



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.01.2023 Patentblatt 2023/02

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24H 15/219^(2022.01) F24H 15/258^(2022.01)
F24H 15/269^(2022.01)

(21) Anmeldenummer: **22174806.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24H 15/219; F24H 15/258; F24H 15/269

(22) Anmeldetag: **23.05.2022**

(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

- **Vollmari, Kevin**
60320 Frankfurt (DE)
- **Ghebru, Daniel**
60528 Frankfurt am Main (DE)
- **Schulz, Hans-Jürgen**
61381 Friedrichsdorf (DE)
- **Kähler, Arne**
61350 Bad Homburg (DE)

(30) Priorität: **07.07.2021 DE 102021117487**

(74) Vertreter: **Keil & Schaafhausen Patentanwälte PartGmbB**
Friedrichstraße 2-6
60323 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder:
• **Schuck, Alfons**
60320 Frankfurt (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERMITTELN EINER HEIZUNGSKENNLINIE UND HEIZUNGSANLAGE MIT DIESER VORRICHTUNG**

(57) Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Heizungskennlinie mindestens eines Heizkreises einer Heizungsanlage (1) in einer Liegenschaft beschrieben, bei dem zeitabhängig ein erster Betriebswert (BW1) der Heizungsanlage (1) und ein zweiter Betriebswert (BW2) der Heizungsanlage (1) erfasst und durch eine Anpassung von Parametern eines mathematischen Modells die Abhängigkeit der Betriebswerte (BW1, BW2) voneinander beschrieben und damit die Heizungskennlinie ermittelt wird. Dabei ist vorgesehen, dass zusätzlich zu dem ersten Betriebswert (BW1) und

zweiten Betriebswert (BW2) auch eine Erfassungszeit (t) des ersten Betriebswerts (BW1) und zweiten Betriebswertes (BW2) erfasst wird, und dass das mathematische Modell zwei Teilmodelle umfasst, von denen ein erstes Teilmodell (B) eine Abhängigkeit des ersten Betriebswerts (BW1) ausschließlich von dem zweiten Betriebswert (BW2) als Variable beschreibt und ein zweites Teilmodell (A) eine Abhängigkeit des ersten Betriebswerts (BW1) ausschließlich von der Erfassungszeit (t) als Variable beschreibt. Ferner wird eine Heizungsanlage mit einer solchen Vorrichtung beschrieben (Fig. 1).

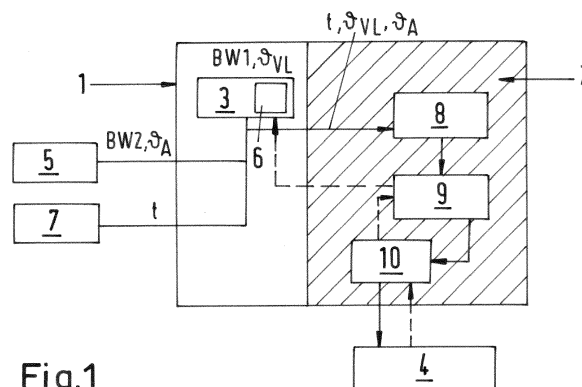


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Heizungskennlinie mindestens eines Heizkreises einer Heizungsanlage in einer Liegenschaft nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine zur Durchführung des Verfahrens vorgesehene Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11. Ferner wird eine Heizungsanlage mit einer solchen Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 12 beschrieben.

[0002] Bei dem vorgeschlagenen Verfahren werden zeitabhängig ein erster Betriebswert der Heizungsanlage und ein zweiter Betriebswert der Heizungsanlage erfasst. Durch eine Anpassung von Parametern eines mathematischen Modells wird die Abhängigkeit eines der Betriebswerte von dem mindestens einen anderen Betriebswert beschrieben. Damit wird die Heizungskennlinie ermittelt.

[0003] In einem typischen Anwendungsbeispiel ist der erste Betriebswert der Heizungsanlage die Vorlauftemperatur im Heizkreis, deren Abhängigkeit zumindest von dem zweiten Betriebswert, insbesondere der Außentemperatur, beschrieben wird. Ggf. kann die Beschreibung auch zeitabhängig, bspw. für bestimmte Zeiträume, und/oder weitere Betriebswerte erfolgen. Entsprechend beschreibt die Heizungskennlinie die Abhängigkeit eines der Betriebswerte, insbesondere der Vorlauftemperatur, von mindestens einem weiteren Betriebswert, insbesondere der Außentemperatur, und ggf. der Zeit.

[0004] Eine Heizungsanlage kann über eine hierfür eingerichtete Vorrichtung, insbesondere umfassend Sensoreinrichtungen, zur Erfassung eines ersten Betriebswertes der Heizungsanlage und eines zweiten Betriebswertes der Heizungsanlage, eine Zeitmesseinrichtung zum Messen einer Erfassungszeit der Betriebswerte, eine Speichereinheit zum Speichern der Betriebswerte, bspw. in Form von Messtupeln aus Erfassungszeit, erstem und zweitem Betriebswert, sowie eine Recheneinrichtung zur erfindungsgemäßen Verarbeitung der gemessenen Daten verfügen.

[0005] Eine solche Heizungsanlage kann sich in einem Wohn- oder Geschäftsgebäude befinden und dem Beheizen des Gebäudes dienen. Sie kann über einen oder mehrere Heizkreise verfügen, die über einen durch eine Wärmequelle erwärmten Wärmeträger mit thermischer Energie gespeist werden. Bei dieser Wärmequelle kann es sich beispielsweise um einen Heizkessel, dessen Brenner Wärmeenergie erzeugt, einen Fernwärmeanschluss an das Gebäude und/oder jede andere geeignete Einrichtung zur Erwärmung des Wärmeträgers handeln. Eine angestrebte Raumtemperatur des Gebäudes wird durch Steuerung und/oder Regelung der Heizungsanlage erreicht, insbesondere indem zumindest eine Vorlauftemperatur des Wärmeträgers eingestellt wird. Die meisten Heizungsanlagen weisen eine außentemperaturgeführte Heizungsregelung bzw. -steuerung auf, wobei abhängig von einer gemessenen Außentemperatur der Wärmeträger auf eine gewisse Vorlauftemperatur im Heizkreis eingestellt wird, welche in die Anlage eingespeist wird. Die Vorlauftemperatur ergibt sich meist aus einer Heizungskennlinie, die die einzustellende Vorlauftemperatur für eine gegebene Außentemperatur definiert, wobei die Heizungskennlinie durch geeignete Parameter in dem Fachmann bekannter Weise an die spezielle Heizungsanlage angepasst wird. Dies erfolgt üblicherweise nach der Installation der Heizungsanlage im Rahmen der Inbetriebnahme. Grundsätzlich wird durch die Heizungskennlinie eine höhere Vorlauftemperatur vorgegeben, je niedriger die Außentemperatur ist. So wird erreicht, dass in Abhängigkeit der üblichen Außentemperaturschwankungen im Tages- bzw. Jahresverlauf diejenige Wärmemenge durch die Heizungsanlage bereitgestellt wird, die erforderlich ist, um die Raumtemperatur auf einem gewünschten Niveau zu halten.

[0006] Üblicherweise verfügt jeder Heizkreis einer Heizungsanlage über verschiedene Betriebsmodi, unter anderem Heizbetrieb, Absenkbetrieb, Nachtabstaltung und ggf. Brauchwassererwärmungsbetrieb, wenn die Heizungsanlage wie oft üblich auch zur Warmwassererzeugung genutzt wird. Im einem Absenkbetrieb, welcher beispielsweise bei Nachtabsenkung (Reduzierung der Wärmeabnahme im Heizkreis bei niedrigerem Temperaturniveau in den Räumen) und/oder Brauchwassererwärmung (Reduzierung oder Abschaltung der Wärmeabnahme im Heizkreis, um die Wärmeenergie konzentriert der Brauchwassererwärmung zuzuführen) aktiviert wird, wird die Vorlauftemperatur gegenüber dem Heizbetrieb reduziert, wobei die grundsätzliche oben beschriebene Abhängigkeit der Heizungskennlinie erhalten bleibt. Mit anderen Worten wird also bspw. von der Temperaturvorgabe für die Vorlauftemperatur im Heizkreis gezielt abgewichen.

[0007] Üblicherweise ist im Absenkbetrieb lediglich das Temperaturniveau verringert, was sich durch eine Parallelverschiebung der Heizungskennlinie erreichen lässt. Auch kann die Steigung der Heizungskennlinie im Absenkbetrieb verringert werden, was insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen zu einer signifikanten Reduzierung der Wärmeabgabe in den Heizkreis führt.

[0008] Im Falle der Nachtabstaltung wird der Heizkreis abgeschaltet, indem der Wärmeträger aus der Heizungsanlage dem Heizkreis nicht mehr zugeführt wird oder die Wärmequelle der Heizungsanlage vollständig abgeschaltet wird. Der Wärmeträger in dem Heizkreis kühlt sich auf eine Minimaltemperatur ab. Diese Minimaltemperatur entspricht der Umgebungstemperatur, bspw. der Innentemperatur der Räume, in denen sich die Heizkörper oder ein Kessel der Heizungsanlage, respektive die Wärmequelle der Heizungsanlage, befinden. Die Heizungskennlinie kann näherungsweise eine Steigung von null haben.

[0009] Zu bestimmten Zeiten, die in diesem Text als Schaltzeiten bezeichnet werden, wird zwischen den Betriebsmodi umgeschaltet. Die Schaltzeiten können über eine Heizungsregelung bzw. -steuerung voreingestellt sein oder werden. Die Zeitperioden zwischen zwei Schaltzeiten, in denen ein bestimmter Betriebsmodus vorliegt, werden folgend auch als

Betriebszeiten bezeichnet.

[0010] Um die Heizungsanlage bezüglich ihrer Energieeffizienz zu optimieren, sollte üblicherweise eine regelmäßige Überprüfung der Betriebsführung auf Basis der Heizungskennlinien erfolgen. So kann vermieden werden, dass der Heizungsanlage eine - bezogen auf die herrschende Außentemperatur - zu hohe Vorlauftemperatur vorgegeben wird, was zu einem unnötig hohen Energieverbrauch führen würde.

