

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. Dezember 2022 (01.12.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/248229 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F25D 21/02 (2006.01) *F24F 11/62* (2018.01)
F04D 27/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/062816

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Mai 2022 (11.05.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 113 802.7
28. Mai 2021 (28.05.2021) DE

(71) Anmelder: **EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO.**
KG [DE/DE]; Bachmühle 2, 74673 Mulfingen (DE).

(72) Erfinder: **SAUER, Thomas**; Dr. Kahn Weg 13, 97980 Bad Mergentheim (DE).

(74) Anwalt: **RÜGER ABEL PATENTANWÄLTE PARTGMBB**; Webergasse 3, 73728 Esslingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DEFROSTING A REFRIGERATION UNIT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ABTAUEN EINES KÜHLAGGREGATS

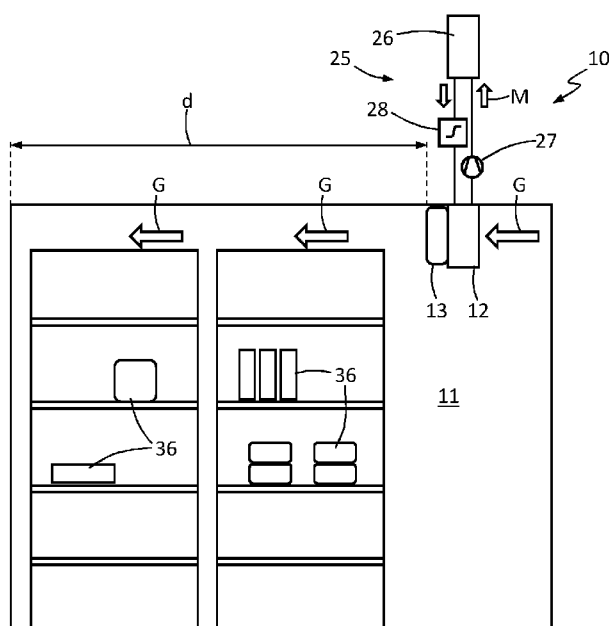


Fig. 1

(57) Abstract: A system for cooling a chamber (11) and a method for operating this system (10). The system (10) comprises a refrigeration unit (12) and an axial fan (13) in the chamber (11) to be cooled. The axial fan (13) is configured to generate a gas flow (G), in particular an air flow, through the refrigeration unit (12), whereby heat is transferred from the gas flow to a cooling medium (M) flowing through the refrigeration unit (12). An artificial neural network (22) is trained to characterize a relationship between at least one operating parameter (P) and a blockage (E) in a gas flow path (14). On the basis of the present value of the at least one operating parameter (P), the artificial neural network (22) recognizes whether a defrosting state has been reached. If this is the case, a defrosting signal (A) is generated.



WO 2022/248229 A1



(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: System zur Kühlung eines Raums (11) sowie ein Verfahren zum Betreiben dieses Systems (10). Das System (10) weist in dem zu kühlenden Raum (11) ein Kühlaggregat (12) und einen Axialventilator (13) auf. Der Axialventilator (13) ist dazu eingerichtet, eine Gasströmung (G), insbesondere Luftströmung, durch das Kühlaggregat (12) hindurch zu erzeugen, wodurch Wärme von der Gasströmung an ein durch das Kühlaggregat (12) strömendes Kühlmedium (M) übertragen wird. Ein künstliches neuronales Netz (22) wird trainiert, um einen Zusammenhang zwischen wenigstens einem Betriebsparameter (P) und einer Blockade (E) in einem Gasströmungspfad (14) zu charakterisieren. Anhand des aktuellen Werts des wenigstens einen Betriebsparameters (P) erkennt das künstliche Neuronale Netz (22), ob ein Abtauzustand erreicht ist. Ist dies der Fall, wird ein Abtausignal (A) erzeugt.

Verfahren und System zum Abtauen eines Kühlaggregats

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Systems sowie ein System aufweisend einen Axialventilator und ein Kühlaggregat. Der Axialventilator ist dazu eingerichtet, eine Gasströmung entlang eines Gasströmungspfad zu erzeugen. Das Kühlaggregat ist im Gasströmungspfad angeordnet. Die Gasströmung kann daher durch das Kühlaggregat strömen und dort gekühlt werden.

[0002] Die Flüssigkeitsmenge, die ein Gas, beispielsweise Luft, aufnehmen kann, hängt von der Temperatur ab. Wird das Gas in einem zu kühlenden Raum abgekühlt, kann es weniger Feuchtigkeit aufnehmen und die Feuchtigkeit schlägt sich im Raum nieder. Dies geschieht insbesondere an den kühlen Stellen des Kühlaggregats, wodurch das Kühlaggregat vereisen kann und damit den Strömungspfad für die Gasströmung zumindest teilweise blockiert. Diese Blockade führt wiederum dazu, dass die gewünschte Reichweite bzw. Wurfweite für die Gasströmung nicht erreicht wird. Dies kann dazu führen, dass die gekühlte Luft nicht mehr den ganzen zu kühlenden Raum durchsetzt und Stellen im Raum entstehen, die nicht ausreichend gekühlt werden. Beispielsweise können dadurch in einem Kühlraum gelagerte Lebensmittel verderben.

[0003] Um dieses Problem einer mangelnden Kühlung zu vermeiden, werden Kühlaggregate in der Regel nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne automatisch abgetaut. Ein derartiges zeitgesteuertes Abtauen ist nachteilig, weil das

Abtauen in der Regel zu häufig durchgeführt wird, um eine mangelnde Kühlung zu vermeiden. Ein derart häufiges Abtauen ist aber nicht energieeffizient.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, ein effizientes Abtauen eines Kühlaggregats zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und ein System mit den Merkmalen des Patentanspruches 13 gelöst.

[0006] Das System gemäß der vorliegenden Erfindung weist einen Axialventilator auf, der zur Erzeugung einer Gasströmung entlang eines Gasströmungspfades eingerichtet ist. In dem Gasströmungspfad ist stromaufwärts oder stromabwärts des Axialventilators ein Kühlaggregat angeordnet, durch das die Gasströmung hindurchströmen kann. Dabei kann das Kühlaggregat Wärme von der Gasströmung aufnehmen und diese kühlen. Das Kühlaggregat und der Axialventilator sind insbesondere in einem zu kühlenden Raum angeordnet.

[0007] Zu dem System gehört außerdem eine Steuereinrichtung, die zur Steuerung des Axialventilators eingerichtet ist. Die Steuereinrichtung weist ein künstliches neuronales Netz auf. Das künstliche neuronale Netz kann vor der Inbetriebnahme oder bei der Inbetriebnahme trainiert werden. Das Trainieren des künstlichen neuronalen Netzes kann das Bereitstellen von bereits verfügbaren Trainingsdaten umfassen, basierend auf denen das künstliche neuronale Netz für die Steuerungsaufgabe trainiert werden kann. Zusätzlich oder alternativ können zum Trainieren des künstlichen neuro-

nen Netzes Daten auf einem Prüfstand erfasst werden, beispielsweise durch Messung und/oder Simulation und/oder Berechnung, die zum Trainieren des künstlichen neuronalen Netzes verwendet werden können.

[0008] Der Axialventilator weist einen Elektromotor sowie einen vom Elektromotor drehbar antreibbaren Rotor auf, der die Ventilatorschaufeln bzw. Ventilatorblätter trägt. Der Motor ist insbesondere nicht geregelt, sondern wird über eine Stellgröße gesteuert betrieben. Als Stellgröße kann beispielsweise die Motorspannung verwendet werden. Über die Motorspannung kann die Solldrehzahl des Elektromotors eingestellt werden. Die Stellgröße wird insbesondere vom künstlichen neuronalen Netz ermittelt und ausgegeben. Die Stellgröße kann alternativ auch abhängig von einer Ausgangsgröße ermittelt werden, die das künstliche neuronale Netz ermittelt und ausgibt. Diese Ausgangsgröße kann in der Steuereinrichtung zur Erzeugung der Stellgröße verwendet werden.

[0009] Bei dem Elektromotor handelt es sich vorzugsweise um einen elektronisch kommutierten, bürstenlosen Elektromotor, der auch als BLDC-Elektromotor bezeichnet werden kann.

[0010] Das Kühlaggregat kann Bestandteil eines Kühlkreises sein. Vorzugsweise ist zur Steuerung des Kühlkreises eine Kühlungssteuerung vorhanden. Die Kühlungssteuerung kann separat zur Steuereinrichtung für den Axialventilator ausgebildet sein und mit der Steuereinrichtung kommunikationsverbunden sein. Die Kühlungssteuerung kann auch als Softwarefunktion oder Softwaremodul in dem Steuergerät der Steuereinrichtung für den Axialventilator integriert sein.

[0011] Erfindungsgemäß wird nach dem Starten des Axialventilators bei der ersten Inbetriebnahme oder bei einer Wiederinbetriebnahme kontinuierlich oder zeitdiskret wenigstens ein Betriebsparameter des Axialventilators als wenigstens eine Systemistgröße ermittelt, die nicht mit der Stellgröße identisch ist. Die wenigstens eine Systemistgröße kann beispielweise die Drehzahl des Axialventilators sein und/oder ein Betriebsparameter, der die Drehzahl des Axialventilators charakterisiert, wie beispielweise der Motorstrom.

[0012] Das Erfassen des wenigstens einen Betriebsparameters als wenigstens eine Systemistgröße kann durch Messen und/oder Berechnen und/oder Schätzen erfolgen. Der interessierende, erfasste Betriebsparameter kann, muss aber nicht direkt gemessen werden, sondern kann auch indirekt basierend auf anderen Parametern berechnet und/oder geschätzt werden. Die wenigstens eine Systemistgröße bzw. der wenigstens eine erfasste Betriebsparameter wird dem künstlichen neuronalen Netz bereitgestellt und insbesondere an eine Eingangsschicht des künstlichen neuronalen Netzes übermittelt.

[0013] Ein Zusammenhang beschreibt die Abhängigkeit zwischen dem wenigstens einen als Systemistgröße erfassten Betriebsparameter und einer Blockade des Gasströmungspfad, die beispielsweise durch Eisbildung am Kühlaggregat entstehen kann. Dieser Zusammenhang kann durch die Trainingsdaten, die aufgrund von Messungen, Simulation oder Berechnung ermittelt wurden, beschrieben werden. Das trainierte künstliche neuronale Netz der Steuereinrichtung weist eine Struktur auf, die diesen Zusammenhang beschreibt und kann

dadurch erkennen, ob das Kühlaggregat durch Eisbildung zunehmend den Strömungspfad blockiert und somit einen Zustand erkennen, in dem ein Abtauen des Eises am Kühlaggregat erforderlich ist. Dieser Zustand wird hier auch als Abtauzustand bezeichnet. Wird der Abtauzustand des Kühlaggregats erkannt, erzeugt das künstliche neuronale Netz ein Abtausignal. Wird durch das künstliche neuronale Netz kein Abtauzustand erkannt, wird das Abtausignal nicht erzeugt. Beispielsweise kann ein Ausgang einer Ausgangsschicht des künstlichen neuronalen Netzes bei Erkennen eines Abtauzustandes einen charakteristischen Zustand annehmen, der dem Abtausignal entspricht. Dieser Signalausgang kann einen davon abweichenden weiteren Zustand annehmen, solange das künstliche neuronale Netz den Abtauzustand nicht erkannt hat.

