



(11)

EP 3 779 286 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.02.2021 Patentblatt 2021/07

(51) Int Cl.:
F24D 19/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20190171.7**

(22) Anmeldetag: **09.08.2020**

(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

(30) Priorität: **12.08.2019 DE 102019005646
16.08.2019 DE 102019005722**

(71) Anmelder: **Le, Huu-Thoi
13355 Berlin (DE)**

(72) Erfinder: **Le, Huu-Thoi
13355 Berlin (DE)**

(74) Vertreter: **Stütz, Jan
Unter den Linden 10
10117 Berlin (DE)**

(54) VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER HEIZANLAGE

(57) Verfahren zum Betrieb einer Heizungsanlage mit einer zentralen Pumpe (4), wenigstens einem Verbraucher (5) und wenigstens einem Wärmeerzeuger (1), wobei der Volumenstrom und/oder das Signal der Wärmeerzeugerleistung erfasst und/oder der Gradient der Vorlauftemperatur und/oder die Integration der Regelab-

weichung zwischen Soll- und Ist-Vorlauftemperatur über die Zeit gebildet werden, und die Adaption der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der von der Wärmegewinne bzw. Nutzereingriffe resultierenden Wirkungen angepasst wird.

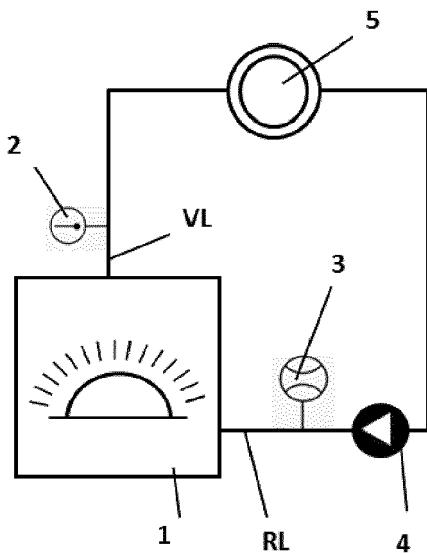


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Heizanlage insbesondere zur Anpassung der Vorlauftemperatur einer Heizungsanlage mit einer Pumpe, wenigstens einem Verbraucher und wenigstens einem Wärmeerzeuger.

[0002] In solcher Heizanlage kommt ein Heizmedium für den Wärmetransport vom Erzeuger zu einzelnen Wärmetauschern zum Einsatz. Bei einer Heizanlage wird das Heizmedium, beispielsweise Wasser, mittels z.B. einer zentralen Pumpe umgewälzt. Das Heizmedium wird vom Wärmeerzeuger erwärmt. Das erwärmte Heizmedium fließt zu den einzelnen Wärmetauschern, bekanntmaßen Heizkörpern bzw. Rohrschlangen bei Fußbodenheizungen. Mittels der einstellbaren Ventile lässt sich das Heizmedium an den Wärmetauschern bedarfsgerecht verteilen. Das Heizmedium wird dadurch gekühlt und fließt zurück zu dem Wärmeerzeuger. Als Wärmeerzeuger können Kessel, Wärmepumpe oder Übergabestation bei Fernwärme dienen.

[0003] In derzeitigen Heizungssystemen arbeiten die Komponenten wie Wärmeerzeuger, Pumpe, Thermostatventile weitgehend unabhängig voneinander. Die Thermostatventile drosseln die Masseströme in Abhängigkeit der Raumtemperaturen. Die Pumpe wird nach der Förderhöhe und die Wärmeerzeugerleistung nach der Heizkurve gesteuert. Die Heizkurve ist von der Außen-temperatur abhängig und lässt sich anhand der Auslegungsparameter bestimmen, die i.d.R. nicht verfügbar sind.