[0011] Die EP 2 945 032 B1 offenbart ein Verfahren zur Ermittlung der Schaltzeiten und Heizungskennlinien einer Heizungsanlage, wobei eine Hardware bereitgestellt wird, die in der Heizungsanlage verbaut die Möglichkeit bietet, Betriebswerte zu messen und diese hinsichtlich der vorliegenden Betriebsmodi zu analysieren und insbesondere deren Kennlinien zu ermitteln. Hierfür werden für mehrere Zeitpunkte eines jeden von mehreren Messtagen Wertepaare aus Vorlauftemperatur und Außentemperatur gebildet, wobei das zeitliche Intervall eines Tages in mehrere gleichlange, aufeinanderfolgende und durchnummerierte Zeitboxen unterteilt wird. Für jede der diskreten Zeitboxen wird ein mathematisches Modell gebildet, welches die Abhängigkeit der Vorlauftemperatur von der Außentemperatur in dieser Zeitbox beschreibt. Vorlauf- und Außentemperatur müssen hier nicht gleichzeitig, sondern nur innerhalb derselben Zeitbox aufgenommen werden. Das mathematische Modell kann somit mit einer zeitlichen Auflösung der Zeitbox-Intervallbreite Schaltzeiten zwischen verschiedenen Betriebsmodi feststellen, indem überprüft wird, ob sich die in zwei aufeinanderfolgenden Zeitboxen ermittelten Modelle unterscheiden. Hier besteht der Nachteil, dass Auflösung, Geschwindigkeit der Erkennung und Genauigkeit der Analyse durch die Größe der Zeitboxen und damit durch die Anzahl an Datenpunkten pro Box stark beschränkt ist. Dies trifft insbesondere auf Zeitboxen an den Rändern der Nachtabsenkung zu. Ohne Kenntnis der genauen Schaltzeiten ist auch eine Analyse der Heizungskennlinie ungenau und schwer optimierbar.

[0012] Die EP 2 214 071 offenbart ein ähnliches Verfahren, wobei fortlaufend Wertepaare aus gemessener Vorlauftemperatur und gemessener Außentemperatur gebildet werden. Eine Schätzfunktion wird an eine ausgewählte Anzahl von Wertepaaren mittels einer Parameterermittlung bzw. -schätzung (Fit) angepasst. Jedes neu, also nach der Anpassung der Schätzfunktion gebildete Wertepaar wird auf Kompatibilität mit der Schätzfunktion überprüft. Es wird ein Toleranzbereich für Abweichungen von der Schätzfunktion festgelegt. Liegt ein Messwertpaar außerhalb dieses Toleranzbereichs, liegt wahrscheinlich ein manueller Eingriff in die Heizungsregelung oder eine Anlagenstörung vor. Auch hier wird eine optimierte Betriebsführung der Heizungsanlage noch nicht ermöglicht.

[0013] In der Praxis werden die bei der Installation und Inbetriebnahme der Heizungsanlage durch den Betreiber eingestellten Parameter der Heizungskennlinie beispielsweise bei Wartungen der Heizungsanlage oder durch die Nutzer selbst oft manuell verstellt, meist hin zu höheren Vorlauftemperaturen, um ein ausreichendes Wärmeangebot der Heizkörper sicher zu stellen. Dies erhöht zwar das Komfortpotential für den Nutzer, vermindert aber erheblich die Effizienz der Heizungsanlage der sonst außentemperaturgesteuerten Vorlauftemperaturregelung. Eine unkontrollierte Veränderung der Heizungskennlinie hin zu einer niedrigeren Vorlauftemperatur kann auf der anderen Seite zu Komforteinbußen führen. Abgesehen davon, bestehen in Bestandsanlagen häufig Optimierungs- und Energieeffizienzpotentiale, die mangels Kenntnis der Betriebsumstände und Parameter der Heizungsanlage ungenutzt bleiben.

[0014] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Möglichkeit bereitzustellen, mit der die Heizungskennlinie (Heizungskennlinienveränderungen) einer Heizungsanlage auf einfache und kostengünstige Weise im laufenden Betrieb zuverlässig ermittelt werden kann, unabhängig von einer Kenntnis unterschiedlicher Betriebszustände.

[0015] Mit einer solchen Möglichkeit lassen sich Änderungen der Heizungskennlinie erkennen und die Energieeffizienz der Heizungsanlage durch optimierte Betriebsführung verbessern.

[0016] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Ansprüche 1, 11 und 12 gelöst.

[0017] Bei dem dazu vorgeschlagenen Verfahren der eingangs genannten Art werden vorzugsweise zeitlich quasi kontinuierlich (d.h. in kurzen zeitlichen Abständen bezogen auf einen Tag, insbesondere mehrmals pro Stunde) Daten aufgenommen, indem zeitabhängig mindestens ein erster Betriebswert und ein zweiter Betriebswert der Heizungsanlage erfasst und durch eine Anpassung von Parametern eines mathematischen Modells die Abhängigkeit der Betriebswerte voneinander beschrieben und damit die Heizungskennlinie ermittelt wird. Zusätzlich zu den Betriebswerten wird auch eine Erfassungszeit, also der Zeitpunkt der Messung oder Ermittlung der Betriebswerte, erfasst. Das mathematische Modell umfasst dann mindestens zwei Teilmodelle, von denen ein erstes Teilmodell eine Abhängigkeit des ersten Betriebswerts ausschließlich von dem zweiten Betriebswert als Variable beschreibt und ein zweites Teilmodell eine Abhängigkeit des ersten Betriebswerts ausschließlich von der Erfassungszeit als Variable beschreibt.

[0018] Durch die Unabhängigkeit der beiden Teilmodelle voneinander (bezogen auf die Abhängigkeit von den Variablen) ist es erfindungsgemäß möglich, unter Aufwendung einer angemessenen Rechenleistung zeitlich kontinuierlich (in dem oben beschriebenen Sinne, insbesondere unabhängig vom jeweils aktuellen Betriebszustand) Betriebsdaten zu erfassen, die Schaltzeiten zwischen den Betriebsmodi zu identifizieren und innerhalb der Betriebszeit eines Betriebsmodus eine Heizungskennlinie zu modellieren. Bei der modellierten Heizungskennlinie kann es sich einfacher Weise um eine Regressionsgerade handeln.

[0019] Änderungen an der Einstellung der Heizungskennlinie gegenüber der modellierten Funktion können erfindungsgemäß festgestellt werden, indem Abweichungen bzw. Änderungen der die Geraden definierenden Parameter (im Falle einer Regressionsgeraden) oder allgemeiner Änderungen der Parameter des mathematischen Modells erkannt werden.

Liegen diese bspw. außerhalb eines definierten oder vorgebbaren Toleranzbereichs um die ursprünglich eingestellten und/oder zeitlich vorhergehend ermittelten Parameter, liegt eine Veränderung vor. So können Veränderungen an der Heizungskennlinie oder bspw. auch Anlagenstörungen erkannt werden, die zu einer plötzlich abweichenden Vorlauftemperatur führen. Diese können erfindungsgemäß angezeigt werden. Auf Basis dessen können dann manuelle Eingriffe

in die Heizungsregelung erfolgen und/oder auch mögliche Anlagenstörungen identifiziert und auf diese reagiert werden. **[0020]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird als erster Betriebswert eine Vorlauftemperatur mindestens eines Heizkreises der Heizungsanlage und als zweiter Betriebswert eine Außentemperatur im Außenbereich der Liegenschaft der Heizungsanlage verwendet. Es kann für jeden Heizkreis eine eigene Vorlauftemperatur erfasst werden, insbesondere wenn die Vorlauftemperatur jedes Heizkreises der Heizungsanlage separat einstellbar ist. Erfindungsgemäß kann aber auch eine gemeinsame Vorlauftemperatur der Heizkreise als erster Betriebswert erfasst werden, die dann so durch die Heizungskennlinie vorgegeben werden sollte, dass der Heizkreis mit dem größten Wärmebedarf den Wärmeträger mit einer entsprechenden Vorlauftemperatur zur Verfügung gestellt bekommt. Bei Heizkreisen der Heizungsanlage mit einem niedrigeren Wärmebedarf kann die Vorlauftemperatur durch geeignete Mischer im Heizkreis eingestellt werden, die Vor- und Rücklauf des Heizkreises mischen, um die von der Heizungsanlage zur Verfügung gestellte zu hohe Vorlauftemperatur durch Beimischung des Wärmeträgers aus dem Rücklauf zu reduzieren.

[0021] Im Sinne der Überwachung der Heizungsanlage, bspw. zum Energiemonitoring, kann es sinnvoll sein, die Schaltzeiten zu erkennen, bei denen zwischen verschiedenen Betriebsmodi umgeschaltet wird. Solche Betriebsmodi stellen eine einfache Anpassung an einen von außen vorgegebenen typischen Wärmebedarf dar, und treten häufig periodisch auf, wie bspw. im Wechsel eines Heizbetriebs (Tagbetrieb) und einer Nachtabenkung. Das Erkennen der Schaltzeiten zwischen verschiedenen Betriebsmodi kann erfindungsgemäß erreicht werden, indem eine Periodizität des zeitabhängigen ersten Betriebswertes, typischerweise der Vorlauftemperatur, aus dem zweiten (zeitabhängigen) Teilmodell erkannt wird. Optional kann basierend darauf (d.h. dem Erkennen der Schaltzeiten) eine Separation einzelner Betriebsmodi des Heizkreises vorgenommen werden. Die zeitabhängigen Messwerte der Vorlauftemperatur geben also Aufschluss darüber, ob sich die Heizungsanlage bspw. gerade im Heiz-, Absenk- oder Abschaltmodus befindet, gerade im zeitlichen Vergleich relativ zueinander. Um eine zuverlässige Separierung der verschiedenen Betriebsmodi zu erreichen, kann erfindungsgemäß vorgeschlagen werden, die Betriebsdaten über einen längeren Zeitraum zeitabhängig zu erfassen, in dem mehrere Wechsel zwischen verschiedenen Betriebsmodi stattgefunden haben. Dies erlaubt eine statistisch signifikante Bestimmung der Schaltzeiten, insbesondere auf der Grundlage einer ausreichenden (ausgewählten) Anzahl von Messtupeln. Dies ist insbesondere durch eine zeitlich kontinuierliche (im Sinne des bereits beschriebenen quasi kontinuierlichen Erfassens) Erfassung von Betriebswerten über eine längere Erfassungsperiode, wie mehrere Tage (mindestens zwei oder drei Tage), insbesondere mindestens eine Woche, möglich, weil die Schaltzeiten im Tages- oder Wochenwechsel häufig periodisch auftreten. Auf einer solchen Datenbasis sind die Schaltzeiten dann in guter Näherung bestimmbar. Erfindungsgemäß entscheidend ist, dass diese Schaltzeiten aus der Gesamtheit aller erfassten Daten (während des quasi kontinuierlichen Erfassens über eine längere Erfassungsperiode hinweg) ausgewertet werden, ohne dass eine zufällige Vorauswahl von mehreren Zeitabschnitten pro Tag getroffen und ausgewertet wird.