[0014] Das Erzeugen des Abtausignals kann Maßnahmen zum Abtauen des Kühlaggregats initiieren. Beispielsweise kann ein automatisches Abtauen des Kühlaggregats mittels der Kühlungssteuerung veranlasst werden. Die Notwendigkeit des Abtauens wird mittels der vorliegenden Erfindung erkannt, so dass ein unnötig häufiges Abtauen vermieden wird. Dennoch kann das künstliche Neuronale Netz derart trainiert werden, dass der Abtauzustand rechtzeitig erkannt und das Kühlaggregat rechtzeitig abgetaut wird, bevor eine unzureichende Kühlung eintritt.

[0015] Der Abtauzustand kann abhängig von der Anwendung und dem Einsatz des Systems unter Berücksichtigung von weiteren Parametern oder Randbedingungen durch Simulation oder empirisch ermittelt und das künstliche Neuronale Netz entsprechend trainiert werden. Insbesondere kann der Abtauzustand

stand auch davon abhängen, wie weit die durch das Kühlaggregat gekühlte Luft durch den Raum strömen soll (Wurfweite des Axialventilators).

[0016] Durch das neuronale Netz kann das System adaptiv ausgebildet sein. Es kann sich an baulich veränderte Ausführungsformen oder an andere Systemveränderungen selbstständig anpassen, beispielsweise wenn das Kühlaggregat und/oder eine andere Komponente des Systems anwendungsabhängig verändert wird, insbesondere zur Bereitstellung der benötigten Kühlleistung und/oder zur Anpassung an die Einbausituation dimensioniert.

[0017] Das Blockieren des Gasströmungspfades durch Vereisen kann aufgrund des zeitlichen Verlaufs des erfassten wenigstens einen Betriebsparameters (wenigstens eine Systemgröße) von anderen Blockadeeffekten unterschieden werden. Eine Blockade durch Beladung des Kühlaggregats oder anderen Bauteilen im Gasströmungspfad mit Schmutzpartikeln nimmt im Laufe der Zeit wesentlich langsamer zu als eine Blockade durch Eisbildung. Außerdem wird die Verschmutzung durch ein Abtauen des Eises am Kühlaggregat nicht beseitigt.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das Abtausignal einer Kühlungssteuerung übermittelt, die dazu eingerichtet ist, einen Abtauvorgang auszulösen, wenn das Abtausignal empfangen wurde. Die Kühlungssteuerung kann ein separates Steuergerät sein oder als Softwarefunktion oder Softwaremodul in das Steuergerät der Steuereinrichtung für den Axialventilator integriert sein. Vorzugsweise wird der Abtauvorgang durch die Kühlungssteuerung unmittelbar ausgelöst, wenn das Abtausignal empfangen wurde.

[0019] Die Steuereinrichtung ist insbesondere dazu eingerichtet, den Axialventilator stillzusetzen, nachdem das Abtausignal erzeugt wurde. Zumindest während einer Endphase des Abtauvorgangs wird der Axialventilator stillgesetzt. Nach dem Erzeugen des Abtausignals kann der Axialventilator während einer ersten Phase des Abtauvorgangs noch rotierend angetrieben werden. Dadurch kann während der ersten Phase das noch vorhandene Eis am Kühlaggregat zur Kühlung der Gasströmung genutzt werden, so dass die Energieeffizienz verbessert werden kann.

[0020] Insbesondere ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, den Axialventilator nach seinem Stillsetzen während des Abtauvorgangs erst dann wieder in Betrieb zu nehmen, wenn der Abtauvorgang beendet ist.

[0021] Die Dauer des Abtauvorgangs und/oder das Ende des Abtauvorgangs kann über eine Abtaudauer ab dem Erzeugen des Abtausignals ermittelt werden. Die Abtaudauer kann in der Steuereinrichtung bzw. dem künstlichen Neuronalen Netz abgespeichert sein.

[0022] Es ist außerdem vorteilhaft, wenn das künstliche neuronale Netz der Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, einen Reinigungszustand zu erkennen, der einem Zustand des Gasströmungspfades entspricht, der durch Schmutzpartikel zumindest teilweise blockiert ist.

[0023] Der Reinigungszustand kann basierend auf dem wenigstens einen Betriebsparameter, der als wenigstens eine Systemistgröße erfasst wird, im künstlichen neuronalen Netz erkannt werden. Insbesondere wird dazu der wenigstens eine

Betriebsparameter in einem unverschmutzten Zustand des Gasströmungspfad es ermittelt (z.B. bei Erstinbetriebnahme oder nach dem Reinigen). Dieser wenigstens eine Betriebsparameter kann dabei zusätzlich in Abhängigkeit von Umgebungsparametern ermittelt werden, beispielsweise abhängig von der Temperatur und/oder dem Druck und/oder der Feuchtigkeit der umgebenden Atmosphäre, usw. Das künstliche neuronale Netz kann entsprechend trainiert werden. Der auf diese Weise definierte erste Startzustand im unverschmutzten Zustand des Systems kann mit dem weiteren Startzustand des Systems verglichen werden, der nach der Wiederinbetriebnahme im Anschluss an einen Abtauvorgang erfasst wird. Daraus kann geschlossen werden, ob im Laufe der Zeit eine Blockade des Gasströmungspfad es auftritt, die nicht durch Eisbildung am Kühlaggregat bewirkt wird.

[0024] Das künstliche neuronale Netz kann somit erkennen, ob ein Reinigungszustand erreicht wird, der das Reinigen des Gasströmungspfad es erforderlich macht, beispielsweise eines Filters und/oder des Kühlaggregats. In diesem Fall kann eine entsprechende Reinigung veranlasst werden, indem das künstliche neuronale Netz ein Reinigungssignal erzeugt und beispielsweise über eine Benutzerschnittstelle das erforderliche Reinigen anzeigt.

[0025] Der Reinigungszustand kann beispielsweise dann erkannt werden, wenn der wenigstens eine als Systemistgröße erfasste Betriebsparameter einen Inbetriebnahmeschwellenwert unterschreitet. Der Inbetriebnahmeschwellenwert kann parameterabhängig definiert werden, beispielsweise in Abhängigkeit von wenigstens einem Umgebungsparameter und/oder anwendungsspezifischen Parameter, wie es vorstehend beschrieben wurde.

[0026] Durch das künstliche neuronale Netz besteht auch die Möglichkeit, eine Vielzahl von Einflussgrößen zu berücksichtigen, so dass der Abtauzustand und/oder der Reinigungszustand beispielsweise auch in unterschiedlichen Umgebungen (z. B. Dimension des zu kühlenden Raums) und bei unterschiedlichen Umgebungszuständen (z.B. Temperatur und/oder Druck und/oder Feuchtigkeit der Atmosphäre im Raum) richtig erkannt werden kann. Über das künstliche neuronale Netz der Steuereinrichtung kann eine schnelle Anpassung an die tatsächliche Anwendung und Installationssituation erreicht werden. Die Trainingsdaten können für unterschiedliche Systemauslegungen bereitgestellt werden, so dass eine aufwendige Einstellung des Systems während der Inbetriebnahme entfallen kann. Die Steuereinrichtung mit dem künstlichen neuronalen Netz kann insbesondere aufgrund des wenigstens einen Betriebsparameters und optional durch Erfassung wenigstens eines Umgebungsparameters basierend auf den Trainingsdaten erkennen, wie sich das System verhält und daraus den Abtauzustand und/oder den Reinigungszustand sicher erkennen.

[0027] Der wenigstens eine als Systemistgröße erfasste Betriebsparameter kann die Drehzahl des Axialventilators sein oder die Drehzahl des Axialventilators zusätzlich zu einem oder mehreren weiteren Betriebsparametern aufweisen. Der Zusammenhang, basierend auf dem das Erkennen des Abtauzustandes trainiert wird, kann eine Drehzahl-Blockade-Kennlinie sein, die die Abhängigkeit zwischen der Ventilatordrehzahl und der Blockade des Gasströmungspfad beschreibt. Die Drehzahl-Blockade-Kennlinie kann durch Simulation und/oder durch Messung oder auf einer anderen beliebigen Art ermittelt werden.

[0028] Der wenigstens eine als Systemistgröße erfasste Betriebsparameter kann auch der Motorstrom des Elektromotors des Axialventilators sein oder den Motorstrom zusätzlich zu einem oder mehreren weiteren Betriebsparametern aufweisen. In diesem Fall kann der Zusammenhang, basierend auf dem das Erkennen des Abtauzustandes trainiert wird, eine Motorstrom-Blockade-Kennlinie sein, die eine Abhängigkeit zwischen dem Motorstrom und der Blockade des Gasströmungspfades beschreibt. Die Motorstrom-Blockade-Kennlinie kann durch Simulation und/oder Messung oder auf einer anderen beliebigen Art ermittelt werden.

[0029] Wenn das künstliche neuronale Netz einen Betriebszustand des Systems erkennt, der beispielsweise durch einen Betriebspunkt der Drehzahl-Blockade-Kennlinie und/oder der Motorstrom-Blockade-Kennlinie definiert ist, kann dadurch das Erreichen des Abtauzustandes erkannt werden. Anstelle einer Kennlinie können durch berücksichtigen von weiteren Parametern auch Zusammenhänge und somit Betriebszustände definiert werden, die drei oder mehr Dimensionen aufweisen.

[0030] Anstelle von Kennlinien können auch Kennfelder, Tabellen oder andere Möglichkeiten verwendet werden, um den Zusammenhang zwischen dem wenigstens einen erfassten Betriebsparameter (wenigstens eine Systemistgröße) und der Blockade des Gasströmungspfades zu beschreiben.

[0031] Es ist bevorzugt, wenn das Kühlaggregat Bestandteil eines Kühlkreises ist, in dem ein Kühlmedium strömt. Das Kühlmedium durchströmt dabei auch das Kühlaggregat. Das Kühlaggregat kann ein Wärmeübertrager sein und in einem zu

kühlenden Raum angeordnet sein. Ein außerhalb des zu kühlenden Raums angeordneter weiterer Wärmeübertrager kann ebenfalls Bestandteil des Kühlkreises sind. In dem Kühlkreis können außerdem ein Verdichter, insbesondere eine Pumpe, und/oder eine Drossel zur Druckreduzierung in Strömungsrichtung des Kühlmediums angeordnet werden. Während des Kühlbetriebs des Kühlkreises kann der Wärmeübertrager in dem zu kühlenden Raum einen Verdampfer bilden und der Wärmeübertrager außerhalb des zu kühlenden Raums kann einen Kondensator bilden.