[0004] Weiterhin geht man bei der Auslegung von Heizungsanlagen von dem worst case (schlimmsten Fall) aus. Dabei muss eine Heizungsanlage in der Lage sein, das Gebäude ohne Wärmegewinne zu versorgen. Mit steigender Außentemperatur nehmen die Wärmeverluste des Gebäudes ab. Daraus folgt eine niedrigere Soll-Vorlauftemperatur. Mit anderen Worten ist die Heizkurve zur Kompensation der Wärmeeverluste vorgesehen. Dabei wird es so betrachtet, als ob keine Wärmegewinne im ganzen Jahr auftreten würden. Der Volumenstrom wäre somit konstant über die Heizperiode.

[0005] In der Realität fallen zu einem Wärmegewinne während der Nutzungszeit an. Zum anderen drehen Nutzer die Thermostatventile aufgrund der Energieeinsparung zu. Auch nimmt der Einsatz von elektronischen Heizkörper-Antrieben aufgrund des Preisverfalls deutlich zu und zeigt heute schon eine breite Anwendung. Die Eingabe von Zeitplänen für die Nutzeranwesenheit bzw. -abwesenheit führt i.d.R. zu einem geringeren Heizwärmeverbrauch. Das heißt es wird zur Beheizung des Gebäudes weniger Wärme benötigt, als aus der Außen-temperatur geschlossen werden kann. Dabei drosseln die Thermostatventile die Volumenströme durch die Heizkörper. Demzufolge verringert sich der gesamte Volumenstrom durch den Wärmetauscher des Wärmeerzeugers. Bei geringem Volumenstrom bzw. niedriger Fließgeschwindigkeit ist die benötigte Transportzeit, in

der das Heizungswasser die Strecke vom Erzeuger zum Verbraucher zurücklegt, entsprechend lang. Dadurch kühlt sich das Heizungswasser unterwegs stark ab. Die Wärmeverluste der Rohrleitungen sind somit hoch. Das beschriebene Phänomen tritt insbesondere bei Heizungsanlagen mit ungedämmten Rohrleitungen auf, die in der Praxis den Regelfall darstellen. Das bedeutet, dass der größte Teil der Energie, die das Heizungswasser erwärmt, nicht zur Beheizung der Räume zugutekommt, sondern geht unterwegs verloren.

[0006] Die Soll-Vorlauftemperatur ergibt sich aus der Heizkurve, die entweder aus Sicherheits-Maßnahme hoch eingestellt oder bei der Werkseinstellung belassen wird, die i.d.R. höher als notwendig ist. Die Wärmeerzeugerleistung wird nach der Regelabweichung zwischen der Ist- und der Soll-Vorlauftemperatur geregelt. Der Volumenstrom spielt dabei keine Rolle. Die momentane Erzeugungsenergie entspricht jedoch nicht dem aktuellen Bedarf. Liegen Wärmegewinne in den Räumen vor, bewegen sich die Heizkörperventile in Richtung ZU. Dadurch verringert sich der Volumenstrom. Somit sinkt die Leistung des Wärmeerzeugers dementsprechend. Das bedeutet, dass das Temperaturniveau auf der Erzeugungsseite höher als das des tatsächlichen Bedarfs auf der Abnehmerseite ist. Aufgrund des geringwerdenden Volumenstromes erhöhen sich die Transportzeit und der Temperaturabfall von dem Erzeuger zu den Verbrauchern.

[0007] Da die Heizkörperventile zeitverzögert reagieren und durch deren Schließen viel weniger Wärme den Räumen abgegeben werden, sinken dadurch die Raumtemperaturen wieder. Daraus folgt die Wiedereröffnung der Heizkörperventile. Als Folge davon nehmen der Volumenstrom und die Wärmeerzeugerleistung wieder zu. Dieser Vorgang wiederholt sich, tritt zyklisch (zeitversetzt) auf und ist vergleichbar mit der Fortpflanzung einer "Wärme-Welle" durch die Heizungsanlage, vom Erzeugungsort bis zum Verbrauch. Mit anderen Worten arbeiten die Heizkörperventile und Wärmeerzeuger nicht in einem stabilen Regelbereich. Verstärkt wird die Instabilität durch einen überdimensionierten Wärmeerzeuger, durch eine hocheingestellte Heizkurve und durch das Auftreten von Wärmegewinnen. Der Anlagenbetrieb ist somit energetisch ineffizient.