[0022] In diesem Zusammenhang können erfindungsgemäß die Schaltzeiten eines oder mehrerer Betriebsmodi, umfassend bspw. Heizbetrieb, Absenkbetrieb, Nachtababschaltung und Brauchwassererwärmungsbetrieb separiert werden. Die Liste der aufgezählten Betriebsmodi ist nicht abschließend. Beispielsweise können sich bei einer zeitlich längeren Erfassung auch verschiedene jahreszeitliche bzw. saisonale Betriebsmodi erkennen lassen. Für einen der erkannten Betriebsmodi kann dann eine Heizungskennlinie ermittelt werden. Dies gilt natürlich auch für verschiedene Betriebsmodi, für die jeweils eine eigene oder eine gemeinsame Heizungskennlinie ermittelt werden kann.

[0023] Erfindungsgemäß ist es sinnvoll, die Erfassungszeit der Betriebswerte systematisch gegliedert anzugeben, um das Auftreten einer Periodizität leichter erkennen zu können. Vorzugsweise kann die Erfassungszeit als relativ zu einer periodisch wiederkehrenden Startzeit verstrichene Zeit erfasst werden. Diese periodisch wiederkehrende Startzeit kann insbesondere der Beginn eines Erfassungstages oder einer sonstigen periodischen Erfassungsdauer sein, auch als Erfassungsperiode bezeichnet, die vorzugsweise einen Zeittag (24 Stunden) umfasst. Die Erfassungsperiode kann gemäß einer weiteren Ausführungsform auch das Vielfache eines Zeittages umfassen, also regelmäßig abhängig von der Tageszeit wiederkehrende Einstellungen, beispielsweise Werktagen und Wochenendtagen. Die Erfassungszeit kann mittels einer am Ort der Liegenschaft installierten, wie einer von einer entsprechenden Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassten Zeitmesseinrichtung, bspw. einer Uhr, möglicherweise aber auch durch entsprechende Abfrage an ein Telekommunikationsnetzwerk aufgenommen werden. Entsprechende Zeitgeber finden sich üblicherweise in Prozessoren der verwendeten Recheneinrichtungen.

[0024] Zur Modellierung der Heizungskennlinie kann erfindungsgemäß vorgesehen werden, dass für innerhalb eines (insbesondere periodisch wiederkehrenden) Heizbetriebsmodus erfasste erste und zweite Betriebswerte das erste Teilmodell für den ersten Betriebswert in Abhängigkeit des zweiten Betriebswertes parametrisiert wird. Hierfür werden Messwertpaare aus erstem (BW1) und zweitem Betriebswert (BW2) für je eine Erfassungsperiode (also während insbesondere eines Betriebsmodus oder ausdrücklich zusammengefasster mehrerer Betriebsmodi, die im Sinne dieses Textes dann auch als ein Betriebsmodus bezeichnet werden) unter Verwendung allgemein bekannter Algorithmen gefittet bzw. an-

gepasst. Dazu kann beispielsweise ein Least Square Algorithmus verwendet werden. Hierfür wird die zusätzlich in den Messtupeln enthaltene Erfassungszeit (oder weitere Variablen) nicht berücksichtigt. In diesem Sinne wird nachfolgend auch von Messwertpaaren gesprochen.

[0025] Im Sinne einer einfachen Verarbeitung besonders bevorzugt ist das erste Teilmodell ein lineares Modell, das den Zusammenhang für eine Heizungskennlinie erfahrungsgemäß ausreichend gut beschreibt. Für diesen Fall werden also basierend auf einer linearen Funktion die Regressionsparameter, insbesondere Steigung und Ordinatenabschnitt, derart angepasst, dass das durchschnittliche Verhalten der innerhalb einer Erfassungsperiode aufgenommenen abhängigen Messwertpaare aus erstem (BW1) und zweitem Betriebswert (BW2), also typischerweise der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur, bestmöglich abgebildet wird. Dieselbe Vorgehensweise kann alternativ oder

zusätzlich auch für andere Betriebsmodi als den Heizbetriebsmodus durchgeführt werden.

[0026] Im Rahmen der Überwachung der Heizungsanlage (Energiemonitoring) ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens vorgesehen, dass die sich aus dem ersten Teilmodell ergebenden Parameter (Anpassungs- oder Fitparameter) verschiedener und/oder aufeinanderfolgender Erfassungsperioden (desselben Betriebsmodus) verglichen und so Änderungen an der Heizungskennlinie erkannt werden. Dies kann durch einen relativen Vergleich der Parameter untereinander (in verschiedenen Erfassungsperioden desselben Betriebsmodus) und/oder durch Vergleich mit vordefinierten zu erwartenden Basiswerten (Wertebereichen) erfolgen, d.h. bspw. durch Änderungen der Fit-Parameter gegenüber den Basiswerten und/oder gegenüber den zeitlich zuletzt ermittelten Werten. Eine solche Änderung bedeutet, dass eine Änderung an der Heizungskennlinie vorliegt. Ob die Änderung die Energieeffizienz beeinträchtigt, kann optional über die Definition eines Toleranzbereichs festgelegt werden. Dieser Toleranzbereich kann entweder ein Intervall um einen Basiswert oder eine maximale Differenz zu einem zeitlich vorhergehend ermittelten Wert sein. Liegt die Abweichung außerhalb des Toleranzbereichs, so sollte hinsichtlich einer optimierten Betriebsführung eine Anpassung der Heizungskennlinie vorgenommen werden.

[0027] Bei einer Änderung der Heizungskennlinie kann erfindungsgemäß optional (abhängig oder unabhängig von einer Bewertung der Änderung und/oder erreichten Energieeffizienz) an einen Betreiber der Heizungsanlage gemeldet werden. Bei der gemäß einer Ausführungsform beispielhaft vorgeschlagenen Verwendung einer linearen Regression als Fit werden also die ermittelten Fit-Parameter für Steigung und Ordinatenabschnitt der Regressionsgeraden verglichen.

[0028] Durch eine zeitlich wiederholte Ermittlung der Heizungskennlinie einer Heizungsanlage (insbesondere in den wiederkehrend gleichen Betriebsmodi) können erfindungsgemäß also Änderungen an der Heizungsanlage, insbesondere sowohl schleichende als auch dynamische Änderungen an der Heizungsanlage, festgestellt werden. Erfindungsgemäß können die in der aktuellen, sowie in vergangenen Erfassungsperioden ermittelten Parameter jederzeit einsehbar sein, entweder über einen digitalen Monitor in der Liegenschaft oder über eine Anzeigeeinrichtung der an der Heizungsanlage installierten Vorrichtung zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens. Es ist weiterhin denkbar, dass die Parameter digital an eine zentrale Stelle übertragen werden, indem sie z.B. dem Betreiber oder einem bspw. von dem Betreiber beauftragten Dienstleister für ein Energiemonitoring übermittelt, oder in eine Datencloud geladen werden. Alternativ oder zusätzlich können auch Änderungsmitteilungen erzeugt werden, bspw. sobald die ermittelten Parameter außerhalb des Toleranzbereichs liegen. Diese Änderungen in Form von Abweichungen der Parameter können gegebenenfalls dem Nutzer und/oder dem Betreiber der Heizungsanlage gemeldet werden. So kann schnell auf die Änderungen reagiert und die Betriebsführung der Heizungsanlage angepasst werden.

[0029] Alternativ oder zusätzlich zur Meldung von Änderungen an der Heizungskennlinie kann gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform auch vorgesehen sein, dass dem Nutzer oder Betreiber der Heizungsanlage eine Anpassung der Heizungskennlinie zur Wiederherstellung der ursprünglichen Einstellung der Heizungskennlinie vorgeschlagen wird. Die ursprünglichen Einstellungen können wiederhergestellt werden, indem die in die Heizungsregelung integrierte Recheneinrichtung so ausgebildet ist, dass sie die ursprünglichen und/oder vorhergehenden Einstellungen der Heizungskennlinie gespeichert hat und bei entsprechender Ansteuerung bzw. Anfrage wiederherstellt und, dass sie mit einer entsprechenden Kommunikationsschnittstelle versehen ist. Alternativ oder zusätzlich ist es denkbar, dass der Betreiber die Vorlauftemperatur manuell einstellen kann. Unterstützend könnten ihm durch die Recheneinrichtung die sich auf Basis der manuellen Eingabe ergebende Heizungskennlinie, und/oder die sich hieraus ergebenden entsprechenden Parameter für Steigung und Ordinatenabschnitt zum Vergleich angezeigt werden. Eine solche manuelle Einstellung kann erfindungsgemäß vor Ort, bspw. durch einen Installateur, oder aktiv über Fern-Steuerung der Heizungsregelung der Heizungsanlage vorgenommen werden. Erfindungsgemäß kann die Heizungsregelung dabei so eingerichtet sein, dass eine bedienbare Anzeige, also bspw. ein digitaler Monitor in der Liegenschaft der Heizungsanlage oder an der Heizungsanlage selbst, vorgesehen ist. Auch kann über eine Kommunikationseinheit per Fern-Steuerung die Heizungsregelung bedient, also insbesondere die Recheneinrichtung gesteuert und/oder beeinflusst werden.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Erfassung der Vorlauftemperatur mittels eines Temperatursensors an einem Vorlauf in der Heizungsanlage. Ggf. kann die eingestellte Vorlauftemperatur aber auch durch die Heizungsregelung digital ausgegeben und im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens auf diese Weise erfasst werden.