[0032] Eine Kühlungssteuerung für den Kühlkreis kann dazu eingerichtet sein, während des Abtauens die Strömungsrichtung des Kühlmediums umzukehren, so dass der Wärmeübertrager im Kühlraum einen Kondensator bildet und der Wärmeübertrager außerhalb des Kühlraums einen Verdampfer bildet. Das Kühlmedium kann zum Abtauvorgang daher eine ausreichend hohe Temperatur aufweisen, um ein Abtauen des Eises am Kühlaggregat zu bewirken.

[0033] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

[0034] Figur 1 eine schematische, blockschaltbildähnliche Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Systems zur Kühlung eines Raums,

[0035] Figur 2 ein Blockschaltbild des Ausführungsbeispiels des Systems aus Figur 1 aufweisend einen Kühlkreis und einen Axialventilator sowie eine Steuereinrichtung,

[0036] Figur 3 eine schematische Darstellung einer Drehzahl-Blockade-Kennlinie, die den Verlauf einer Drehzahl des Axialventilators aus den Figuren 1 und 2 in Abhängigkeit von einer Blockade des Gasströmungspfadades darstellt,

[0037] Figur 4 eine schematische Darstellung einer Motorstrom-Blockade-Kennlinie, die den Verlauf des Motorstromes eines Elektromotors des Axialventilators in Abhängigkeit von einer Blockade des Gasströmungspfadades zeigt,

[0038] Figur 5 ein Blockschaltdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines künstlichen Neuronalen Netzes der Steuereinrichtung zur Steuerung des Axialventilators,

[0039] Figur 6 ein Blockschaltdiagramm eines Neurons des künstlichen Neuronalen Netzes aus Figur 5,

[0040] Figur 7 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0041] Figur 8 eine schematische Darstellung der Veränderung der Kennlinien gemäß der Figuren 3 und 4 durch eine Verschmutzung eines im Gasströmungspfad angeordneten Bauteils.

[0042] In Figuren 1 und 2 ist jeweils schematisch nach Art eines Blockschaltdiagrammes ein System 10 veranschaulicht. Das System 10 ist dazu eingerichtet, einen Raum 11 zu kühlen. Zu diesem Zweck ist innerhalb des Raums 11 ein Kühlaggregat 12 sowie ein Axialventilator 13 veranschaulicht. Der Axialventilator 13 ist dazu eingerichtet, eine Gasströmung G, insbesondere eine Luftströmung, entlang eines Gasströmungspfadades 14 zu erzeugen. In dem zu kühlenden Raum 11

kann abhängig von der Anwendung anstelle von Luft aber auch eine CO₂-Atmosphäre oder ein anderes Gas vorhanden sein.

[0043] Der Gasströmungspfad 14 erstreckt sich von einem Einlass 15 zu einem Auslass 16 eines Strömungskanals 17. Der Strömungskanal 17 kann beispielweise durch ein Gehäuse des Kühlaggregats 12 und ein Gehäuse des Axialventilators 13 gebildet sein und optional zusätzliche Gasströmungsleit-einrichtungen und/oder Gehäuseteile aufweisen. Die Gasströmung G tritt bei einem Betrieb des Axialventilators 13 am Einlass 15 in den Strömungskanal 17 ein und am Auslass 16 aus dem Strömungskanal 17 aus.

[0044] Der Axialventilator 13 weist einen Elektromotor 18 sowie einen vom Elektromotor 18 antreibbaren Rotor 19 auf, an dem die Ventilatorschaufeln angeordnet sind. Mittels einer Steuereinrichtung 20 des Systems 10 wird der Elektromotor 18 angesteuert. Beim Ausführungsbeispiel gibt die Steuereinrichtung 20 eine Stellgröße S an den Elektromotor 18 aus. Der Elektromotor 18 wird vorzugsweise nicht geregelt, sondern auf Basis der Stellgröße S gesteuert betrieben. Die Stellgröße S ist beim Ausführungsbeispiel die Motorspannung des Elektromotors 18, bei der die Amplitude und/oder die Frequenz eingestellt werden kann. Während des Kühlbetriebs kann die Stellgröße S unverändert bleiben.

[0045] Bei dem Elektromotor 18 kann es sich um einen elektronisch kommutierten, bürstenlosen Elektromotor 18 handeln, der auch als BLDC-Motor oder EC-Motor bezeichnet wird. Der Elektromotor 18 ist bevorzugt permanenterregt.

[0046] Wenigstens ein Betriebsparameter P, der den Be-

trieb des Axialventilators 13 und insbesondere des Elektromotors 18 beschreibt, wird als Systemistgröße erfasst. Der Betriebsparameter P kann beispielsweise über einen Sensor gemessen werden oder auf Basis von weiteren Parametern berechnet und/oder geschätzt werden. Der als Systemistgröße erfasste Betriebsparameter ist verschieden von der Stellgröße S. In Figur 2 ist lediglich beispielhaft veranschaulicht, dass der Betriebsparameter P sensorisch gemessen wird. Bei dem Betriebsparameter P kann es sich beispielsweise um die Drehzahl n des Axialventilators 13 und/oder den Motorstrom I des Elektromotors 18 handeln. Beispielsweise könnte die Drehzahl n mittels eines Drehzahlsensors 21 ermittelt werden.

[0047] Als Drehzahl des Axialventilators kann die Drehzahl des Elektromotors 18 und/oder die Drehzahl des Rotors 19 verwendet werden. Beim Ausführungsbeispiel ist der Rotor 19 getriebeelos drehfest mit dem Rotor des Elektromotors 18 gekoppelt, so dass die Drehzahl des Elektromotors 18 mit der Drehzahl des Rotors 19 übereinstimmt.

[0048] Die Steuereinrichtung 20 weist ein künstliches neuronales Netz 22 auf. Dem künstlichen neuronalen Netz 22 wird der wenigstens eine erfasste Betriebsparameter P (Systemistgröße) als Eingangsgröße übermittelt. Zusätzlich kann dem künstlichen neuronalen Netz 22 auch wenigstens ein weiterer Parameter als Eingangsgröße übermittelt werden, beispielsweise Umgebungsparameter, wie etwa der Druck der Atmosphäre in der Umgebung, beispielsweise dem Raum 11 und/oder die Temperatur im Raum 11 und/oder die Luftfeuchtigkeit der Atmosphäre im Raum 11, usw. Basierend auf der wenigstens einen Eingangsgröße kann das künstliche neuronale Netz 22 den Zustand des Systems 10 und insbesondere den Zustand

des Axialventilators 13 und des Gasströmungspfad 14 ermitteln.

[0049] Es kann außerdem vorteilhaft sein, wenn als Parameter die Temperatur oder mehrere Temperaturen im Raum 11 an einer oder mehreren definierten Stellen im Raum erfasst und als Eingangsgröße verwendet wird bzw. werden. Beispielsweise kann die Temperatur an der Stelle als Eingangsgröße verwendet werden, die am weitesten vom Kühlaggregat 12 entfernt ist. Dadurch ist eine bessere vorausschauende Bewertung möglich (prädiktive Bewertung), die im Voraus ein notwendiges Abtauen und/oder eine notwendige Reinigung anzeigt. Zusätzlich oder alternativ können räumlich abhängige Temperaturentwicklungen berücksichtigt werden.

[0050] Abhängig vom aktuellen Zustand kann das künstliche neuronale Netz wenigstens ein Ausgangssignal erzeugen. Das wenigstens eine Ausgangssignal kann anzeigen, ob Maßnahmen eingeleitet werden müssen, beispielsweise das Abtauen von am Kühlaggregat 12 gebildeten Eis und optional das Reinigen des Gasströmungspfad 14 bei festgestellter Verschmutzung. Wegen der Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzes 22 in der Steuereinrichtung 20 können komplexe Situationen unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Randbedingungen und Parametern bewertet werden. Das künstliche neuronale Netz 22 kann zu diesem Zweck durch Messungen auf Testständen und/oder Simulationen und/oder Berechnungen mit Trainingsdaten programmiert werden, so dass es für die erforderliche Erkennung der Zustände eingerichtet ist.

[0051] Das Kühlaggregat 12 ist beispielsweise Bestand-

teil eines Kühlkreises 25. Der Kühlkreis 25 weist einen geschlossenen Strömungskreis für ein Kühlmedium M auf. Das Kühlmedium strömt zwischen dem Kühlaggregat 12 und einem außerhalb des zu kühlenden Raums 11 angeordneten Wärmeübertrager 26. Zur Kühlung des Raums 11 arbeitet der Wärmeübertrager 26 als Kondensator bzw. Verflüssiger und das durch einen Wärmeübertrager gebildete Kühlaggregat 12 arbeitet als Verdampfer. Um das Kühlmedium M zwischen dem Kühlaggregat 12 und dem Wärmeübertrager 26 zu fördern, weist der Kühlkreis 25 in einem Zweig eine Pumpe bzw. einen Verdichter 27 auf. Außerdem ist zwischen dem Kühlaggregat 12 und dem Wärmeübertrager 26 in einem parallelen Zweig eine Drossel 28 oder ein anderes Bauteil zur Druckreduzierung des strömenden Kühlmediums M vorhanden.

[0052] Der Kühlkreis 25 weist außerdem eine Kühlungssteuerung 29 auf. Die Kühlungssteuerung 29 ist zur Steuerung oder Regelung des Kühlkreises 25 eingerichtet. Die Steuereinrichtung 20 und die Kühlungssteuerung 29 können durch separate Steuergeräte gebildet sein oder jeweils als Softwarefunktion oder Softwaremodul in einem gemeinsamen Steuergerät implementiert sein.

[0053] Die Kühlungssteuerung 29 ist beim Ausführungsbeispiel dazu eingerichtet, eine Umschaltanordnung 30 des Kühlkreises 25 anzusteuern. Die Umschaltanordnung 30 kann mehrere Umschaltventilbaugruppen aufweisen, um die Strömung des Kühlmediums M abhängig vom Betriebszustand des Kühlkreises zu steuern. Die Umschaltanordnung 30 ist dazu eingerichtet, zur Kühlung des Raums 11 eine Strömungsrichtung des Kühlmediums M im Kühlkreis 25 vorzugeben, die vom Wärmeübertrager 26 über die zur Druckreduzierung eingerichtete

Drossel 28 zum Kühlaggregat 12 strömt, durch das Kühlaggregat 12 hindurch, und über den Verdichter 27 zurück zum Wärmeübertrager 26. Bei dieser Strömung des Kühlmediums M kann das Kühlmedium M im Kühlaggregat 12 Wärme aufnehmen und außerhalb des zu kühlenden Raums 11 über den Wärmeübertrager 26 Wärme abgeben.

[0054] Die Kühlungssteuerung 29 kann die Umschaltanordnung 30 in einen weiteren Schaltzustand umschalten, in dem das Kühlmedium M vom Wärmeübertrager 26 über den Verdichter 27 zum Kühlaggregat 12 strömt und von dort über die Drossel 28 zur Druckreduzierung zum Wärmeübertrager 26. In diesem Zustand gibt das Kühlmedium M im Kühlaggregat 12 Wärme ab und nimmt im Wärmeübertrager 26 Wärme auf. Dieser Betriebszustand kann während eines Abtauvorgangs zum Abtauen von Eis am Kühlaggregat 12 genutzt werden.