[0008] Bei der Fernwärme wird die Leistungsabgabe über das Regelventil geregelt. Im kleinen Bereich der Ventilöffnung ist eine exakte Leistungsregelung nicht mehr möglich. Das verursacht eine höhere Rücklauftemperatur, welche den Nutzungsgrad des Kraftwerks verringert.

[0009] Zudem wird aufgrund der Nachabsenkung (Sparbetrieb) der Wärmeerzeuger stark überdimensioniert, um eine Leistungsreserve für die Aufheizung zur Verfügung zu stellen. Weiterhin lässt sich die Wärmeerzeugerleistung in einem festdefinierten Bereich variieren, sogenannter Modulationsbereich. Unterschreitet die Wärmeerzeugerleistung die untere Modulationsgrenze, arbeitet der Wärmeerzeuger in Taktbetrieb, sog. EIN /

AUS.

[0010] Gepaart von der Überdimensionierung des Wärmeerzeugers mit Anfällen der Wärmegewinne während der Gebäudenutzung und mit hoch eingestellter Heizkurve arbeitet der Wärmeerzeuger überwiegend im Taktbetrieb. Ein Taktbetrieb verursacht nicht nur erhöhte Startemissionen. Direkt nach der Wärmeerzeugerabschaltung befinden sich die Massen des Wärmeerzeugers bei hoher Temperatur. Durch den Schornsteinzug geht die Wärme ins Freie verloren. Dabei kühlen sich die Speichermassen ab und werden beim nächsten Wärmeerzeugerstart wieder erwärmt. Auch die Kondensationswärme bei Brennwertwärmeerzeugern kommt beim Taktbetrieb nicht der Beheizung der Räume zugute, sondern geht entweder durch den Schornsteinzug ins Freie oder unterwegs durch lange Transportzeiten verloren.

[0011] Bei wandhängenden Wärmeerzeugern, die in der Regel mit kleinem Volumeninhalt ausgestattet sind, und bei geringem Volumenstrom kommt erhöhte lokale Temperatur beim Taktbetrieb zustande, da die Startleistung i.d.R. vielfach höher liegt als bei der unteren Modulationsgrenze. Die Prozesse wie Kalkablagerung, Korrosion etc. an Stellen mit überhöhten Temperaturen werden dadurch beschleunigt. Diese verschlechtern den Vorgang der Wärmeübertragung, der wiederum zu höheren Temperaturen führt. Somit entsteht ein Teufelskreis, der zum Ausfall bzw. zur Lebensdauerverkürzung des Wärmeerzeugers führt.

[0012] Eine zu hohe Vorlauftemperatur verursacht größere Wärmeverluste des Wärmeerzeugers, der Rohrleitungen, Abgasverluste, Nutzungsgradeinbuße, häufige Taktung sowie geringen COP (Coefficient of Performance) bei der Wärmepumpe.

[0013] Das Verfahren EP 1 752 852 A2 ermöglicht eine fortlaufende Anpassung der Heizkurve. Dabei werden statt Thermostatventile die drehzahlgeregelten Pumpen an jeden einzelnen Heizkörpern eingesetzt.

[0014] Beim Verfahren DE 10 2012 018 778 ist die Vorgehensweise zum dynamischen hydraulischen Abgleich, zur Pumpenadaption sowie zur Anpassung der Heizkurve beschrieben. Es setzt jedoch voraus, dass statt mechanischer Thermostatventil-Köpfe die elektronischen Heizkörperantriebe eingesetzt werden. Weiterhin ist dabei ein Informationsaustausch zwischen Heizkörperantrieben und Wärmeerzeuger erforderlich.