[0031] Bezüglich der Erfassung der Außentemperatur sieht eine erfindungsgemäße Ausführungsform vor, dass ein Temperatursensor im Außenbereich der Liegenschaft die vorherrschende Außentemperatur erfasst. Ferner kann erfindungsgemäß ein Temperatursensor einer Wetterstation, insbesondere einer über ein Telekommunikationsnetzwerk öffentlich zugänglichen Wetterstation am Ort oder in der Nähe des Ortes der Liegenschaft zur Erfassung der Außentemperatur vorgesehen sein. Gemäß einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die lokale Außentemperatur mittels eines mathematischen Wettermodells in Abhängigkeit des Ortes der Liegenschaft berechnet werden. Weiterhin kann erfindungsgemäß ein zum Ort der Liegenschaft der Heizungsanlage gehörender Außentemperaturwert aus einer Datenbank, bspw. über das Internet, ausgelesen werden.

[0032] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Heizungskennlinie mindestens eines Heizkreises einer Heizungsanlage in einer Liegenschaft mit den Merkmalen des Anspruchs 11 umfassend Sensoren, die dazu eingerichtet sind, einen ersten und zweiten Betriebswert des Heizkreises zu erfassen, eine Zeitmesseinrichtung zum Messen einer Erfassungszeit der Betriebswerte, eine Speichereinheit zum Speichern von Messtupeln, mindestens bestehend aus Erfassungszeit und erstem Betriebswert und zweitem Betriebswert, sowie einer Recheneinrichtung. Die Recheneinrichtung kann als Mikroprozessor ausgebildet sein. Die Recheneinrichtung ist zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens oder von Teilen hiervon eingerichtet. Sensoren im Sinne der hier beschriebenen Erfindung sind Erfassungseinrichtungen, die entsprechende Werte der Betriebswerte erfassen. Dies kann durch direkte Messung physikalischer Messgrößen, aber auch durch Abfrage von Größen aus Datenspeichern, wie bspw. Datenbanken, erfolgen, ohne dass durch die Sensoren der Vorrichtung eine Messung im physikalischen Sinne durchgeführt wird. Entsprechend können die Sensoren synonym auch als Erfassungseinrichtungen bezeichnet werden.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann durch die Recheneinrichtung der vorgeschlagenen Vorrichtung (bspw. fortlaufend über die Zeit) auf Messtupel in der Speichereinheit zugegriffen werden. In einem folgenden Schritt bestimmt die Recheneinrichtung bei der Ausführung eines in der Recheneinrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform implementierten Verfahrens die bspw. in der Heizungsregelung eingestellten Schaltzeitpunkte zwischen verschiedenen Betriebsmodi auf Basis von erstem Betriebswert (insbesondere der erfassten Vorlauftemperatur) und Erfassungszeit der Messtupel. Die Schaltzeitpunkte repräsentieren insbesondere ein Umschalten zwischen unterschiedlichen Betriebsmodi. Damit ist es möglich, die einzelnen Messtupel einem Betriebsmodus zuzuordnen.

[0034] Für einen Betriebsmodus oder mehrere, ggf. alle, Betriebsmodi ermittelt die Recheneinrichtung dann näherungsweise die in der Heizungsregelung eingestellte Heizungskennlinie, indem für den jeweils betrachteten Betriebsmodus erste und zweite Betriebswerte (BW2) aus der Speichereinheit ausgelesen und die ersten und zweiten Betriebswerte an das mathematische Modell angepasst werden, insbesondere an das erste Teilmodell. Dies kann mittels üblicher Fit-Algorithmen erfolgen, bei dem die ersten und zweiten Betriebswerte in dem mathematischen Modell "gefittet" werden. Dabei werden die Parameter des mathematischen Modells gefunden, die die gegebenen Messtupel aus erstem und zweitem Betriebswert am besten beschreiben.

[0035] Diese Fit-Parameter der Heizungskennlinie, also die Parameter der vorzugsweise als Gerade approximierten Heizungskennlinie, werden dann bezüglich zeitlicher Änderungen überwacht, um Änderungen in der Heizungskennlinie und/oder Störungen bzw. Änderungen an der Heizungsanlage festzustellen.

[0036] Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Heizungsanlage mit wenigstens einem Heizkreis entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 12, in dem eine vorbeschriebene Vorrichtung oder Teile davon installiert sind. Dabei ist die vorbeschriebene Vorrichtung bevorzugt an eine Heizungsregelung gekoppelt bzw. teilweise in diese integriert, mit der die Heizungsanlage geregelt oder gesteuert wird. So sind vorzugsweise Speichereinheit und Recheneinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung als Teil der Heizungsregelung ausgebildet.

[0037] Nach einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform verfügt die Heizungsanlage über eine Heizungsregelung, mittels derer die Heizungskennlinie der Heizungsanlage einstellbar ist.

[0038] Die Heizungsanlage kann auch eine Kommunikationseinheit umfassen, über welche Informationen aus der Heizungsanlage aufrufbar und/oder an die Heizungsanlage sendbar sind.

[0039] So kann von einer entfernten Stelle, wie dem Betreiber der Heizungsanlage oder einem von diesem beauftragten Dienstleister, bspw. auf die vorbeschriebene Vorrichtung zum Ermitteln einer Heizungskennlinie und/oder die Heizungsregelung zugegriffen werden, um Informationen über die Heizungsanlage abzurufen und/oder zu senden. Diese Informationen können bspw. die mittels der Vorrichtung bzw. dem in der Vorrichtung ablaufenden Verfahren ermittelte Heizungskennlinie (ggf. in Form des parametrisierten mathematischen Modells) umfassen. Ferner können diese Informationen auch Stellbefehle an die Heizungsregelung umfassen, um die Heizungskennlinie in der Heizungsregelung einzustellen und neu zu parametrieren, bzw. eine letzte Einstellung wiederherzustellen. Über die Kommunikationseinheit können durch die Heizungsregelung und/oder die Vorrichtung bereitgestellte Informationen von einer zentralen Stelle abgerufen oder an diese gesendet werden. Ferner kann bspw. die Heizungsregelung Befehle von dieser zentralen Stelle empfangen. Solche Befehle werden von der Kommunikationseinheit bspw. an eine jeweilige Recheneinrichtung der Vorrichtung, bzw. der Heizungsregelung weitergeleitet und von dieser umgesetzt, indem sie die Vorlauftemperatur des Heizkessels einstellt.

[0040] Die Kommunikationseinheit kann sich üblicher Kommunikationswege bedienen (Funk, Mobilfunk, Fax, E-Mail,

Internet-Verbindung etc.), um Daten und Informationen bspw. mit der zentralen Stelle auszutauschen, welche bspw. die Überwachung der Heizungskennlinie vornimmt. So kann mit geringem Aufwand eine Überwachung für eine Vielzahl von Heizungsanlagen gewährleistet werden.

[0041] Die zentrale Stelle, auch "Zentrale" genannt, kann ein Hauseigentümer, Installateur, ein Dienstleister oder ein anderer Betreiber der Heizungsanlage sein.

[0042] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und den Zeichnungen. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder ihren Rückbezügen.

[0043] Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, implementiert in einer Heizungsanlage;

Fig. 2 ein Flussdiagramm zum Verfahrensablauf einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 einen Graph mit einer Nachtabsenkung der Vorlauftemperatur (erster Betriebswert) einer Heizungskennlinie einer Heizungsanlage;

Fig. 4 einen Graph mit einer typischen Heizungskennlinie einer Heizungsanlage für die Abhängigkeit der Vorlauftemperatur (erster Betriebswert) von der Außentemperatur (zweiter Betriebswert);

Fig. 5 Messwertpaare (ϑ_A , ϑ_{VL}) einer Erfassungsperiode im Heizbetrieb mit dem angepassten mathematischen Modell (Fit der Regressionsgeraden) während eines Betriebsmodus; und

Fig. 6 beispielhaft das zeitliche Verhalten der Parameter des mathematischen Modells aus der Anpassung (Fit der Regressionsgeraden) in zeitlich aufeinander folgenden Erfassungsperioden.

[0044] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau einer Heizungsanlage 1 mit implementierter Vorrichtung 2 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0045] Die Heizungsanlage 1 verfügt als Wärmequelle bspw. über einen Kessel 3, in dem ein Wärmeträger der Heizungsanlage erwärmt wird. Dieser Kessel 3 kann den Wärmeträger durch eine Verwertung von Primärenergie auf eine gewünschte Vorlauftemperatur ϑ_{VL} im Heizkreis erwärmen, in dem die Wärmeenergie dann über Heizkörper oder andere Wärmetauscher abgegeben wird. Als Primärenergie kann Gas oder Öl zur Verbrennung oder Strom dienen. Die Primärenergie kann auch als Fernwärmeanschluss ausgebildet sein. Ferner kommen als Primärenergie auch Solarkollektoren oder Wärmepumpen in Frage, sowie Kombinationen unterschiedlicher Primärenergien. Die Erfindung kann unabhängig von der Art der verwendeten Primärenergie angewendet werden und gilt für alle Typen von Primärenergie.

[0046] Die in der hier betrachteten Ausführungsform beschriebene Heizungsanlage 1 ist mit einem Vorlauftemperatur-Sensor 6 ausgestattet und misst die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} in dem Kessel 3 oder dem an den Kessel 3 angeschlossenen Vorlauf eines Heizkreises (hier der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt). Im Außenbereich der mit der Heizungsanlage 1 ausgestatteten Liegenschaft befindet sich ein Außentemperatur-Sensor 5. Dieser kann beispielsweise als Thermometer ausgebildet sein und die Außentemperatur ϑ_A am Ort der Liegenschaft messen. Die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} in dieser Ausführungsform entspricht dem ersten Betriebswert BW1 gemäß der Erfindung, und die Außentemperatur ϑ_A dem zweiten Betriebswert BW2 der Erfindung.

[0047] Aus diesen ersten und zweiten Betriebswerten BW1, BW2 wird in der Regel eine Heizungskennlinie ermittelt, die für den zweiten Betriebswert BW2 (Außentemperatur ϑ_A) die geeignete Vorlauftemperatur ϑ_{VL} im Kessel 3 bzw. dem Heizkreisvorlauf vorgibt. Diese Vorgabe wird von einer Heizungsregelung zur Regelung oder Steuerung der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} verwendet.