[0055] Die Darstellung der Umschaltanordnung 30 in Figur 2 ist stark schematisiert. Die in den Figuren 1 und 2 veranschaulichte Strömung des Kühlmediums M entspricht der Strömungsrichtung während des Kühlens des Raums 11.

[0056] Beim Kühlen des Raums 11 gibt die im Raum 11 gekühlte Luft Feuchtigkeit ab, die sich auch an den kalten Stellen des Kühlaggregates 12 niederschlägt. Dadurch kann Eis am Kühlaggregat 12 gebildet werden, das den Gasströmungspfad 14 zumindest teilweise blockiert.

[0057] Die Figuren 3 und 4 zeigen beispielhafte Zusammenhänge zwischen einem Betriebsparameter P, beispielsweise der Drehzahl n und des Motorstroms I, und der Blockade E des Gasströmungspfades 14. Es können zusätzlich oder alternativ auch andere Betriebsparameter P erfasst werden, die

die Drehzahl n oder den Motorstrom I charakterisieren. Anhand dieses wenigstens einen Betriebsparameters P und des bekannten Zusammenhangs mit der Blockade E kann daher auf den Wert bzw. Betrag der Blockade E geschlossen werden. Der wenigstens eine erfasste Betriebsparameter P bildet eine sich von der Stellgröße S unterscheidende Systemistgröße. In den Figuren 3 und 4 ist die Blockade E zwischen 0% und 100% in der Abszisse dargestellt. In den Figuren 3 und 4 sind als Beispiel für eine Systemistgröße die Drehzahl n und der Motorstrom I veranschaulicht (Ordinate).

[0058] Wie es aus den Figuren 3 und 4 hervorgeht, haben beispielsweise die Drehzahl n des Axialventilators 13 und der Motorstrom I des Elektromotors 18 einen charakteristischen Verlauf abhängig von der Blockade E . Ausgehend von einem nicht blockierten Gasströmungspfad der Gasströmung G durch das Kühlaggregat 12 ($E=0\%$) sinkt die Drehzahl n bzw. der Motorstrom I bis zu einem lokalen Minimum ab, das bei einem ersten Blockadewert E_1 erreicht wird. Anschließend steigt die Drehzahl n bzw. der Motorstrom I bis zu einem lokalen Maximum an, das bei einem zweiten Blockadewert E_2 erreicht wird, der größer ist als der erste Blockadewert E_1 . Ausgehend von dem lokalen Maximum sinkt die Drehzahl n bzw. der Motorstrom I mit weiter zunehmender Blockade E sinkt die Drehzahl n bzw. der Motorstrom I mit zunehmender Blockade des Gasströmungspfad 14 wieder ab. Wegen der lokalen Extrempunkte haben die Zusammenhänge zwischen der Drehzahl n bzw. dem Motorstrom I und der Blockade E jeweils einen nicht eindeutigen Bereich b .

[0059] Der Zusammenhang zwischen der Systemistgröße und der Blockade E des Gasströmungspfad 14 ist bekannt, also

beispielsweise eine in Figur 3 dargestellte Drehzahl-Blockade-Kennlinie K1 oder eine in Figur 4 veranschaulichte Motorstrom-Blockade-Kennlinie K2. Anstelle von Kennlinien können auch Kennfelder, Tabellen oder dergleichen in der Steuereinrichtung 20 verwendet werden, die den Zusammenhang zwischen dem wenigstens einen als Systemistgröße erfassten Betriebsparameter P und der Blockade E beschreiben.

[0060] Das künstliche neuronale Netz 22 der Steuereinrichtung 20 ist in der Lage, eine oder mehrere Eingangsgrößen zu empfangen, zumindest den wenigstens einen Betriebsparameter P (Systemistgröße) und optional zusätzlich weitere Parameter, wie z.B. Umgebungsparameter. Aus dieser wenigstens einen Eingangsgröße kann das künstliche neuronale Netz 22 auf den Zustand des Systems 10 und insbesondere des Kühlaggregats 12 und/oder des Gasströmungspfad 14 schließen. Beim Ausführungsbeispiel können zumindest ein Abtauzustand und als weitere Option ein Reinigungszustand erkannt und basierend darauf entsprechende Ausgangssignale des künstlichen neuronalen Netzes 22 ausgegeben werden.

[0061] Der Vorteil des neuronalen Netzes 22 besteht insbesondere auch darin, dass das System 10 adaptiv ist. Es besteht die Option, dass sich das System 10 an baulich veränderte Ausführungsformen oder an andere Systemveränderungen selbstständig anpasst. Zum Beispiel werden das Kühlaggregat 12 und/oder der Wärmeübertrager 26 entsprechend der notwendigen Kühlleistung und der Einbausituation dimensioniert. Dadurch ändert sich die Dichte und/oder die Länge der Kühlbleche an denen die vom Ventilator bewegt Luft vorbeiströmt. Es ist zu erwarten, dass sich dadurch die Kennlinie entsprechend Fig.3 ändert. An die geänderte Kennlinie

kann sich das System 10 durch ein selbstlernendes neuronales Netz 22 anpassen.

[0062] Bei der in Figur 5 schematisch dargestellten Ausführungsform des künstlichen neuronalen Netzes 22 ist stark schematisiert veranschaulicht, dass das künstliche neuronale Netz 22 mehrere Schichten 31, 32, 33 aufweisen kann, wobei jede Schicht 31, 32, 33 wenigstens ein Neuron 34 (Figur 6) aufweist. Das künstliche neuronale Netz 22 kann eine Eingangsschicht 31, wenigstens eine Zwischenschicht 32 und eine Ausgangsschicht 33 aufweisen.

[0063] Wie es in Figur 5 beispielhaft schematisch angedeutet ist, kann es sich beim künstlichen neuronalen Netz 22 auch um ein rekurrentes künstliches neuronales Netz handeln, bei dem ein Ausgangssignal aus einer Schicht an eine vorhergehende Schicht zurück übertragen wird.

[0064] Der Aufbau der Neuronen 34 des künstlichen neuronalen Netzes 22 ist schematisch in Figur 6 dargestellt. Jedes Neuron 34 hat wenigstens einen Neuroneneingang, dem jeweils ein Neuroneneingangswert x_1 bis x_n übermittelt wird. Die Neuroneneingangswerte x_1 bis x_n werden über jeweils einen zugeordneten Gewichtungsfaktor w_1 bis w_n gewichtet und aufsummiert, wodurch sich eine gewichtete Summe x_w ergibt. Diese gewichtete Summe x_w wird einer Aktivierungsfunktion F des Neurons 34 übermittelt. Die Aktivierungsfunktion F hängt auch von einem Schwellenwert Q ab. Beim Ausführungsbeispiel wird als Neuronenausgangswert y der Wert der Aktivierungsfunktion F abhängig von der Differenz der gewichteten Summe x_w minus dem Schwellenwert Q ausgegeben: $y = x_w - Q$. Über diesen Schwellenwert Q kann vorgegeben werden, wann das Neuron 34 feuert.

[0065] Alternativ zu der Berücksichtigung des Schwellenwertes Q in der Aktivierungsfunktion F können auch sogenannte On-Neuronen verwendet werden, bei denen ein Schwellenwert als Neuroneneingangswert x_0 bei der Bildung der gewichteten Summe x_w berücksichtigt wird. Wenn das System 10 über einen oder mehrere Sensoren, Beobachter oder dergleichen verfügt, kann das künstliche neuronale Netz 22 auch während des Betriebs des Systems 10 lernend ausgeführt sein. Es kann aber auch ausreichend sein, wenn das künstliche neuronale Netz 22 während des Betriebs des Systems 10 keinen Lernprozess durchläuft, sondern beispielsweise basierend auf den ursprünglichen Trainingsdaten arbeitet.

[0066] Die Eingangsgrößen und insbesondere der wenigstens eine Parameter P werden der Eingangsschicht 31 übermittelt. Der wenigstens eine Parameter P kann optional auch durch ein Verzögerungsglied 35 verzögert werden, so dass zu einem aktuellen Zeitpunkt t sowohl der aktuelle Wert $P(t)$ des Betriebsparameters P als auch ein vorangegangener Wert $P(t-\Delta t)$ des wenigstens einen Betriebsparameters bekannt ist. Dadurch lässt sich erkennen, ob der wenigstens eine Betriebsparameter P innerhalb des Verzögerungszeitraums Δt gleich bleibt, zunimmt oder abnimmt.

[0067] Durch das Trainieren des künstlichen neuronalen Netzes 22 werden Verbindungen zwischen den Neuronen 34 der Schichten 31, 32, 33 definiert und die Gewichtungsfaktoren w_1 bis w_n sowie der Schwellenwert Q jedes Neurons 34 definiert. Das künstliche neuronale Netz 22 ist dazu eingerichtet, einen Abtauzustand zu erkennen und basierend auf dieser Erkennung ein Abtausignal A zu erzeugen. Der Abtauzu-

stand kann beispielsweise das Erreichen eines Betriebspunktes sein, der durch die Drehzahl-Blockade-Kennlinie K1 oder die Motorstrom-Blockade-Kennlinie K2 definiert ist. Beispielsgemäß kann das künstliche neuronale Netz 22 auch dazu eingerichtet sein, einen Reinigungszustand zu erkennen und basierend darauf ein Reinigungssignal R zu erzeugen.

[0068] Abhängig von der konkreten Anwendung kann durch die sinkende Drehzahl n des Axialventilators 13 eine Reichweite d der aus dem Auslass 16 des Gasströmungspfades 14 ausströmenden gekühlten Gasströmung G nicht ausreichen. Diese Reichweite d wird auch als Wurfweite bezeichnet. In dem Raum 11 befinden sich zu kühlende gelagerte Gegenstände 33, beispielsweise Lebensmittel. Wenn die Reichweite d nicht mehr ausreicht, kann es sein, dass die gekühlte Gasströmung G nicht mehr alle zu kühlenden Gegenstände 33 erreicht und die Kühlwirkung somit unzureichend ist. Um dies zu vermeiden, muss das Kühlaggregat 12 regelmäßig abgetaut werden, um eine Blockade E durch Vereisen zu vermeiden, die eine unzureichende Kühlungswirkung zur Folge hätte.

[0069] Wie es bereits erläutert wurde, haben die Kennlinien K1, K2 einen nicht eindeutigen Bereich b . Deshalb kann der korrekte Betriebspunkt beispielsweise durch eine einzige Schwellenwertabfrage nur dann ermittelt werden, wenn bekannt ist, auf welchem Ast der Kennlinie K1, K2 der aktuelle Betrieb stattfindet:

- bei Blockadewerten bis maximal zum ersten Blockadewert E_1 oder
- bei Blockadewerten vom ersten Blockadewert E_1 bis zum zweiten Blockadewert E_2 oder
- bei Blockadewerten, die größer sind als der zweite

Blockadewert E_2 .