[0015] Die Verfahren DE 197 05 486 A1, DE 195 12 025 A1 und DE 10 2011 009 750 A1 bilden den Gradienten eines Temperaturanstiegs in der Vorlaufleitung aus. Wenn der Gradient einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, wird entweder die Wärmeerzeugerleistung reduziert oder der Wärmeerzeuger ganz ausgeschaltet. Beim Verfahren EP 2 163 822 A1 wird ebenfalls der Temperaturgradient beim Wärmeerzeugerstart ausgebildet.

[0016] In Abhängigkeit des genannten Gradienten lässt sich die Wärmeerzeugerpausenzeit variieren, um die Takthäufigkeit des Wärmeerzeugerbetriebs zu reduzieren. Das Verfahren EP 2 218 967 A2 bildet die Zu-

und Abschaltintegral aus, um den Wärmeerzeuger einzubzw. auszuschalten. Bei all den genannten Verfahren bleibt die Soll-Vorlauftemperatur der Heizkurve unverändert.

[0017] Beim Verfahren DE 10 2005 005 760 A1 wird der Heizbedarf anhand der Messung von der Wärmeerzeugerlaufzeitzeit, der Pausenzeit, und dem Modulationswert ermittelt. Analog berechnet das Verfahren DE 10 2008 054 043 A1 den aktuellen Heizbedarf aus den Messwerten wie Rücklauf-, Vorlauftemperatur und Volumenstrom. Aus dem Heizbedarf lässt sich mit Hilfe einer hinterlegten Logik die Soll-Vorlauftemperatur herleiten.

[0018] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile, die sich aus dem oben genannten Stand der Technik ergeben zu reduzieren.

[0019] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 sowie eine Heizungsanlage nach Anspruch 11 gelöst.

[0020] Erfindungsgemäß wird die Vorlauftemperatur neben einer Anpassung nach der Heizkurve in Abhängigkeit der Änderung der Wärmeerzeugerleistung bzw. eines hiervon abgeleiteten Wertes oder in Abhängigkeit der Änderung des Volumenstroms angepasst.

[0021] Das Verfahren ist für Heizungssysteme einsetzbar, die über einen (z.B. zentralen) Wärmeerzeuger, eine (z.B. zentrale) Pumpe und wenigstens einen Heizkörper verfügen. Dabei werden die o.g. Signale betriebsbegleitend aufgenommen und analysiert. Die Wirkungen der Wärmegewinne werden somit erkannt. Daraus folgt die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur.

[0022] Wie oben beschrieben ist nach dem Stand der Technik die Heizkurve zur Kompensation der Wärmeverluste vorgesehen, wobei die Wärmeverluste von der Außentemperatur abhängig sind. Wärmegewinne sind unbekannt und werden nicht berücksichtigt. Als Folge davon sinkt der Volumenstrom bei hohen Wärmegewinnen gegen Null.

[0023] Bei der vorliegenden Erfindung eines Verfahrens zur Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur eines Heizungssystems ist vorgesehen, dass die Heizkurve bei der Werkseinstellung belassen wird. Eine manuelle Einstellung ist nicht mehr erforderlich. Im laufenden Betrieb wird die Soll-Vorlauftemperatur dann in Abhängigkeit der aus den Wärmegewinnen bzw. Nutzereingriffen oder -vorgaben resultierenden Wirkungen angepasst.

[0024] Grundsätzlich unterscheiden sich Heizungsanlagen mit und ohne hydraulische Systemtrennung. Bei Anlagen mit der hydraulischen Trennung ist ein Wärmetauscher bzw. eine hydraulische Weiche zwischen dem Erzeuger und den Verbrauchern geschaltet, wodurch ein primärer und ein sekundärer Volumenstrom unabhängig voneinander entstehen. Die Anlagen mit der hydraulischen Trennung und mit Wärmespeichermöglichkeit stellt eine Besonderheit dar. Beispielsweise belädt die Wärmepumpe den Pufferspeicher, der die Wärme für die Heizungsanlage versorgt. In diesem Fall dient der Pufferspeicher als hydraulische Trennung mit der Wärmespeichermöglichkeit.