[0048] Die Sensoren 5, 6 sind nicht zwangsläufig Messgeräte, die die Betriebswerte messtechnisch erfassen. Unter Sensoren 5, 6 werden allgemein Erfassungseinrichtungen verstanden, die die Betriebswerte BW1, BW2 auf irgendeine Art bestimmen, bspw. durch Abruf aus Außentemperatur-Datenbanken oder Vorlauftemperatur-Sollwerten der Heizungsanlage, d.h. als Abruf ohnehin schon digital vorliegender Werte.

[0049] Weiterhin ermittelt eine Zeitmesseinrichtung 7 eine Erfassungszeit t der Betriebswerte BW1, BW2. Die Zeitmesseinrichtung kann beispielsweise als Uhr am Ort der Liegenschaft ausgebildet oder eine Recheneinrichtung 9 bspw. einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 sein, die über einen Zeitgeber verfügt und die Erfassungszeitpunkte der Betriebswerte BW1, BW2 als Erfassungszeit t mit erfasst.

[0050] Auch wenn die Sensoren 5, 6 und die Zeitmesseinrichtung 7 zur Erfassung der Betriebswerte BW1, BW2 in Fig. 1 nicht innerhalb der Vorrichtung 2 dargestellt sind, können diese Teil der Vorrichtung 2 sein, auch wenn diese nicht

ausschließlich für die erfindungsgemäß vorgesehenen Funktionen genutzt werden. Bspw. kann die Vorrichtung 2 auch Teil einer Heizungsregelung sein, und die Sensoren 5, 6 und/oder Zeitmesseinrichtung 7 auch für weitere Funktionen der Heizungsregelung zur Regelung und/oder Steuerung der Heizungsanlage 1 verwendet werden.

[0051] Die (in dem bereits beschriebenen Sinne bspw. quasi kontinuierlich) aufgenommenen Messtupel (t , ϑ_A , ϑ_{VL}) werden in einer in der Vorrichtung 2 implementierten Speichereinheit 8 gespeichert. Sie können von einer Recheneinrichtung 9 der Vorrichtung 2 jederzeit abgegriffen und von dieser verarbeitet werden, insbesondere zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens entsprechend der Erfindung.

[0052] Bei dem in Fig. 2 schematisch skizzierten Verfahren zur Ermittlung der Heizungskennlinie der Heizungsanlage 1 werden die in der Speichereinheit 8 über die Zeit erfassten Messtupel (t , ϑ_A , ϑ_{VL}) mit der Erfassungszeit und den erfassten ersten und zweiten Betriebswerten BW1 (Vorlauftemperatur ϑ_{VL}) und BW2 (Außentemperatur ϑ_A) durch die Recheneinrichtung 9 in einem ersten Verfahrensschritt 50 zur weiteren Verarbeitung abgerufen.

[0053] Im Rahmen der Verarbeitung werden ein erster Betriebswert BW1 (ϑ_{VL}) der Heizungsanlage 1 und ein zweiter Betriebswert BW2 (ϑ_A) der Heizungsanlage 1 erfasst und durch eine Anpassung von Parametern eines mathematischen Modells die Abhängigkeit der Betriebswerte BW1, BW2 voneinander beschrieben.

[0054] Das mathematische Modell bildet die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} in dem Kessel 3 oder einem Heizkreis der Heizungsanlage auf bestimmende Variablen ab. Diese sind insbesondere die Abhängigkeit der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} als erster Betriebswert BW1 von der Außentemperatur ϑ_A als zweiter Betriebswert BW2 und der Erfassungszeit t . Dabei werden diese Variablen des mathematischen Modells als vollständig separierte, vorzugsweise kumulative Teilmodelle A, B beschrieben, die jeweils nur die Abhängigkeit der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} (BW1) von der

[0055] Erfassungszeit (t) und der Außentemperatur ϑ_A (BW2) beschreiben, mathematisch ausgedrückt also in der Form

$$\vartheta_{VL}(t, \vartheta_A) = A(t) + B(\vartheta_A)$$

bzw. allgemeiner

$$BW1(t, BW2) = A(t) + B(BW2)$$

wobei Teilmodelle A und B selbst als Verknüpfung einzelner Untermodelle ausgebildet sein können.

[0056] So kann beispielsweise das Teilmodell A die Periodizität der Erfassungszeit t kumulativ modellieren, d. h. unterschiedliche zeitliche Abhängigkeiten von verschiedenen Betriebsmodi durch verschiedene Untermodelle beschreiben. So sind in dem Teilmodell A die Schaltzeitpunkte zwischen verschiedenen Betriebsmodi bspw. leicht ableitbar. Es ist auch denkbar, dass das Teilmodell A ein Untermodell beinhaltet, mit welchem weitere periodisch wiederkehrende Änderungen der Anforderungen an die Heizungsanlage, z.B. in Bezug auf saisonale Schwankungen, modelliert werden. Hier kann der entsprechende periodisch wechselnde Betrieb durch eine saisonale Zerlegung (auch "Seasonal Decomposition") identifiziert werden. Eine solche Zerlegung kann anhand eines typischen Trend-Saison-Modells erfolgen, wobei auf Basis der aufgenommenen Messwertpaare (t , ϑ_{VL}) ein Trend geschätzt und aus den Differenzen zwischen Trend und Messwertpaaren (t , ϑ_{VL}), den Residuen, eine Saisonkomponente abgeschätzt wird, welche die saisonal bedingten Schwankungen in der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} (BW1) hinreichend beschreibt. Dies kann so erfolgen, dass das Residuum minimiert wird. Bei minimalem Residuum ergibt sich unter Abzug eines identifizierten ein Muster, das die Saisonalität beschreibt.

[0057] Auch das Teilmodell B kann so gebildet sein, dass dieses bspw. kumulativ aus verschiedenen von der Außentemperatur ϑ_A abhängigen Modellen gebildet wird. In Teilmodell B können insbesondere auch charakteristische Merkmale einer Heizungskennlinie, wie Knickpunkt, Fußpunkt, Heizgrenztemperatur und/oder maximale Temperatur, Berücksichtigung finden.

[0058] Die Teilmodelle A, B (sowie ggf. weitere Teilmodelle) können also mathematisch in der folgenden Form dargestellt werden:

$$A(t) = A1(t) + \dots + An(t)$$

$$B(\vartheta_A) = B1(\vartheta_A) + \dots + Bm(\vartheta_A)$$

wobei n, m die Anzahl der jeweiligen Untermodelle darstellen.

[0059] Anstelle einer kumulativen Verknüpfung ist auch eine multiplikative Verknüpfung denkbar.

[0060] Für die Modellierung des ersten Betriebswertes BW1 (hier der Vorlauftemperatur ϑ_{VL}), ist ebenfalls eine ins-

besondere kumulative Verknüpfung von mehr als zwei Teilmodellen denkbar. Die Einführung mindestens eines weiteren Teilmodells ist möglich, welches eine Funktion in Abhängigkeit eines beliebigen und frei wählbaren Parameters sein kann, bspw. eines Messwertes, eines Cloud-Messwertes oder einer Modellgröße bzw. eines weiteren Betriebswertes BW3.

[0061] So wäre bspw. ein Teilmodell $C(x)$ denkbar, welches eine Kompensation der Außentemperaturgeführten Funktion $B(\vartheta_A)$ modelliert, indem unter Berücksichtigung von Zeit- und Geo-Informationen Umgebungstemperaturinformationen x von einem Cloud-Wetterservice bezogen werden. Weiterhin wäre eine Modellierung von Warmwasserphasen durch ein zusätzliches Teilmodell $D(y)$ denkbar, wobei in Abhängigkeit einer Pumpendrehzahl oder Pumpenförderhöhe y Zeitperioden, in denen Wärme für die Erzeugung von warmem Wasser bereitgestellt werden muss, identifiziert werden können.

[0062] Weiterhin kann das mathematische Modell einen zusätzlichen Summanden Z als Zufallskomponente enthalten, bspw. als ein Rauschanteil, der bei der Anpassung der Messtapel an das mathematische Modell minimiert werden kann. Ein solcher Summand Z kann also eine Funktion sein, die auf verschiedene Arten dargestellt werden kann. So könnte sie bspw. Ausreißer, also stark abweichende Messwerte, abbilden, die durch eine Ausreißererkennung (Outlier Detection) erkannt und entfernt werden und so bei der Modellierung unberücksichtigt bleiben können, um das Rauschen zu minimieren. Der Rauschanteil kann auch durch eine Dämpfungsfunktion dargestellt werden.

[0063] Ein solches Modell würde dann wie folgt aussehen, wobei eine oder mehrere der Teilmodelle B , D und/oder Z erfindungsgemäß weggelassen werden können und/oder andere Teilmodelle hinzugefügt werden können::

$$\vartheta_{VL}(t, \vartheta_A, x, y) = A(t) + B(\vartheta_A) + C(x) + D(y) + Z$$

[0064] Erfindungsgemäß kann ferner jede der Variablen aus dem Teilmodell, insbesondere die Außentemperatur ϑ_A (zweiter Betriebswert BW2), mittels eines Filters modifiziert werden. Beispielsweise können kurzfristige Schwankungen in der Messung der Außentemperatur ϑ_A durch einen Tiefpassfilter ausgeglichen und ein glatterer Verlauf der erfassten Außentemperatur ϑ_A Eingang in das Rechenmodell finden. Dies entspricht einer gleitenden Mittelwertbildung. Damit wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bspw. eine geglättete Außentemperatur ϑ_A zugrunde gelegt, wie sie auch von Heizungsregelungen verwendet wird.

[0065] Im Folgenden werden sowohl mögliche weitere Teilmodelle C , D , als auch der Rauschanteil Z der Einfachheit halber weggelassen. Somit bleibt im nachfolgend beschrieben einfachsten Fall eine Modellierung der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} durch Summation der zwei Teilmodelle $A(t)$ und $B(\vartheta_A)$, die jeweils nur von einer Variablen t bzw. ϑ_A abhängig sind.

[0066] Im Anschluss an das Abrufen der erfassten Messtapel durch die Recheneinrichtung 9 aus der Speichereinheit 8 wird das Modell nun mittels grundsätzlich bekannter Anpassungsalgorithmen (Fit) an die Daten der Heizungsanlage 1 wie folgend beschrieben angepasst, um die Heizungskennlinie zu ermitteln.