Durch die Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs oder der zeitlichen Änderung des wenigstens einen Betriebsparameters (z.B. der Drehzahl n und/oder des Motorstroms I) kann der aktuelle Betriebspunkt bestimmt und es kann erkannt werden, ob ein Abtauzustand erreicht ist, der durch einen vorgegebenen Betriebspunkt der betreffenden Kennlinie K_1 oder K_2 definiert ist. Wird dieser Betriebspunkt erreicht, kann das künstliche neuronale Netz 22 erkennen, dass der Abtauzustand erreicht ist und das Abtausignal A erzeugen.

[0070] Das Abtausignal A wird beispielsweise an die Kühlungssteuerung 29 übermittelt, die dann den Strömungsrichtung des Kühlmediums M umschaltet, um das Kühlaggregat 12 abzutauen und vom gebildeten Eis zu befreien. Der Abtauzustand kann durch das künstliche neuronale Netz 22 identifiziert werden, das den vorbekannten Zusammenhang zwischen dem wenigstens einen Betriebsparameter P und der Blockade E wiedergibt. Das Abtauen erfolgt somit genau dann, wenn es erforderlich ist. Ein zeitlich regelmäßiges Abtauen ist nicht erforderlich. Unnötige Abtauvorgänge werden vermieden. Dadurch ist eine hohe Energieeffizienz erreicht.

[0071] Während des Abtauvorgangs kann der Axialventilator 13 zumindest zeitweise stillgesetzt werden. Die Steuereinrichtung 20 kann das Stillsetzen des Axialventilators 13 über die Stellgröße S gleichzeitig oder unmittelbar nach dem Erzeugen des Abtausignals A veranlassen oder alternativ das Stillsetzen des Axialventilators 13 zeitverzögert ab dem Erzeugen des Abtausignals A veranlassen. Wenn der Abtauvorgang begonnen hat, befindet sich noch ausreichend Eis am Kühlaggregat 12. Durch das Kühlaggregat 12 strömendes

Gas (beispielsgemäß Luft) wird daher durch das Vorbeiströmen am Eis gekühlt. Dieser Effekt kann während einer ersten Abtauphase genutzt werden, um weiterhin Gas im zu kühlenden Raum 11 zu kühlen. Die Zeitdauer für ein fortgesetztes drehendes Antreiben des Axialventilators 13 nach dem Erzeugen des Abtausignals A kann vorgegeben werden oder es kann eine andere Ausschaltbedingung für das Ausschalten des Axialventilators 13 während des Abtauvorgangs definiert werden, beispielsweise wenn der wenigstens eine Betriebsparameter einen Betriebspunkt erreicht hat.

[0072] Zumindest während der letzten Phase des Abtauvorgangs wird der Axialventilator 13 mittels der Steuereinrichtung 20 stillgesetzt. Erst wenn der Abtauvorgang abgeschlossen wurde, kann die Steuereinrichtung 20 den Axialventilator 13 wieder in Betrieb nehmen. Das Ende des Abtauvorgangs kann durch eine vorgegebene Abtaudauer in der Steuereinrichtung 20 bekannt sein. Der Axialventilator 13 kann in diesem Fall wieder in Betrieb genommen werden, sobald ab dem Erzeugen des Abtausignals A die Abtaudauer abgelaufen ist. Alternativ dazu kann die Kühlungssteuerung 29 ein Signal an die Steuereinrichtung 20 übermitteln, das angibt, dass der Abtauvorgang beendet ist und der Kühlkreis 25 wieder den zur Kühlung des Raums 11 erforderlichen Betriebszustand (Strömungsrichtung des Kühlmediums M) eingenommen hat.

[0073] Beispielsgemäß wird außerdem unmittelbar nach der ersten Inbetriebnahme und unmittelbar nach der Wiederinbetriebnahme im Anschluss an einen Abtauvorgang der Startwert des wenigstens einen Betriebsparameters P, beispielsweise der Drehzahl n bzw. des Motorstroms I abgespeichert. Dieser Startwert beschreibt einen Gasströmungspfad 14, der nicht

durch Eis am Kühlaggregat 12 blockiert ist. Eine Blockade des Gasströmungspfad 14 zwischen dem Einlass 15 und dem Auslass 16 kann zusätzlich zur Vereisung auch durch eine Verschmutzung stattfinden. Die fortschreitende Beladung mit Schmutzpartikeln schreitet zeitlich gesehen wesentlich langsamer voran als das Auftreten von Eis am Kühlaggregat 12. Dies hat jedoch zur Folge, dass der ursprüngliche Startwert für den wenigstens einen Betriebsparameter, den er bei einem unverschmutzten Gasströmungspfad hat, mit zunehmender Verschmutzung nach einem Abtauvorgang nicht mehr erreicht wird. Der Verlauf der Startwerte ist daher ein Maß für die Blockade des Gasströmungspfad 14 durch auftretende Verschmutzung. Es kann somit auch ein Zustand des Systems 10 erkannt werden, der eine Reinigung des Gasströmungspfad 14 erfordert und als Reinigungszustand bezeichnet werden kann. Die Reinigungszustand kann beispielsweise erkannt werden, wenn der Startwert des wenigstens einen Betriebsparameters P nach einem Abtauvorgang bei Wiederinbetriebnahme einen Inbetriebnahmeschwellenwert für den wenigstens einen Betriebsparameter unterschreitet, beispielsweise eines Inbetriebnahmeschwellenwertes $n_{\min}$ für die Drehzahl n und/oder eines Inbetriebnahmeschwellenwertes $I_{\min}$ für den Motorstrom I .

[0074] Die Funktionsweise des Systems 10 wird beispielhaft unter Verweis auf die Figuren 7 und 8 nachfolgend erläutert.

[0075] Vor oder während der Inbetriebnahme des Systems wird das künstliche Neuronale Netz 22 in einem ersten Schritt 40 trainiert. Wenn das künstliche Neuronale Netz 22 trainiert und damit einsatzbereit ist, kann der Axialventilator 13 eingeschaltet und der Kühlkreis 25 zur Kühlung des

Raums 11 betrieben werden (zweiter Schritt 41). Das Kühlmedium M strömt durch das Kühlaggregat 12 und nimmt dabei Wärme auf, die es außerhalb des zu kühlenden Raums 11 über den Wärmeübertrager 26 wieder abgibt. Mittels des rotierenden Axialventilators 13 wird eine Gasströmung G durch das Kühlaggregat 12 hindurch in dem zu kühlenden Raum 11 erzeugt. Das durch das Kühlaggregat 12 strömende Gas gibt beim Durchströmen des Kühlaggregats 12 Wärme an das Kühlmedium M ab.

[0076] In dem zweiten Schritt 41 wird außerdem veranlasst, dass wenigstens ein Betriebsparameter P und beispielsweise die Drehzahl n und/oder der Motorstrom I kontinuierlich oder zeitdiskret in einem vorgegebenen Intervall erfasst werden. Unmittelbar nach der ersten Inbetriebnahme wird der Startwert für den erfassten Betriebsparameter P abgespeichert, beispielsweise der Startwert n_0 bzw. n_1 für die Drehzahl n oder der Startwert I_0 bzw. I_1 für den Motorstrom I (Figur 8). Der wenigstens eine Startwert n_0 bzw. n_1 , I_0 bzw. I_1 wird im dritten Schritt 42 gespeichert.

[0077] Im Anschluss daran wird in einem vierten Schritt 43 geprüft, ob der Reinigungszustand erkannt wurde. Dazu wird dazu der Startwert des wenigstens einen Betriebsparameters P mit einem Inbetriebnahmeschwellenwert verglichen. Beim Ausführungsbeispiel kann der Startwert n_0 bzw. n_1 für die Drehzahl n und/oder der Startwert I_0 bzw. I_1 für Motorstrom I mit dem jeweils zugeordneten Inbetriebnahmeschwellenwert $n_{\min}$, $I_{\min}$ verglichen werden. Wird der Inbetriebnahmeschwellenwert unterschritten, ist der Reinigungszustand erreicht (Verzweigung OK aus dem vierten Schritt 43) und das Verfahren wird im fünften Schritt 44 fortgesetzt. In

diesem fünften Schritt 44 wird eine Reinigung des Gasströmungspfad 14 angefordert, beispielsweise indem das Reinigungssignal R an eine Benutzerschnittstelle übermittelt wird und dort eine Anzeige der Reinigungsanforderung veranlasst.

[0078] Nach dem fünften Schritt 44 wird das Verfahren in einem sechsten Schritt 45 fortgesetzt. Das Verfahren wird auch im sechsten Schritt 45 fortgesetzt, wenn der Reinigungszustand nicht erkannt wurde (Verzweigung NOK aus dem vierten Schritt 43).

[0079] In dem sechsten Schritt 45 wird geprüft, ob der Abtauzustand vorliegt. Solange dies nicht der Fall ist, wird das System 10 weiter betrieben und das Erreichen des Abtauzustandes wird zyklisch geprüft (Verzweigung NOK aus dem sechsten Schritt 45). Sobald die Abtauzustand erkannt wurde (Verzweigung OK aus dem sechsten Schritt 45), wird das Verfahren im siebten Schritt 46 fortgesetzt.

[0080] Beim Ausführungsbeispiel wurde der Abtauzustand zu einem ersten Zeitpunkt t_1 erkannt (Figur 8). Zu diesem ersten Zeitpunkt t_1 hat die Blockade E bei dem hier beschriebenen Beispiel einen Wert erreicht, der größer ist als der zweite Wert E_2 der Blockade E, wie es in Figur 8 lediglich beispielhaft veranschaulicht ist. Es versteht sich, dass der Betriebspunkt, dessen Erreichen dem Abtauzustand entspricht, auch an einer beliebigen anderen Stelle der Kennlinie K1, K2 definiert werden kann.

[0081] Sobald der Abtauzustand erkannt wurde, wird im siebten Schritt 46 das Abtausignal A erzeugt. Beim Ausfüh-

rungsbeispiel wird das Abtausignal A an die Kühlungssteuerung 29 übermittelt. Die Kühlungssteuerung 29 startet in einem achten Schritt 47 nach dem Empfang des Abtausignals A den Abtauvorgang. Während des Abtauvorgangs wird der Axialventilator 13 zumindest zeitweise stillgesetzt, wie es vorstehend bereits erläutert wurde.

[0082] In einem neunten Schritt 48 wird überprüft, ob der Abtauvorgang beendet wurde. Trifft dies zu, wird das Verfahren wieder im zweiten Schritt 41 fortgesetzt (Verzweigung OK aus dem neunten Schritt 48). Solange der Abtauvorgang durch die Kühlungssteuerung 29 noch nicht beendet wurde, wird zyklisch geprüft, ob der Abtauvorgang beendet ist (Verzweigung NOK aus dem neunten Schritt 48).