[0025] Bei den Anlagen ohne hydraulische Trennung gibt es keine Unterscheidung zwischen primärer und sekundärer Seite. Somit ist der zentrale Volumenstrom gleich die Summe aller Volumenströme durch die einzelnen Verbraucher. Im Folgenden wird das Verhalten bei den Anlagen ohne hydraulische Systemtrennung näher beschrieben. Das Anlagenverhalten mit der hydraulischen Trennung ohne Speichermöglichkeit ist analog herleitbar.

[0026] Um Energie einzusparen, werden die Räume in der Nacht nicht auf dem Komfortniveau sondern auf dem Sparmodus mit der Raumtemperatur von z.B. 17 °C beheizt, sog. Absenkbetrieb. Kurz zuvor bzw. ab dem Beginn der Nutzungszeit schaltet sich die Heizungsanlage auf den normalen Heizbetrieb um, wobei die Räume auf dem Komfortniveau mit der Raumtemperatur von z.B. 20 °C erwärmt werden.

[0027] In den frühen Morgenstunden, insbesondere direkt nach dem Betriebswechsel vom Absenk- in den Heizbetrieb, sind die Räume noch kalt, wobei die Ventile (Thermostatventile bei Heizkörper, Regelventile bei Fußbodenheizung) völlig offen sind. Dadurch fließen maximale Volumenströme durch die einzelnen Verbraucher (Heizkörper oder Fußbodenheizkreise), die viel größer als die in der Auslegung sind. Zudem ist die Temperatur des Heizungswassers niedrig, das zu dem Wärmeerzeuger zurück fließt, da die Heizungsanlage zuvor im Sparmodus war. Gepaart vom größten Volumenstrom mit der niedrigen Rücklauftemperatur liefert der Wärmeerzeuger die maximal zur Verfügung stehende Leistung, um die Soll-Vorlauftemperatur zu erreichen. In dieser Aufheizzeit ist die maximale Wärmeerzeugerleistung i.d.R. zu klein, wobei die maximale Wärmeerzeugerleistung bei 100 % Leistung des Wärmeerzeugers liegt. Mit anderen Worten bleibt die Soll-Vorlauftemperatur in dieser Phase unverändert und wird aus der eingestellten Heizkurve in Abhängigkeit der Außentemperatur berechnet.

[0028] Allgemein erkennt man die Aufheizphase daran, dass der Volumenstrom groß ist sowie der Wärmeerzeuger mit der maximalen Leistung arbeitet. Aufgrund des großen Volumenstromes nimmt die Ist-Vorlauftemperatur langsam stetig zu. Das bedeutet, dass der Gradient der Vorlauftemperatur klein ist. Weiterhin ist in dieser Phase die Ist-Vorlauftemperatur kleiner als die Soll-Vorlauftemperatur. Somit ist die Regelabweichung aus der Differenz zwischen dem Soll- und dem Ist-Wert positiv. Folglich ist die Integration der Regelabweichung über die Zeit ebenfalls positiv.

[0029] Am Wärmeerzeuger ist i.d.R. ein Sensor zur Erfassung der Vorlauftemperatur installiert. Dieser Messwert kann sowohl für die Bildung des Gradienten der Vorlauftemperatur als auch für die Berechnung der Integration der Regelabweichung über die Zeit verwendet werden. Das Signal Wärmeerzeugerleistung ist aus dem Regelgerät verfügbar. Diese drei Signale sind ausreichend, um die Aufheizphase zu erkennen. Ist ein Sensor zur Erfassung des zentralen Volumenstromes installiert, steht ein weiteres Signal für die Erkennung der Aufheiz-

phase zur Verfügung.