[0067] In einem weiteren Verfahrensschritt 52 sollen die in der Heizungsanlage 1 angewandten, bspw. in einer Heizungsregelung eingestellten Schaltzeitpunkte zwischen den verschiedenen Betriebsmodi ermittelt werden, bspw. der Beginn der Nachtabsenkung/-abschaltung sowie der darauf folgende Beginn des Heizbetriebs. Hierfür wird erfindungsgemäß das zweite Teilmodell $A(t)$ herangezogen, das die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} ausschließlich in Abhängigkeit der Erfassungszeit t beschreibt.

[0068] Für jeden Betriebsmodus wird ein eigenes Modell $A(t)$ vorgeschlagen. Als einfachstes Beispiel soll im Folgenden die Nachtabsenkung im Detail anhand von Fig. 3 erläutert werden. Eine Nachtabsenkung lässt sich beispielsweise über eine periodische Rechteck-Funktion mit einer 24-Stunden Periodizität modellieren. Fig. 3 zeigt eine solche Rechteck-Funktion als beispielhafte Ausführungsform des Teilmodells $A(t)$ für die Nachtabsenkung. Auf der Abszisse ist die Tageszeit in einem 24 Stunden Zyklus in Minuten ab 00:00 Uhr aufgetragen. Die Absenkttemperatur auf der Ordinate bezeichnet die Differenz der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} im Tag- und Nachtbetrieb. Die Vorlauftemperatur liegt wie dargestellt im Nachtbetrieb zwischen 20:00 Uhr und 02:00 Uhr um 8 Kelvin (Grad) unter der Vorlauftemperatur im Tagbetrieb, also zwischen 02:00 Uhr und 20:00 Uhr.

[0069] Anstelle einer Nachtabsenkung kann auch auf einfache Weise eine Nachtabschaltung modelliert werden, indem die Amplitude der Rechteckfunktion außentemperaturabhängig wird und der Vorlauftemperatur abzüglich der Minimaltemperatur (Kellertemperatur) entspricht.

[0070] Ein solches für einen Betriebsmodus typisches Modell $A(t)$ wird also an die gemessenen Daten (t, ϑ_A) aus dem Messtapel $(t, \vartheta_A, \vartheta_{VL})$ angepasst, um festzustellen, in welchem Betriebsmodus sich die Heizungsanlage 1 befindet, beziehungsweise wann zwischen verschiedenen Betriebsmodi umgeschaltet wird, also welche Schaltzeiten in der Heizungsregelung eingestellt sind.

[0071] Durch das zweite Teilmodell $B(\vartheta_A)$ wird die Abhängigkeit der Vorlauftemperatur ϑ_{VL} von der Außentemperatur ϑ_A für den jeweiligen Betriebsmodus modelliert. Diese wird allgemein über eine Heizungskennlinie dargestellt, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist. Die Heizungskennlinie weist in Abhängigkeit des Betriebsmodus ein unterschiedliches Verhalten auf. Für einen Betriebsmodus, wie in dem Verfahrensschritt 54 ermittelt, kann die Heizungskennlinie dann durch eine

Anpassung des zweiten Teilmodells $B(\vartheta_A)$ ermittelt werden.

[0072] Allgemein beschreibt die Heizungskennlinie ein Verhalten, bei dem die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} um so größer wird, je kleiner die Außentemperatur ϑ_A ist. Dies ist beispielhaft in Fig. 4 dargestellt.

[0073] Im Absenkbetrieb wird die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} gegenüber dem Normalbetrieb um die angegebene Gradzahl weiter reduziert; die grundsätzliche Abhängigkeit zwischen Vorlauftemperatur ϑ_{VL} und Außentemperatur ϑ_A bleibt jedoch erhalten. Im Regelfall ist die Heizungskennlinie bei einer Nachabsenkung also parallel verschoben. Ein Nachabsenkung ließe sich auch durch eine geeignete Steigungsänderung der Heizungskennlinie realisieren. Auch dies würde bei der erfindungsgemäßen Ermittlung der Heizungskennlinie ermittelt.

[0074] In dem Verfahrensschritt 54 wird also durch eine Anpassung des Teilmodells $B(\vartheta_A)$ an die Daten $(\vartheta_A, \vartheta_{VL})$ des Messtupels $(t, \vartheta_A, \vartheta_{VL})$ die Heizungskennlinie für den jeweils vorliegenden Betriebsmodus bestimmt. Hierfür werden die Messpunkte $(\vartheta_A, \vartheta_{VL})$ einer Erfassungsperiode, beispielsweise eines Tages oder einer Woche, für den jeweiligen Betriebsmodus durch das Teilmodell $B(\vartheta_A)$ angepasst (gefittet).

[0075] Dieses kann insbesondere als linear angenommen werden. Über einen aus dem Stand der Technik bekannten Fit-Algorithmus, wie z.B. einen Least Square Algorithmus, werden die die Gerade beschreibenden Fit-Parameter, im dargestellten Beispiel die Steigung a und Ordinatenabschnitt b , bestimmt. So ergibt sich eine Fit-Funktion

$$B(\vartheta_A) = a \cdot \vartheta_A + b$$

wobei $B(\vartheta_A)$ die durch das Modell geschätzte Vorlauftemperatur ist.

[0076] Fig. 5 zeigt beispielhaft eine Messpunktewolke für einen Betriebsmodus einer Erfassungsperiode, hier einen Tag, an die bereits eine Regressionsgerade gefittet wurde. Die Fit-Parameter a und b definieren damit die erfindungsgemäß ermittelte Heizungskennlinie für den betrachteten Betriebsmodus. Erfindungsgemäß kann die Heizungskennlinie für einen Betriebsmodus, für mehrere Betriebsmodi oder für alle Betriebsmodi erfasst werden.

[0077] In einem nächsten Verfahrensschritt 56 kann nun das zeitliche Verhalten der die Heizungskennlinie für den einen Betriebsmodus definierenden Parameter a und b überprüft werden. Ändern sich die Werte der Parameter a und b innerhalb aufeinander folgender Erfassungsperioden und/oder gegenüber vordefinierten Basiswerten, liegt eine Veränderung der Heizungskennlinie vor. Dies ist beispielhaft in Fig. 6 gezeigt.

[0078] Die senkrechten Linien stellen die Erfassungsperioden, hier einzelne Tage, dar. Die auf Basis der vorbeschriebenen Methode ermittelten Werte der Fit-Parameter a und b für jede dieser Erfassungsperioden sind aufgetragen. So lässt sich deren zeitliches Verhalten ablesen, wobei die aus dem Teilmodell $A(t)$ ermittelten Schaltzeiten respektive Betriebsmodi insoweit berücksichtigt werden, dass die für einen definierten Betriebsmodus ermittelten Fit-Parameter verglichen werden können.

[0079] Bleiben die Werte der Fit-Parameter a, b innerhalb der Betriebszeit eines Betriebsmodus konstant oder innerhalb eines bspw. vordefinierten Toleranzbereichs, so liegt keine Änderung der Heizungskennlinie vor. Dies ist im linken Teil der oberen Abbildung von Fig. 6 zu erkennen. Eine Änderung der Heizungskennlinie liegt dann vor, wenn mindestens einer der Fit-Parameter a, b nicht konstant ist bzw. außerhalb des vordefinierten Toleranzbereichs liegt.

[0080] In diesem Fall endet das in Fig. 2 dargestellte Verfahren in Verfahrensschritt 58, bis das Verfahren bspw. nach einer weiteren Erfassungsperiode oder in einem vorgegebenen Rhythmus (bspw. wöchentlich) erneut durchgeführt wird.

[0081] Werden Abweichungen festgestellt, so kann erfindungsgemäß optional eine entsprechende Änderungsmitteilung 60 durch eine Kommunikationseinheit 10 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 generiert werden. Die Kommunikationseinheit 10 leitet dann eine Änderungsmitteilung 10 an eine Zentrale 4 weiter, die bspw. bei dem Betreiber der Heizungsanlage 1 vorgesehen sein kann. Grundsätzlich kann die Zentrale 4 aber jeder geeignete Empfänger sein, der über eine entsprechend eingerichtete Kommunikationsverbindung erreichbar ist.

[0082] Von dort aus kann optional über Fern-Steuerung ein Befehl 62 zur Anpassung der Betriebsparameter zur Wiederherstellung der ursprünglichen Einstellung der Heizungskennlinie an die Kommunikationseinheit 10 gesandt werden, die den Befehl 62 an die Recheneinrichtung 9 weiterleitet. Diese kann derart ausgebildet sein, dass sie die Vorlauftemperatur ϑ_{VL} des Kessels beeinflussen bzw. einstellen kann. Dies gilt insbesondere, wenn die Vorrichtung 2 in die Heizungsregelung integriert ist oder auf diese über eine Schnittstelle zugreifen kann.

[0083] Die Verfahrensschritte 52, 54 der Ermittlung der Schaltzeiten und der Ermittlung der Heizungskennlinien können in einer ersten Anwendung bevorzugt in dieser Reihenfolge, bei Wiederholung aber in beliebiger Reihenfolge erneut durchgeführt werden. Bspw. ist es unter Umständen nicht nötig, in jeder Erfassungsperiode erneut die Schaltzeiten gemäß Verfahrensschritt 52 neu zu bestimmen. Es kann ausreichend sein, die Schaltzeiten in Verfahrensschritt 52 in größeren Zeitabständen, bspw. wöchentlich, zu bestimmen, während die Heizungskennlinien täglich in Verfahrensschritt 56 in kleineren Zeitabständen, bspw. täglich, ermittelt werden.