[0083] Der Abtauvorgang kann beispielsweise eine vorgegebene Zeitdauer haben. Nach Ablauf dieser Zeitdauer schaltet die Kühlungssteuerung 29 den Kühlkreis 25 wieder in den Kühlbetrieb um und der Abtauvorgang ist beendet. Das Ende des Abtauvorgangs kann von der Kühlungssteuerung 29 an die Steuereinrichtung 20 übermittelt werden oder der Steuereinrichtung 20 kann die Dauer des Abtauvorgangs bekannt sein, so dass die Steuereinrichtung 20 durch Zeitüberwachung das Ende des Abtauvorgangs feststellen kann.

[0084] Bei dem in Figur 8 veranschaulichten Ausführungsbeispiel endet der Abtauvorgang zu einem zweiten Zeitpunkt t_2 und das Verfahren setzt den Betrieb des Systems 10 wieder im zweiten Schritt 41 fort. Im darauffolgenden dritten Schritt 42 nach dem Ende des Abtauvorgangs wird ein weiterer Startwert für den wenigstens einen Betriebsparameter P erfasst, beispielsweise ein weiterer Startwert n_1 für die

Drehzahl n und/oder ein weiterer Startwert I_1 für den Motorstrom I . Wie es beispielhaft schematisch veranschaulicht ist, ist der weitere Startwert n_1 , I_1 kleiner als der jeweils entsprechende erste Startwert n_0 , I_0 . Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit zunehmender Gesamtbetriebsdauer nicht nur eine Eisbildung am Kühlaggregat 12 den Gasströmungspfad 14 blockieren kann, sondern auch eine zunehmende Verschmutzung. Der Startwert des wenigstens einen Betriebsparameters P ist ein Maß für diese Verschmutzung, da zu diesem Zeitpunkt noch keine Eisbildung am Kühlaggregat 12 erfolgt ist. Daher können die nach jedem Abtauvorgang erfassten Startwerte als Kennzeichnung für die Verschmutzung dienen und basierend darauf einen Reinigungszustand zu erkennen, beispielsweise der Vergleich mit einem jeweiligen Inbetriebnahmeschwellenwert $n_{\min}$, $I_{\min}$.

[0085] Der Inbetriebnahmeschwellenwert kann beispielsweise abhängig vom ersten Startwert des Betriebsparameters P (z.B. n_0 , I_0) der allerersten Inbetriebnahme bzw. der Inbetriebnahme nach einer Reinigung des Gasströmungspfades 14 definiert werden. Er kann beispielsweise einem vorgegebenen prozentualen Anteil vom ersten Startwert des Betriebsparameters P (z.B. n_0 , I_0) entsprechen.

[0086] Die Erfindung betrifft ein System zur Kühlung eines Raums 11 sowie ein Verfahren zum Betreiben dieses Systems 10. Das System 10 weist in dem zu kühlenden Raum 11 ein Kühlaggregat 12 und einen Axialventilator 13 auf. Der Axialventilator 13 ist dazu eingerichtet, eine Gasströmung G , insbesondere Luftströmung, durch das Kühlaggregat 12 hindurch zu erzeugen, wodurch Wärme von der Gasströmung an ein durch das Kühlaggregat 12 strömendes Kühlmedium M über-

tragen wird. Ein Zusammenhang zwischen wenigstens einem Betriebsparameter P und einer Blockade E in einem Gasströmungspfad 14 kann ermittelt werden, beispielsweise durch Simulation oder empirisch. Ein künstliches neuronales Netz 22 einer Steuereinrichtung 20 des Systems 10 wird trainiert, um den Zusammenhang zu charakterisieren. Im künstlichen Neuronalen Netz 22 wird basierend auf dem aktuellen Wert des wenigstens einen Betriebsparameters P geprüft, ob ein Abtauzustand erreicht ist. Trifft dies zu, wird ein Abtausignal A erzeugt. Das Abtausignal A kann ein automatisches Abtauen auslösen oder eine Bedienperson über eine Benutzerschnittstelle anzeigen, dass ein Abtauen erforderlich ist.

Bezugszeichenliste:

10	System
11	Raum
12	Kühlaggregat
13	Axialventilator
14	Gasströmungspfad
15	Einlass
16	Auslass
17	Strömungskanal
18	Elektromotor
19	Rotor
20	Steuereinrichtung
21	Drehzahlsensor
22	künstliches Neuronales Netz
25	Kühlkreis
26	Wärmeübertrager
27	Verdichter
28	Drossel
29	Kühlungssteuerung
30	Umschaltanordnung
31	Eingangsschicht
32	Zwischenschicht
33	Ausgangsschicht
34	Neuron
35	Verzögerungsglied
36	Gegenstand
40	erster Schritt
41	zweiter Schritt
42	dritter Schritt

43	vierter Schritt
44	fünfter Schritt
45	sechster Schritt
46	siebter Schritt
47	achter Schritt
48	neunter Schritt
A	Abtausignal
b	nicht eindeutiger Bereich
d	Reichweite
E	Blockade
E ₁	erster Blockadewert
E ₂	zweiter Blockadewert
G	Gasströmung
I	Motorstrom
I ₀	Startwert des Motorstroms
I ₁	weiterer Startwert des Motorstroms
I _{min}	Inbetriebnahmeschwellenwert des Motorstroms
K1	Drehzahl-Blockade-Kennlinie
K2	Motorstrom-Blockade-Kennlinie
M	Kühlmedium
n	Drehzahl
n ₀	Startwert der Drehzahl
n ₁	weiterer Startwert der Drehzahl
n _{min}	Inbetriebnahmeschwellenwert der Drehzahl
P	Betriebsparameter
Q	Schwellenwert
R	Reinigungssignal
S	Stellgröße
t ₀	Startzeitpunkt
t ₁	erster Zeitpunkt
t ₂	zweiter Zeitpunkt

t_3	dritter Zeitpunkt
x_1-x_n	Neuroneneingangswert
x_w	gewichtete Summe
y	Neuronenausgangswert

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben eines Systems (10) aufweisend einen Axialventilator (13), der zur Erzeugung einer Gasströmung (G) entlang eines Gasströmungspfad (14) eingerichtet ist, ein stromabwärts oder stromaufwärts des Axialventilators (13) im Gasströmungspfad (14) angeordnetes Kühlaggregat (12), und eine Steuereinrichtung (20) für den Axialventilator (13), die ein künstliches Neuronales Netz (22) aufweist, wobei das Verfahren umfasst:
 - Starten des Axialventilators (13),
 - kontinuierliches oder zeitdiskretes Ermitteln wenigstens eines Betriebsparameters (n, I) des Axialventilators (13) mittels der Steuereinrichtung (20),
 - Prüfen mittels des künstlichen Neuronalen Netzes (22) der Steuereinrichtung (20), ob ein Abtauzustand des Kühlaggregats (12) erreicht ist, basierend auf dem wenigstens einen Betriebsparameter (n, I) und einem durch das künstliche neuronale Netz (22) berücksichtigten Zusammenhang (K1, K2) zwischen dem wenigstens einen Betriebsparameter (n, I) und einer Blockade (E) des Gasströmungspfad (14),
 - Erzeugen eines Abtausignals (A) mittels des künstlichen Neuronalen Netzes (22) der Steuereinrichtung (20), wenn der Abtauzustand erkannt wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Abtausignal (A) einer Kühlungssteuerung (29) übermittelt wird, die dazu

eingerichtet ist, einen Abtauvorgang auszulösen, wenn das Abtausignal (A) empfangen wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Steuereinrichtung (20) dazu eingerichtet ist, den Axialventilator (13) stillzusetzen, nachdem das Abtausignal (A) erzeugt wurde.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Steuereinrichtung (20) dazu eingerichtet ist, den Axialventilator (13) erst nach dem Ende des Abtauvorgangs wieder in Betrieb zu nehmen.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das künstliche Neuronale Netz (22) der Steuereinrichtung (20) dazu eingerichtet ist, nach der Wiederinbetriebnahme des Axialventilators (13) zu prüfen, ob ein Reinigungszustand des Gasströmungspfades (14) erreicht ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Reinigungszustand erkannt wird, wenn der wenigstens eine Betriebsparameter (P) einen Inbetriebnahmeschwellenwert ($n_{\min}$, $I_{\min}$) unterschreitet.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Inbetriebnahmeschwellenwert ($n_{\min}$, $I_{\min}$) basierend auf dem bei der ersten Inbetriebnahme ermittelten wenigstens einen Betriebsparameter (n_{s0} , I_{s0}) ermittelt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Betriebsparameter (P) die Drehzahl (n) des Axialventilators (13) aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei Abtauzustand erkannt wird, wenn die Ventilatorordrehzahl (n) einen Betriebspunkt in einer Drehzahl-Blockade-Kennlinie (K1) erreicht hat, die den Zusammenhang zwischen der Ventilatorordrehzahl (n) und der Blockade (E) des Gasströmungspfadades beschreibt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Betriebsparameter (P) einen Motorstrom (I) eines Elektromotors (18) des Axialventilators (13) aufweist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Abtauzustand erkannt wird, wenn der Motorstrom (I) einen Betriebspunkt in einer Motorstrom-Blockade-Kennlinie (K2) erreicht hat, die den Zusammenhang zwischen dem Motorstrom (I) und der Blockade (E) des Gasströmungspfadades beschreibt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kühlaggregat (12) Bestandteil eines Kühlkreises (25) ist und von einem Kühlmedium (M) durchströmbar ist, und wobei das Kühlmedium (M) während des Abtauvorgangs eine Temperatur aufweist, die ein Abtauen des Eises am Kühlaggregat (12) bewirkt.
13. System (10) aufweisend:

einen Axialventilator (13), der zur Erzeugung einer Gasströmung (G) entlang eines Gasströmungspfadades (14) eingerichtet ist,

ein stromabwärts oder stromaufwärts des Axialventila-

tors (13) im Gasströmungspfad (14) angeordnetes Kühlaggregat (12),

und eine Steuereinrichtung (20) aufweisend ein künstliches Neuronales Netz (22), wobei die Steuereinrichtung (20) dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

14. System nach Anspruch 13, wobei das Kühlaggregat (12) und der Axialventilator (13) in einem zu kühlenden Raum (11) angeordnet sind, und wobei das Kühlaggregat (12) Bestandteil eines von einem Kühlmedium (M) durchströmten Kühlkreises (25) ist, der einen außerhalb des zu kühlenden Raums (11) angeordneten Wärmeübertrager (26) aufweist.
15. System nach Anspruch 14, wobei der Kühlkreis (25) eine Kühlungssteuerung (29) aufweist, die zur Steuerung des Kühlkreises (25) eingerichtet ist.