[0030] Wird die Aufheizphase erkannt, bleibt die Soll-Vorlauftemperatur auf dem Niveau der Heizkurve unverändert, damit die Räume schnell und ausreichend versorgt werden. Fallen in dieser Phase interne und externe Wärmegewinne an, dienen diese zur schnelleren Aufheizung der Räume.

[0031] Nach der Aufheizphase, die abhängig von der Rohrnetzstruktur sowie der installierten Anlagenkomponenten bis zu mehrere Stunden dauert, geht die Heizungsanlage in den Regelbetrieb über, wobei die Soll-Vorlauftemperatur eingehalten wird. Das bedeutet, dass keine Regelabweichung vorliegt. Somit sind der Gradient der Vorlauftemperatur sowie die Integration der Regelabweichung über die Zeit nahezu Null. Dabei werden die Räume auf dem erforderlichen Komfortniveau beheizt. Die Wärmegewinne nehmen im Laufe dieser Phase "Regelbetrieb" zu. Als Folge davon wird weniger Wärme zur Beheizung benötigt. Deshalb bewegen sich die Thermostatventile in die Richtung ZU (geschlossen) bzw. arbeiten im kleinen Hubbereich, wobei eine stetige Raumtemperaturregelung nicht mehr möglich ist. Somit verringert sich bzw. schwankt der Volumenstrom durch den Wärmeerzeuger. Dies führt dazu, dass die Wärmeerzeugerleistung dementsprechend abnimmt bzw. schwankt, um die Soll-Vorlauftemperatur einzuhalten. Mit anderen Worten ist die Abnahme der Wärmeerzeugerleistung als Ausgleich der auftretenden Wärmegewinne zu verstehen.

[0032] Erfindungsgemäß wird die Soll-Vorlauftemperatur bei Abnahme der mittleren Wärmeerzeugerleistung und/oder starker Schwankung der Wärmeerzeugerleistung schrittweise reduziert.

[0033] Liegt eine Reduzierung bzw. ein starker Abfall der Wärmeerzeugerleistung oder eine starke Schwankung der Wärmeerzeugerleistung vor, wird die Soll-Vorlauftemperatur aus der eingestellten Heizkurve schrittweise (z.B. 1, 2 oder 3 K aller 30 Minuten) verringert. Dabei ist die Reduzierungsgröße der Soll-Vorlauftemperatur (1 oder 3 K) abhängig von dem Abfall bzw. der Schwankung der Wärmeerzeugerleistung. Beispielsweise bleibt die Außentemperatur fast unverändert, während die Wärmeerzeugerleistung z.B. zwischen 70 % und 40 % innerhalb des Beobachtungintervalls von z.B. 30 Minuten schwankt, wird die Soll-Vorlauftemperatur z.B. um 3 K abgesenkt. Das entspricht einer Absenkung der Soll-Vorlauftemperatur von beispielsweise 1 K bei einer Schwankung der Wärmeerzeugerleistung von 10 %. Durch die Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur bewegen sich die Thermostatventile in die Richtung AUF (offen), wobei sich der Volumenstrom erhöht. Die Absenkung der Soll-Vorlauftemperatur bedeutet andererseits eine Verringerung der Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauf- und Rücklauftemperatur des Wärmeerzeugers. Das Ergebnis der Multiplikation von der Temperaturdifferenz mit dem Volumenstrom bleibt annähernd unverändert und entspricht der Wärmeerzeugerleistung. Nach der Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur stabilisiert

sich die Wärmeerzeugerleistung bzw. bleibt annähernd konstant. Somit werden die Wärmeversorgung und die damit verbundene Komforteinhaltung sichergestellt.

[0034] Sinkt die Wärmeerzeugerleistung nach dem vorgegebenen Beobachtungsintervall (z.B. 10, 20 oder 30 Minuten oder gar 1 Stunde) weiter ab, bedeutet dies eine weitere Zunahme der Wärmegewinne. Daraus lässt sich die Soll-Vorlauftemperatur weiter reduzieren. Steigt die Wärmeerzeugerleistung während der Beobachtungszeit merklich, wird die Soll-Vorlauftemperatur wieder erhöht, da entweder die Wärmegewinne möglicherweise wegbrechen oder die Nutzereingriffe durch das Aufdrehen der Thermostatventile vorliegen.