Bezugszeichenliste:

[0084]

5	1	Heizungsanlage
	2	Vorrichtung
	3	Kessel
	4	Zentrale
	5	Außentemperatur-Sensor als Sensor des zweiten Betriebswerts BW2
10	6	Vorlauftemperatur-Sensor als Sensor des ersten Betriebswerts BW1
	7	Zeitmesseinrichtung
	8	Speichereinheit
	9	Recheneinrichtung
	10	Kommunikationseinheit
15		
	50	Abruf der Messtupel
	52	Ermitteln der Schaltzeiten zwischen verschiedenen Betriebsmodi
	54	Ermitteln der Heizungskennlinie für einen Betriebsmodus
	56	Feststellen zeitlicher Änderungen der Heizungskennlinie während eines Betriebsmodus
20	58	Ende des Verfahrens
	60	Änderungsmitteilung
	62	Befehl zur Anpassung der Betriebsparameter
	BW1	erster Betriebswert (Vorlauftemperatur ϑ_{VL})
25	BW2	zweiter Betriebswert (Außentemperatur ϑ_A)
	t	Erfassungszeit

Patentansprüche

- 30
1. Verfahren zum Ermitteln einer Heizungskennlinie mindestens eines Heizkreises einer Heizungsanlage (1) in einer Liegenschaft, bei dem zeitabhängig ein erster Betriebswert (BW1) der Heizungsanlage (1) und ein zweiter Betriebswert (BW2) der Heizungsanlage (1) erfasst und durch eine Anpassung von Parametern eines mathematischen Modells die Abhängigkeit der Betriebswerte (BW1, BW2) voneinander beschrieben und damit die Heizungskennlinie

35 ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**

 - zusätzlich zu dem ersten Betriebswert (BW1) und zweiten Betriebswert (BW2) auch eine Erfassungszeit (t) des ersten Betriebswerts (BW1) und zweiten Betriebswertes (BW2) erfasst wird,
 - das mathematische Modell zwei Teilmodelle umfasst, von denen ein erstes Teilmodell (B) eine Abhängigkeit des ersten Betriebswerts (BW1) ausschließlich von dem zweiten Betriebswert (BW2) als Variable beschreibt und ein zweites Teilmodell (A) eine Abhängigkeit des ersten Betriebswerts (BW1) ausschließlich von der Erfassungszeit (t) als Variable beschreibt.

40
 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als erster Betriebswert (BW1) eine Vorlauftemperatur (ϑ_{VL}) und als zweiter Betriebswert (BW2) eine Außentemperatur (ϑ_A) im Außenbereich der Liegenschaft verwendet werden.

45
 3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Periodizität des ersten Betriebswertes (BW1) aus dem zweiten Teilmodell (A) erkannt und basierend darauf eine Separation einzelner Betriebsmodi des Heizkreises vorgenommen wird.

50
 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltzeiten eines oder mehrerer Betriebsmodi des Heizkreises, insbesondere Heizbetrieb, Absenkbetrieb, Nachtabschaltung und Brauchwassererwärmungsbetrieb, separiert werden.

55
 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassungszeit (t) der Betriebswerte (BW1, BW2) als relativ zu einer periodisch wiederkehrenden Startzeit verstrichene Zeit erfasst wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für innerhalb eines Betriebsmodus erfasste erste Betriebswerte (BW1) und zweite Betriebswerte (BW2) das erste Teilmodell (B) parametrisiert wird.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Parameter des ersten Teilmodells (B) aus Anpassungen während verschiedener Erfassungsperioden verglichen und Änderungen an der Heizungskennlinie erkannt werden.
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Betreiber (4) der Heizungsanlage (1) eine Anpassung der Heizungskennlinie zur Wiederherstellung der ursprünglichen Einstellung der Heizungskennlinie vorgeschlagen und/oder aktiv über Fern-Steuerung einer Heizungsregelung (2) der Heizungsanlage (1) durchgeführt wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung der Vorlauftemperatur (ϑ_{VL}) mittels eines Temperatursensors (6) an einem Vorlauf des Kessels (3) der Heizungsanlage (1) erfolgt.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung der Außentemperatur (ϑ_A) erfolgt mittels
 - eines Temperatur-Sensors (5) im Außenbereich der Liegenschaft und/oder
 - eines Temperatur-Sensors (5) einer Wetterstation, insbesondere einer über ein Telekommunikationsnetzwerk öffentlich zugänglichen Wetterstation am Ort oder in der Nähe des Ortes der Liegenschaft, und/oder
 - Berechnung einer lokalen Außentemperatur (ϑ_A) mittels eines mathematischen Wettermodells in Abhängigkeit des Ortes der Liegenschaft und/oder
 - Auslesen eines zum Ort der Liegenschaft der Heizungsanlage (1) gehörenden Außentemperaturwertes (ϑ_A) aus einer Datenbank.
- 25 11. Vorrichtung zum Ermitteln einer Heizungskennlinie mindestens eines Heizkreises einer Heizungsanlage (1) in einer Liegenschaft umfassend Sensoren (5, 6), die dazu eingerichtet sind, einen ersten (BW1) und zweiten (BW2) Betriebswert des Heizkreises der Heizungsanlage (1) zu erfassen, eine Zeitmesseinrichtung (7) zum Messen einer Erfassungszeit (t) der Betriebswerte, eine Speichereinheit (8) zum Speichern von Messtupeln aus Erfassungszeit (t), erstem Betriebswert (BW1) und zweitem Betriebswert (BW2), sowie einer Recheneinrichtung (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Recheneinrichtung (9) dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchzuführen.
- 30 12. Heizungsanlage mit wenigstens einem Heizkreis, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung nach Anspruch 11 installiert ist.
- 35 13. Heizungsanlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie über eine Heizungsregelung verfügt, mittels derer die Heizungskennlinie der Heizungsanlage (1) einstellbar ist.
- 40 14. Heizungsanlage nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Heizungsanlage (1) eine Kommunikationseinheit (10) vorhanden ist, über welche Informationen aus der Heizungsanlage (1) aufrufbar und/oder an die Heizungsanlage (1) sendbar sind.