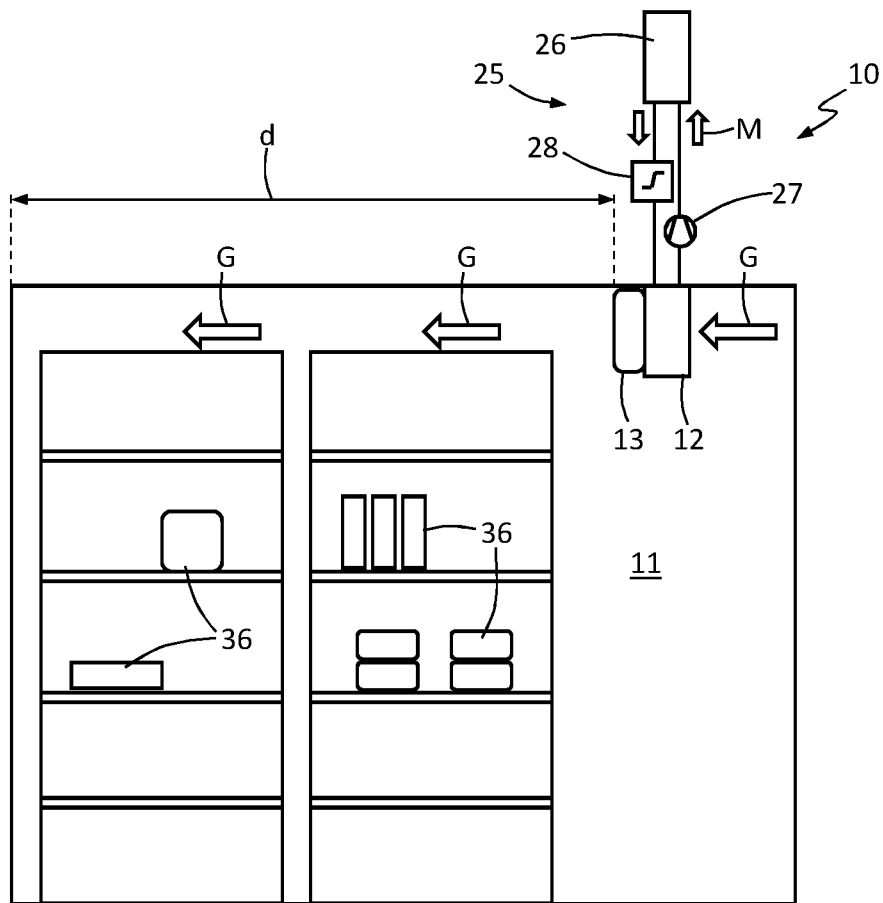


Fig. 1

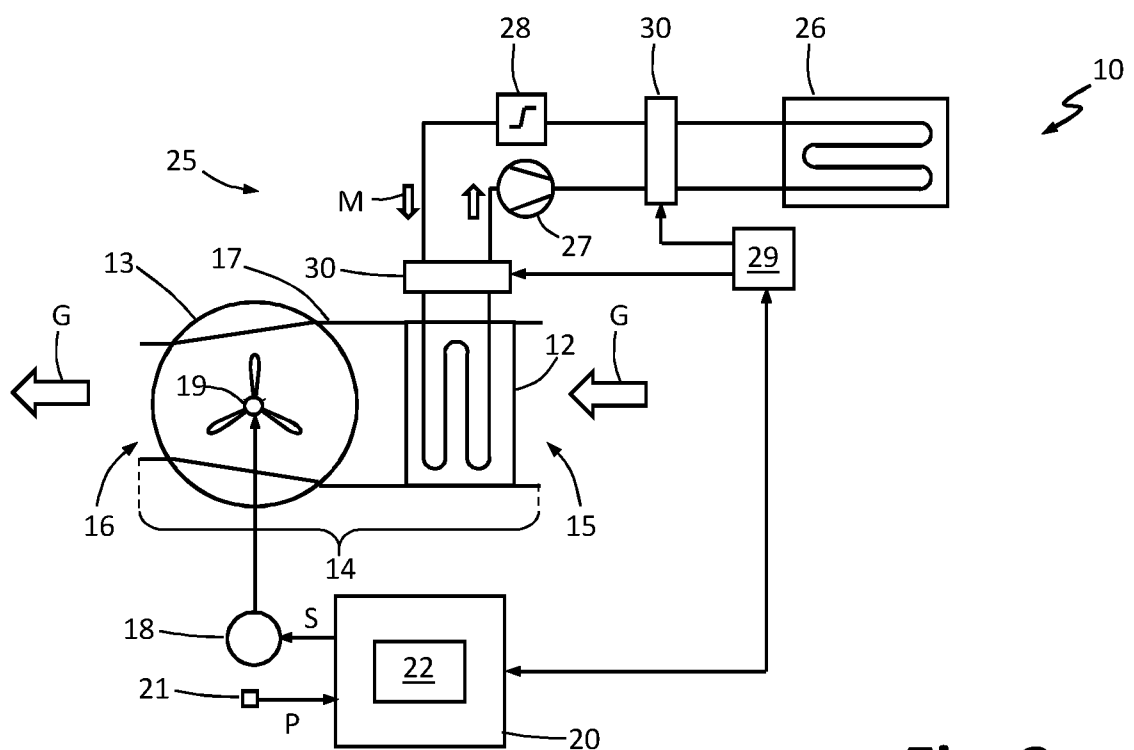


Fig. 2

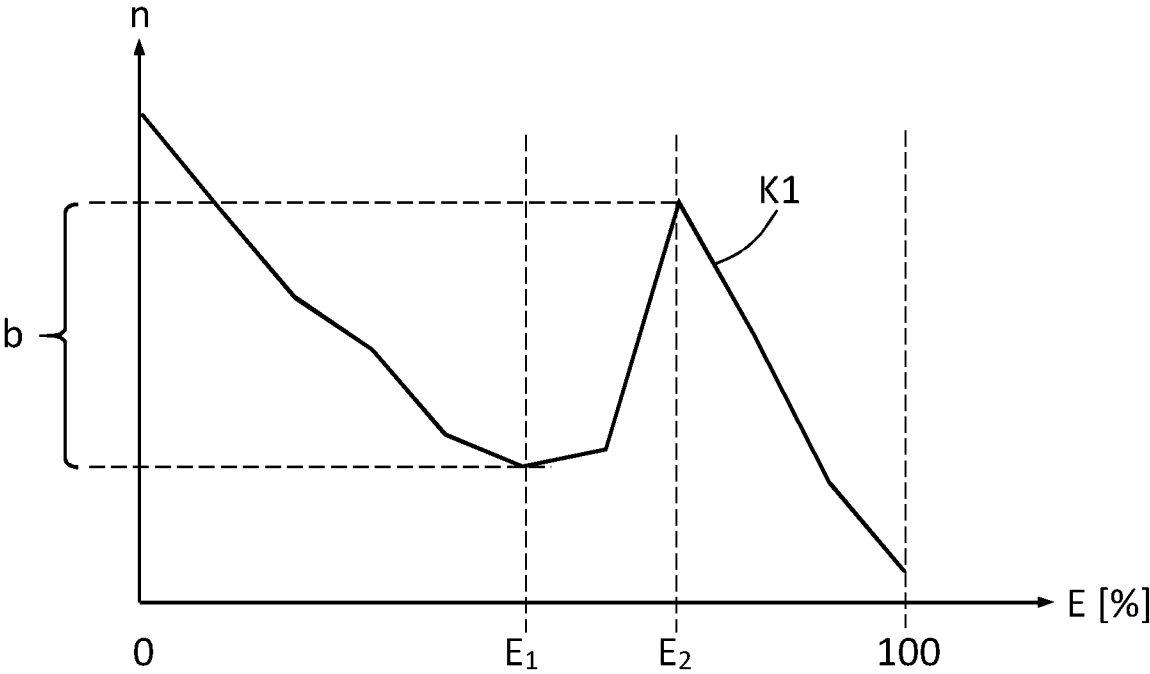


Fig. 3

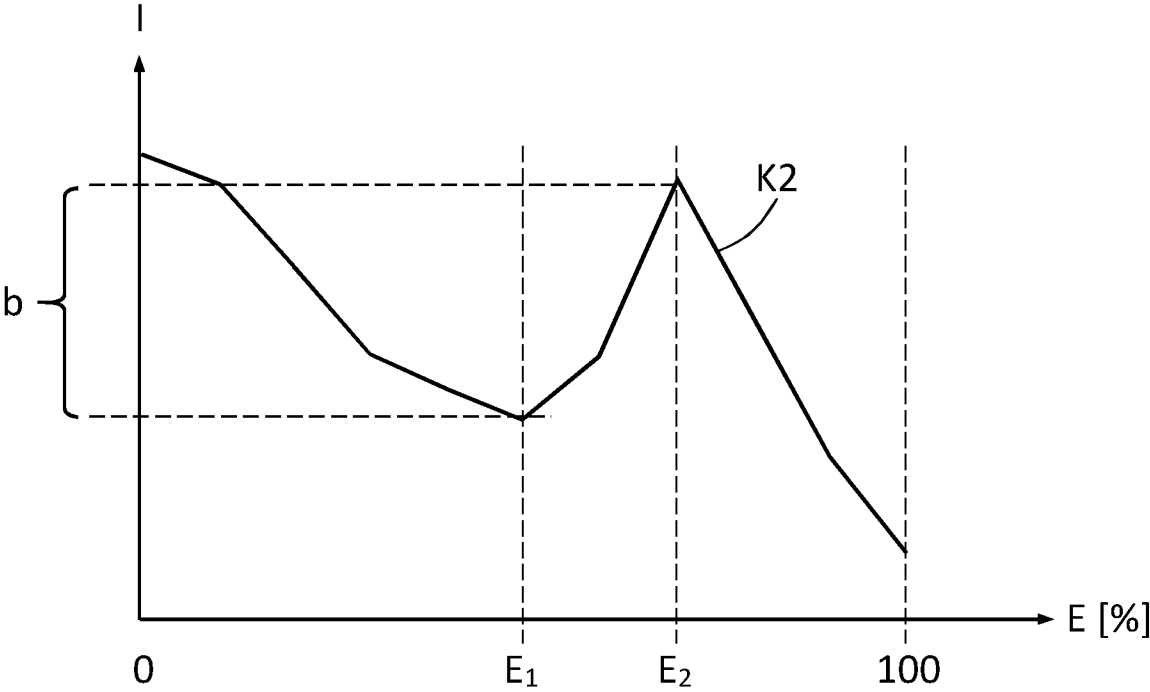
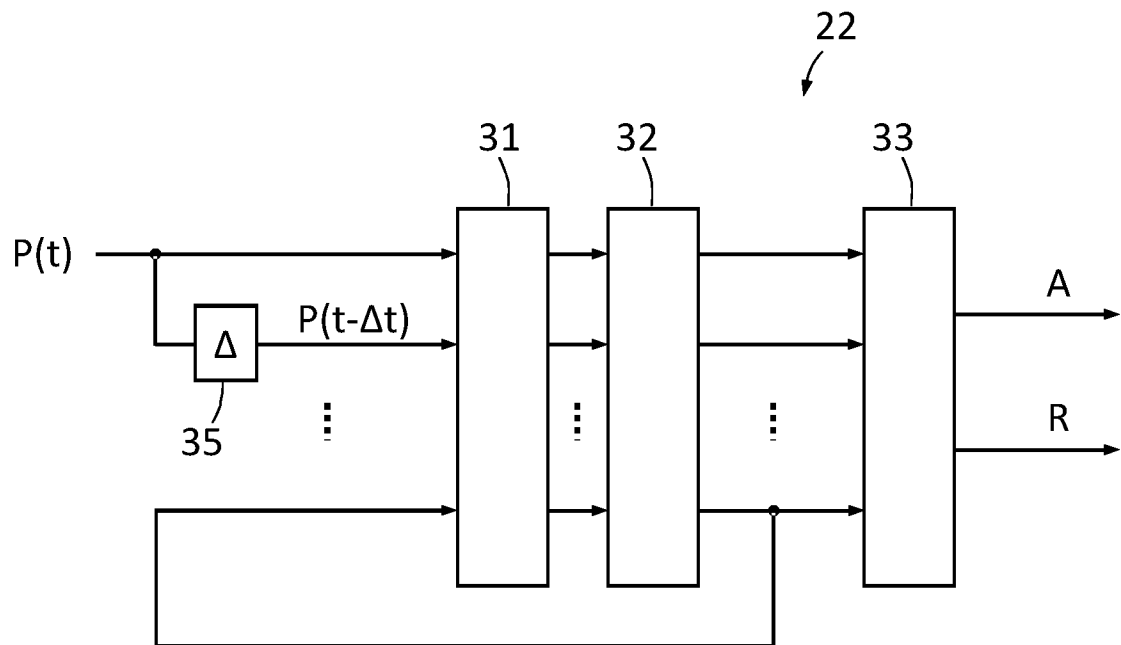
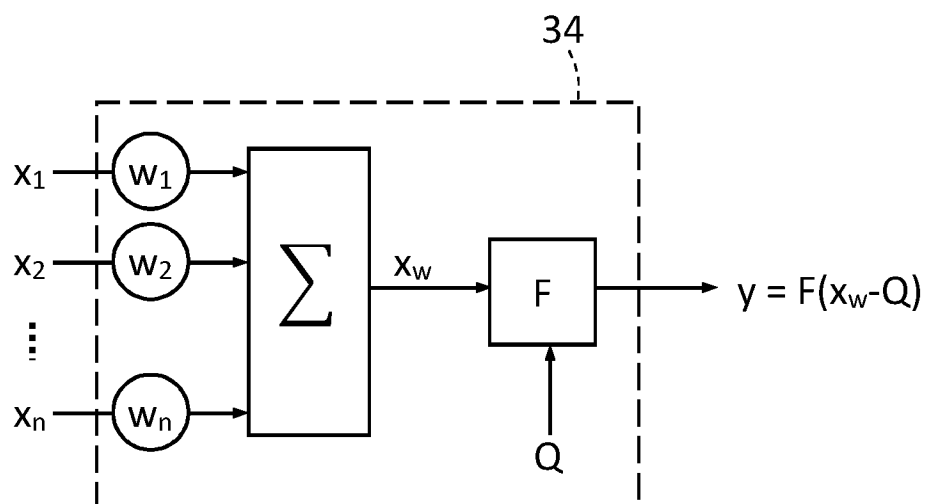
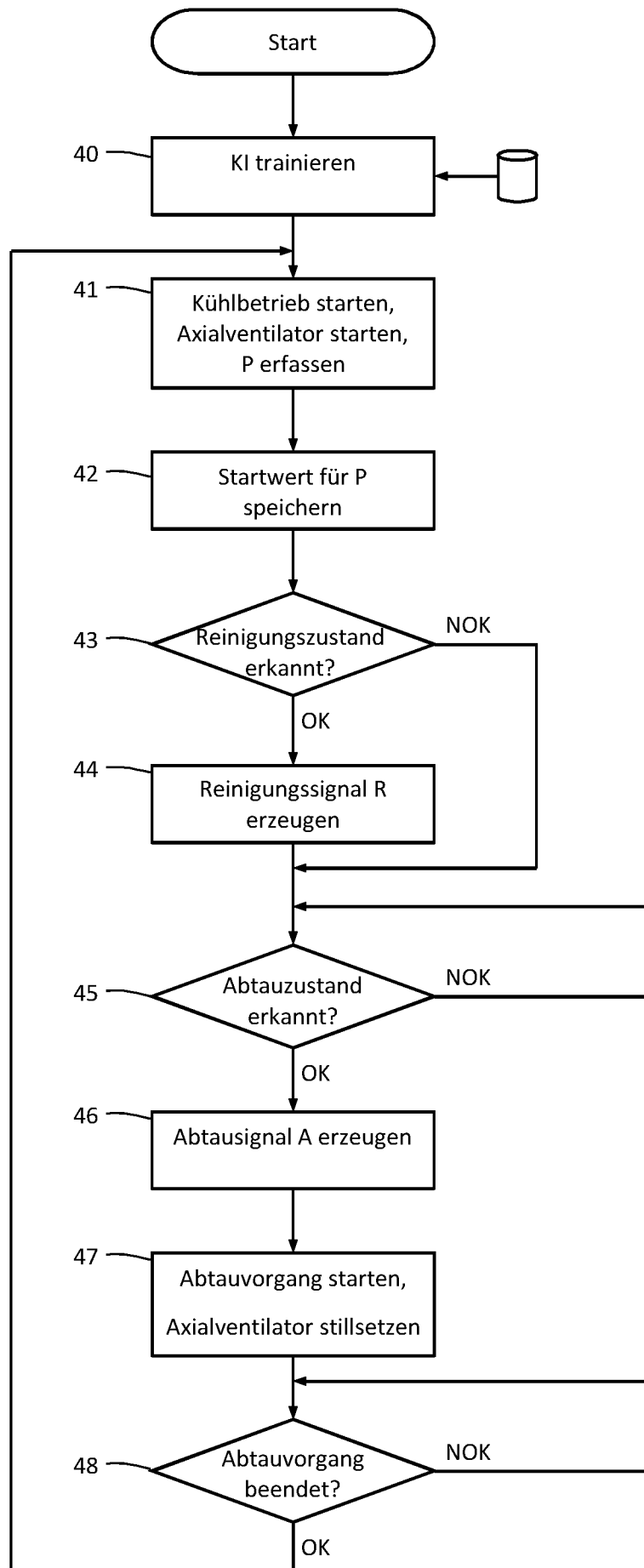


Fig. 4

**Fig. 5****Fig. 6**

**Fig. 7**

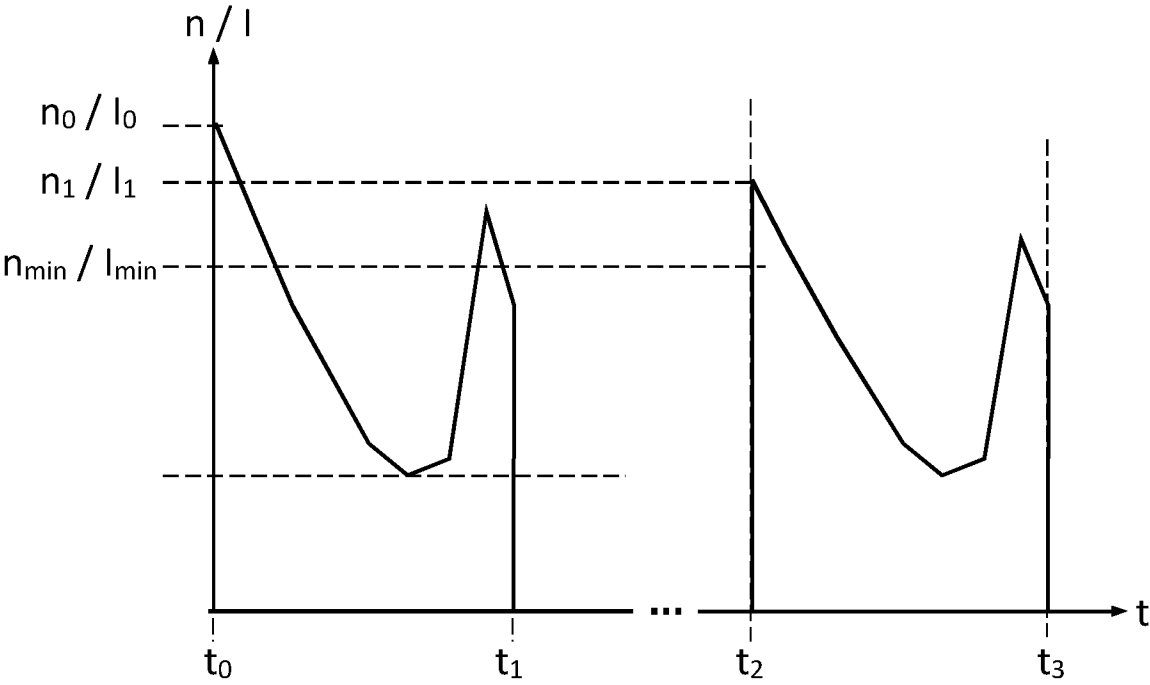


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/062816

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F25D 21/02**(2006.01)i; **F04D 27/00**(2006.01)i; **F24F 11/62**(2018.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110850717 A (UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY) 28 February 2020 (2020-02-28) abstract; figures 1, 2	1-15
X	DE 102009052409 B4 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 15 March 2018 (2018-03-15) abstract; figure	1-15
X	DE 102018212127 A1 (BSH HAUSGERAETE GMBH [DE]) 23 January 2020 (2020-01-23) abstract; figures 1-5	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 August 2022

Date of mailing of the international search report

06 September 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Yousufi, Stefanie

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/062816

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110850717	A	28 February 2020	NONE	
DE	102009052409	B4	15 March 2018	DE 102009052409 A1	12 May 2011
				EP 2322885 A2	18 May 2011
DE	102018212127	A1	23 January 2020	CN 110736300 A	31 January 2020
				DE 102018212127 A1	23 January 2020
				EP 3599436 A1	29 January 2020
				US 2020025432 A1	23 January 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F25D21/02 F04D27/00 F24F11/62 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F25D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 110 850 717 A (UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY) 28. Februar 2020 (2020-02-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 -----	1-15
X	DE 10 2009 052409 B4 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 15. März 2018 (2018-03-15) Zusammenfassung; Abbildung -----	1-15
X	DE 10 2018 212127 A1 (BSH HAUSGERAETE GMBH [DE]) 23. Januar 2020 (2020-01-23) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 -----	1-15
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. August 2022		06/09/2022
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Yousufi, Stefanie

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/062816

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 110850717 A	28-02-2020	KEINE	
DE 102009052409 B4	15-03-2018	DE 102009052409 A1	12-05-2011
		EP 2322885 A2	18-05-2011
DE 102018212127 A1	23-01-2020	CN 110736300 A	31-01-2020
		DE 102018212127 A1	23-01-2020
		EP 3599436 A1	29-01-2020
		US 2020025432 A1	23-01-2020