[0035] Erfindungsgemäß erfolgt die Absenkung der Soll-Vorlauftemperatur von der Heizkurve nicht sprunghaft sondern schrittweise, um einerseits ein stabiles Regelverhalten des gesamten Heizungssystems zu behalten und andererseits mögliche Komforteinbüßen zu vermeiden, da bei verschiedenen Räumen die Wärmegewinne unterschiedlich anfallen. Bei der Feststellung eines erhöhten Bedarfs durch höhere Wärmeerzeugerleistung wird die Soll-Vorlauftemperatur unverzüglich wieder erhöht. Die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur führt zu dem effizienteren Anlagenbetrieb, wobei die Einhaltung des Nutzerkomforts den Vorrang hat.

[0036] Bei der Adaption der Soll-Vorlauftemperatur wird das Signal Außentemperatur berücksichtigt, ob sie sich während der Beobachtungszeit signifikant geändert hat. Die Außentemperatur ist ohnehin für die Bestimmung der Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve verfügbar. Ist ein Sensor zur Erfassung des (zentralen) Volumenstromes in der Anlage installiert, kann die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur in Abhängigkeit des aktuellen Volumenstromes sowie der tendenziellen Änderung (Zu-/Abnahme) des Volumenstromes durchgeführt werden.

[0037] Mit anderen Worten ist erfindungsgemäß die tatsächliche Soll-Vorlauftemperatur von der eingestellten Heizkurve verschieden. Die Anpassung der Heizkurve erfolgt unter dem Gesichtspunkt Kompensation der Wärmeverluste mit Berücksichtigung der Wärmegewinne.

[0038] Die Phase Regelbetrieb ist gekennzeichnet durch die Einhaltung der Soll-Vorlauftemperatur (keine Regelabweichung). Dabei ist die aktuelle Wärmeerzeugerleistung kleiner als die maximale. Wird die Phase Regelbetrieb erkannt, wird die Soll-Vorlauftemperatur von der Heizkurve wie oben beschrieben angepasst.

[0039] Alternativ oder zusätzlich kann erfindungsgemäß die Aufgabe auch in anderer Weise gelöst werden. Die Heizkurve ist eine Funktion der Außentemperatur und beginnt bei dem Auslegungspunkt, der von dem Standort und der Auslegungsvorgabe abhängt. Z.B. für den Standort Berlin, Deutschland, bei dem die Norm-Außentemperatur -14 °C beträgt, soll bei der Auslegung die gewünschte Soll-Vorlauftemperatur von z.B. 70 °C sein. Das bedeutet, dass für den Standort Berlin der Auslegungspunkt (Außentemperatur -14 °C; Soll-Vorlauftem-

peratur 70 °C) beträgt. Steigt die Außentemperatur bis 20 °C, sinkt die Soll-Vorlauftemperatur näherungsweise linear auf 20 °C. Zu jeder Außentemperatur wird eine Soll-Vorlauftemperatur eindeutig zugeordnet. Bei der Außentemperatur von 20 °C beträgt die Soll-Vorlauftemperatur auch 20 °C. Das bedeutet, dass die Wärmeerzeugerleistung bei der Außentemperatur von 20 °C gleich Null ist. Bei der Norm-Außentemperatur von -14 °C sollte die Wärmeerzeugerleistung theoretisch 100 % betragen. Somit ist die Zuordnung der theoretischen Wärmeerzeugerleistung zur Außentemperatur auch eindeutig. Mit anderen Worten kann eine theoretische Wärmeerzeugerleistung zu jeder Außentemperatur ermittelt werden. Daraus kann der Zusammenhang zwischen der

5 Soll-Vorlauftemperatur und der theoretischen Wärmeerzeugerleistung hergeleitet werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Wärmeerzeuger nicht überdimensioniert ist. Bei der Überdimensionierung des Wärmeerzeugers ist eine entsprechende Skalierung vorzunehmen.

