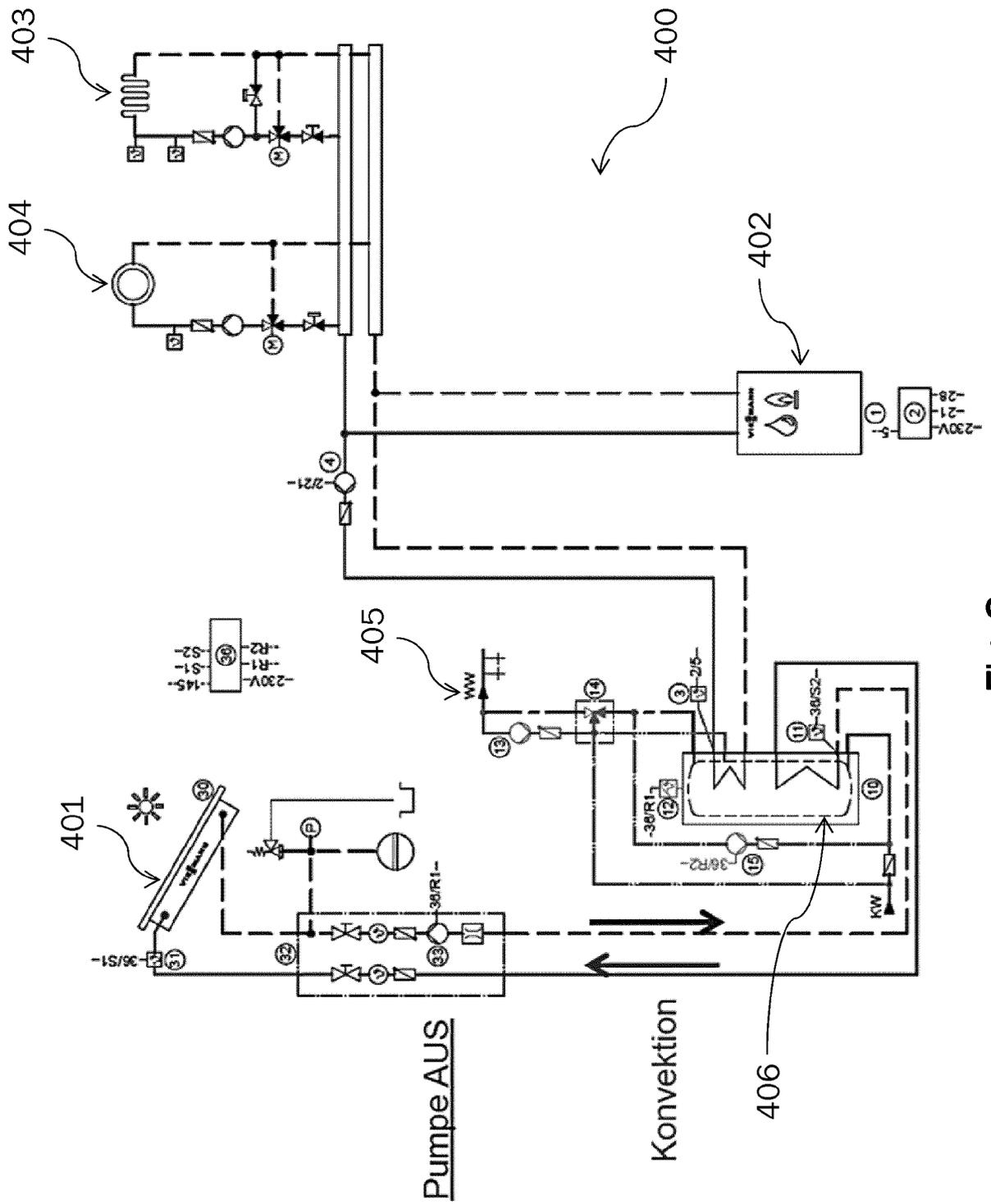


Fig. 8a

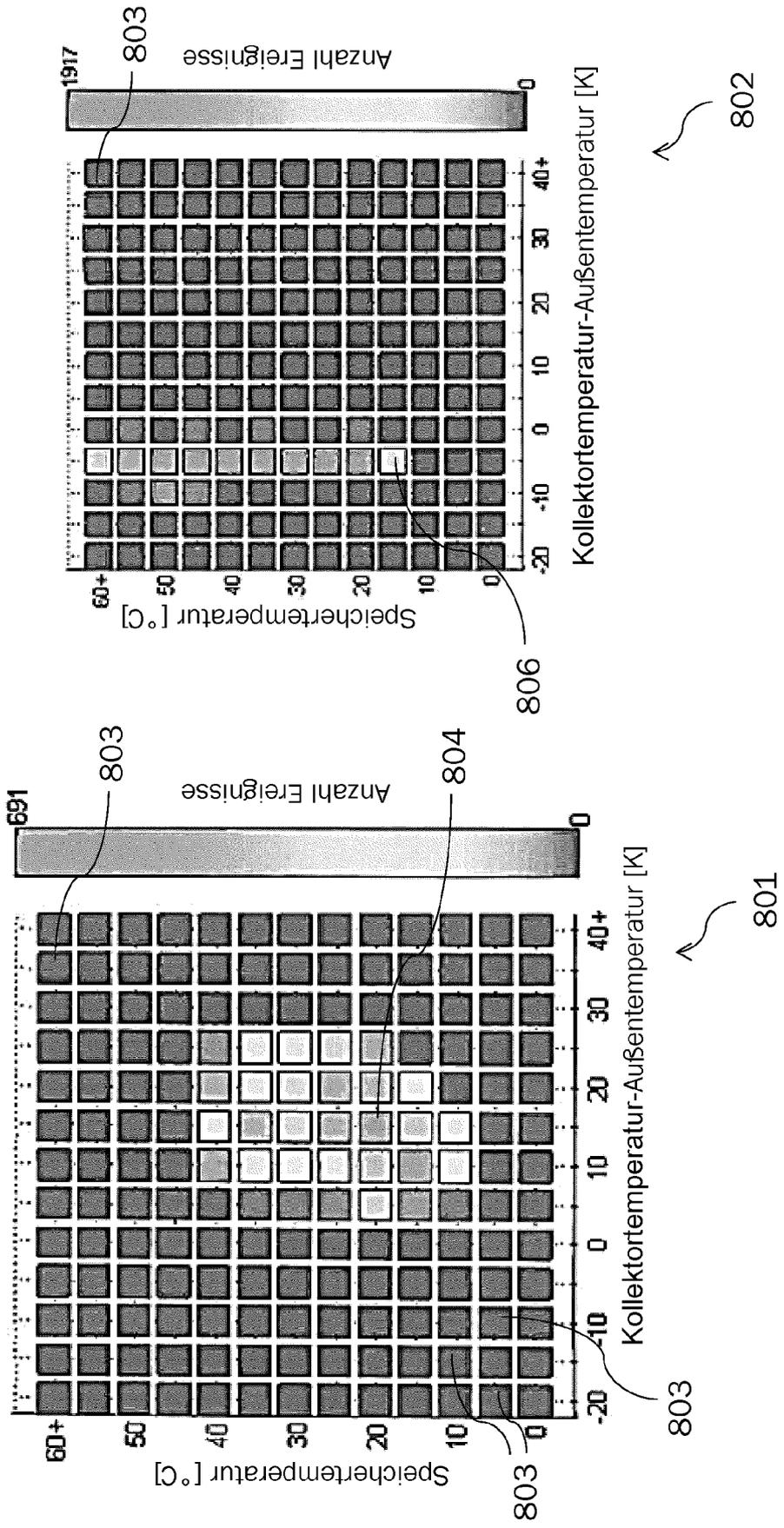


Fig. 8b

Fig. 8c

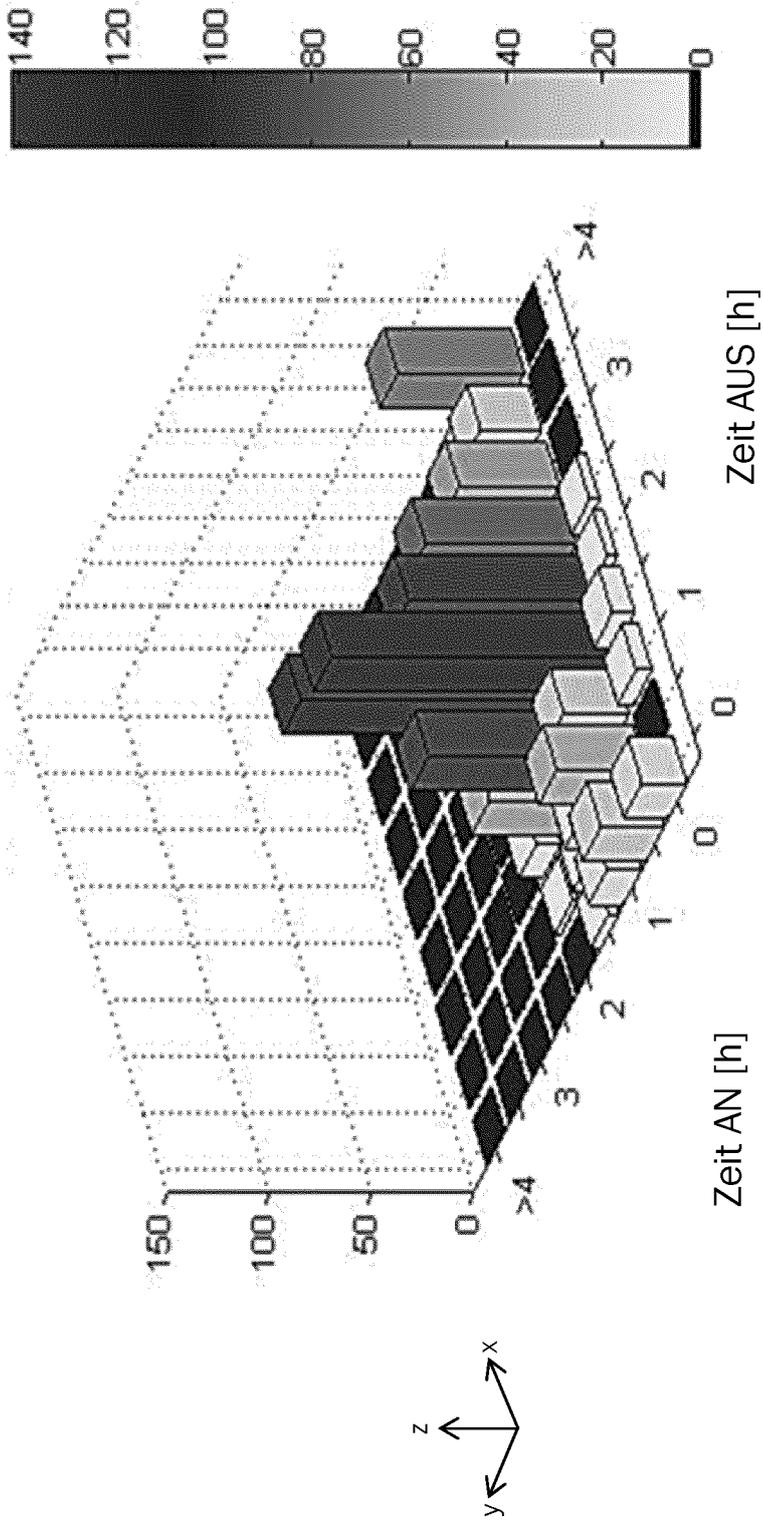


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 15 7407

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 223612 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. Juni 2017 (2017-06-08) * Absatz [0030] - Absatz [0052]; Ansprüche 1-15; Abbildung 1 *	1-14	INV. F24F11/30 F24D19/10 F24F11/38 F24F11/64
X	US 2019/101303 A1 (KALIYAPERUMAL ARULKUMAR [IN] ET AL) 4. April 2019 (2019-04-04) * Absatz [0036] - Absatz [0056]; Ansprüche 1-7; Abbildung 1 *	1-14	
A	DE 10 2017 208042 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. November 2018 (2018-11-15) * Absatz [0022] - Absatz [0054]; Ansprüche 1-12; Abbildung 1 *	1-14	
A	US 2016/370799 A1 (DENTON DARRYL E [US] ET AL) 22. Dezember 2016 (2016-12-22) * Absatz [0025] - Absatz [0071]; Ansprüche 1-20; Abbildung 1 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F F24H F24D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Juli 2022	Prüfer Silex, Anna
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04-C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 15 7407

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-07-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016223612 A1	08-06-2017	KEINE	

US 2019101303 A1	04-04-2019	KEINE	

DE 102017208042 A1	15-11-2018	KEINE	

US 2016370799 A1	22-12-2016	US 2016370023 A1	22-12-2016
		US 2016370799 A1	22-12-2016

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2007028938 A1 [0003]