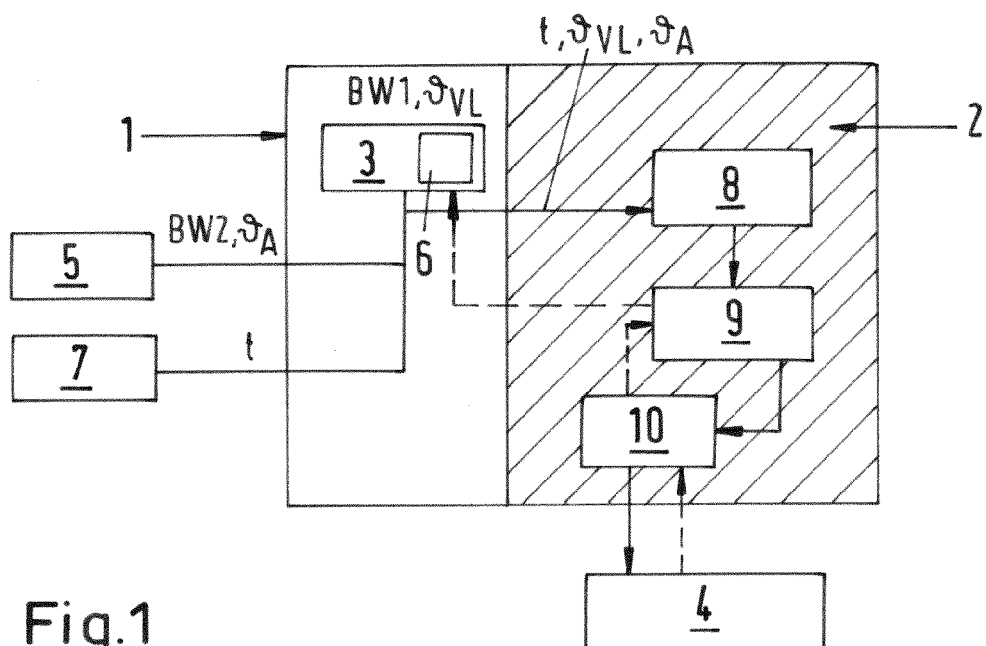


Fig.1

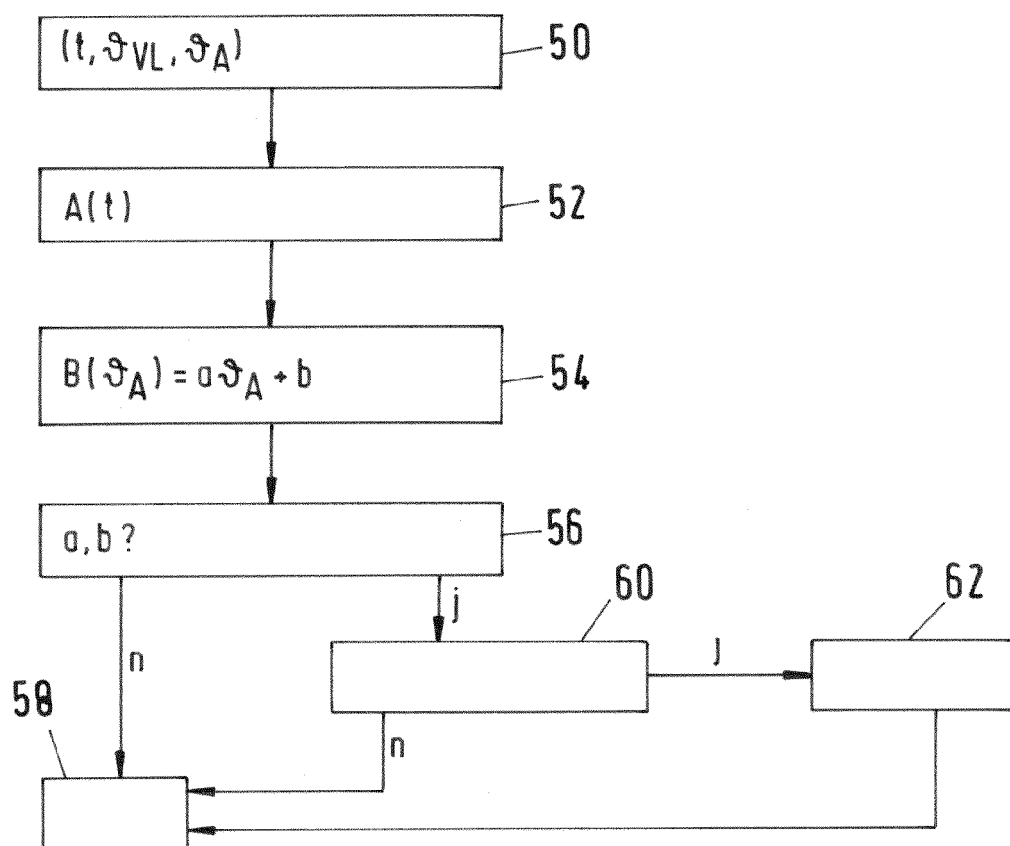


Fig.2

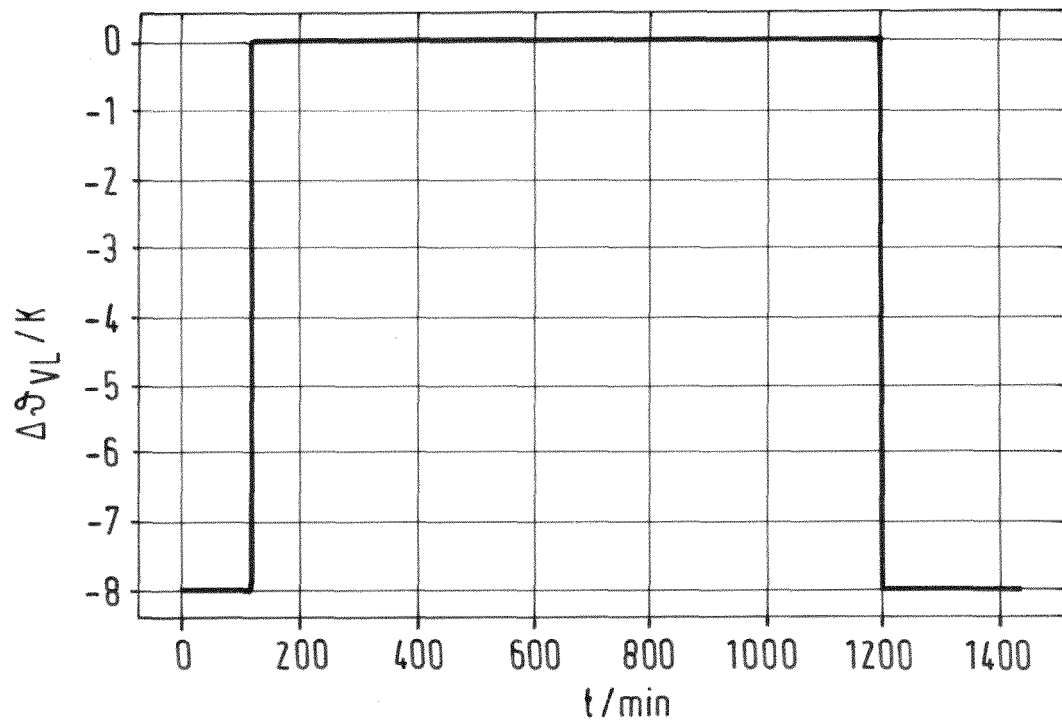


Fig.3

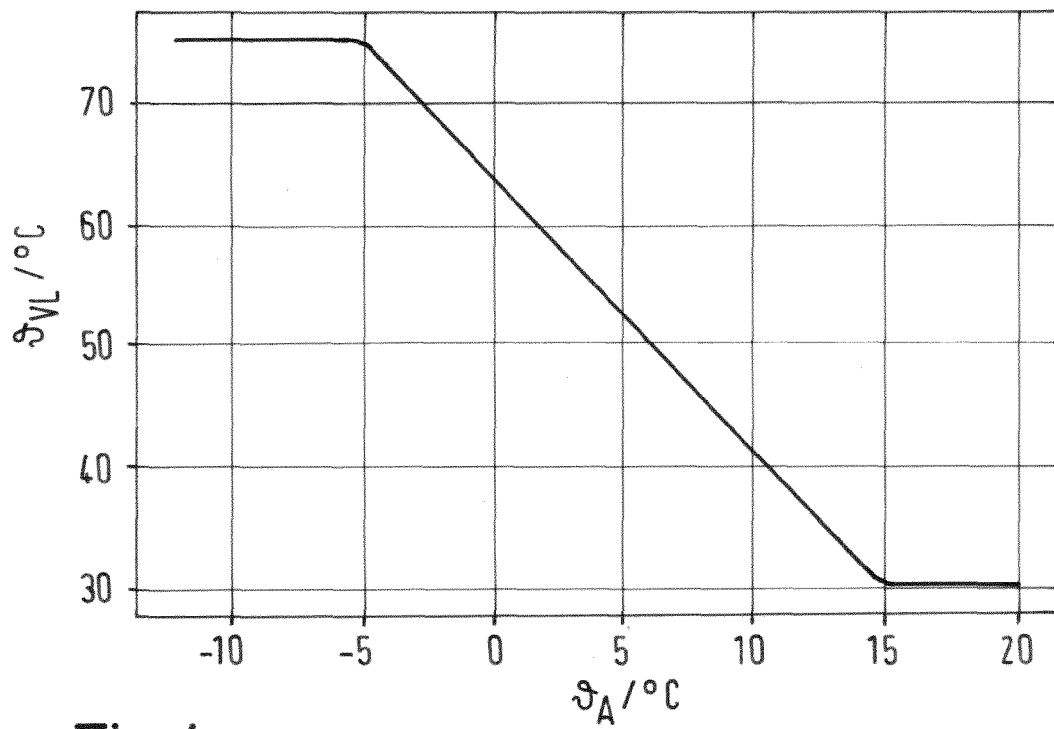


Fig.4

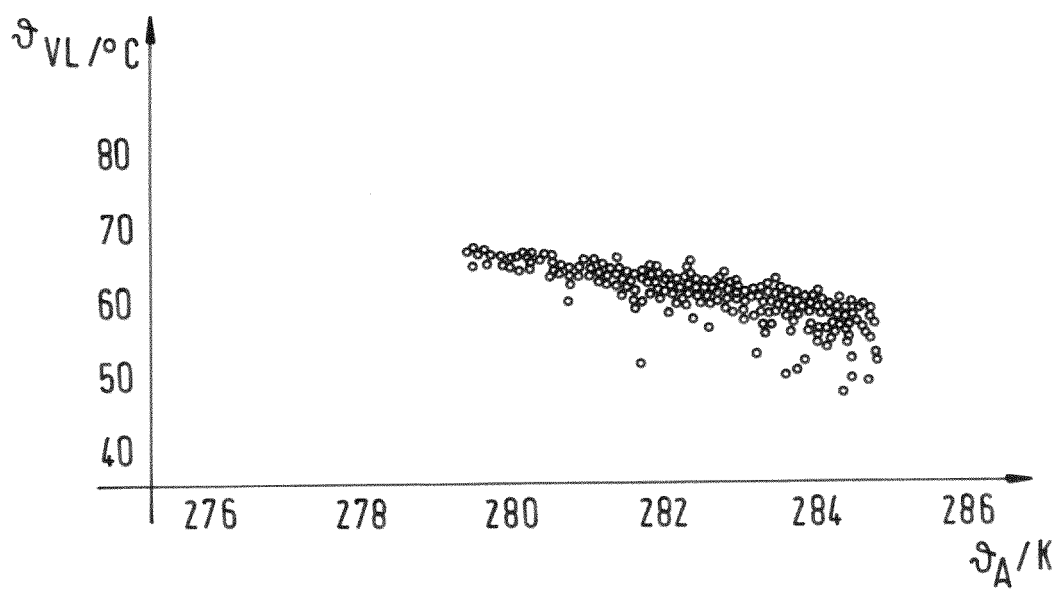


Fig.5

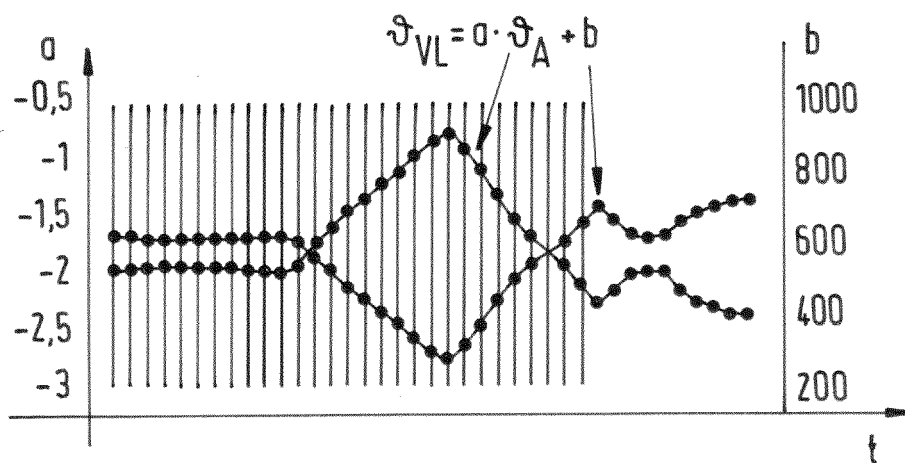


Fig.6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 4806

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 945 032 A1 (ISTA INT GMBH) 18. November 2015 (2015-11-18) * Absätze [0005] - [0045]; Abbildung 3 * -----	1-14	INV. F24H15/219 F24H15/258 F24H15/269
A, D	EP 2 214 071 A1 (TECHEM ENERGY SERVICES GMBH [DE]) 4. August 2010 (2010-08-04) * das ganze Dokument * -----	1-14	
A	EP 2 009 536 A1 (TECHEM ENERGY SERVICES GMBH [DE]) 31. Dezember 2008 (2008-12-31) * Absatz [0018] - Absatz [0021] * -----	1-14	
A	EP 3 779 286 A1 (LE HUU THOI [DE]) 17. Februar 2021 (2021-02-17) * das ganze Dokument * -----	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24H
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Oktober 2022	Prüfer Riesen, Jörg
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	

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

EP 22 17 4806

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

24-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 2945032	A1	18-11-2015	DE 102014006827 A1 DK 2945032 T3 EP 2945032 A1 PL 2945032 T3	19-11-2015 25-05-2020 18-11-2015 10-08-2020
20	EP 2214071	A1	04-08-2010	DE 102009006918 A1 EP 2214071 A1	12-08-2010 04-08-2010
25	EP 2009536	A1	31-12-2008	AT 475924 T DE 102007029631 A1 DK 2009536 T3 EP 2009536 A1 PL 2009536 T3	15-08-2010 02-01-2009 15-11-2010 31-12-2008 29-04-2011
30	EP 3779286	A1	17-02-2021	KEINE	
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

- EP 2945032 B1 [0011]
- EP 2214071 A [0012]