[0040] Bei einer erfassten Außentemperatur lassen sich somit sowohl die Soll-Vorlauftemperatur als auch die theoretische Wärmeerzeugerleistung bestimmen. Aufgrund der Wärmegewinne bringt der Wärmeerzeuger eine mittlere Wärmeerzeugerleistung - die im Folgenden 10 als Heizleistung genannt wird - auf, die kleiner als die theoretische ist. Setzt man die Heizleistung gleich der neuen theoretischen Leistung, ergibt sich mit Hilfe der Heizkurve eine Ziel-Soll-Vorlauftemperatur, die ebenfalls niedriger als die zuvor ermittelte Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve ist. Das bedeutet, dass die Heizkurve schrittweise auf die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur abgesenkt wird. Die schrittweise Anpassung kann z.B. in 1, 2 oder 3 K pro 30 Minuten Schritten erfolgen oder die Schrittgröße kann abhängig von der Differenz zwischen der Ist- und Soll-Vorlauftemperatur und der Ziel-Soll-Vorlauftemperatur erfolgen, z.B. 50 % der Differenz.

[0041] Brechen die Wärmegewinne möglicherweise weg oder liegen die Nutzereingriffe durch das Aufdrehen der Thermostatventile vor, steigt die Heizleistung während der Beobachtungszeit merklich. Daraus ergibt sich eine neue Ziel-Soll-Vorlauftemperatur, die dementsprechend größer als die aktuelle Soll-Vorlauftemperatur ist. Daraufhin wird die aktuelle Soll-Vorlauftemperatur schrittweise auf die neue Ziel-Soll-Vorlauftemperatur erhöht.

[0042] Erfindungsgemäß wird die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur nach einem vorgegebenen Zeitintervall z.B. dem Beobachtungszeitintervall erneut ermittelt. Die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur ist ein Zielkorridor, auf dem die Soll-Vorlauftemperatur Schritt für Schritt angenähert wird, damit keine Instabilität im gesamten Heizungssystem entsteht. Große Sprünge der Soll-Vorlauftemperatur verursachen eine instabile Verbrennungsregelung, da der Volumenstrom und die Rücklauftemperatur verzögert reagieren.

[0043] Ist der Überdimensionierungsfaktor dagegen nicht bekannt, lassen sich die theoretische Wärmeerzeugerleistung und somit die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur

nicht bestimmen. In diesem Fall wird erfindungsgemäß die Soll-Vorlauftemperatur bei nahezu unveränderter Außentemperatur schrittweise in Abhängigkeit der Reduzierungs- bzw. Erhöhungsgröße der Heizleistung verringert bzw. erhöht. Bleibt die Außentemperatur fast unverändert, während die Heizleistung z.B. von 70 % auf 50 % innerhalb des Beobachtungsintervalls von einer Stunde abnimmt, wird die Soll-Vorlauftemperatur z.B. um 2 K abgesenkt. Das entspricht einer Absenkung der Soll-Vorlauftemperatur von beispielsweise 1 K bei einer Reduzierung der Wärmeerzeugerleistung von 10 %. Direkt nach der Absenkung wird das Verhalten der Heizleistung innerhalb eines gegebenen Zeitintervalls von z.B. 1 h überwacht. Sinkt die Heizleistung nach dem vorgegebenen Beobachtungsintervall weiter ab, bedeutet dies eine weitere Zunahme der Wärmegewinne. Daraus lässt sich die Soll-Vorlauftemperatur weiter reduzieren. Steigt dagegen die Heizleistung während des Beobachtungsintervalls, bedeutet es, dass sich der Wärmebedarf erhöht. Demzufolge wird die Soll-Vorlauftemperatur wieder erhöht, um den Bedarf abzudecken bzw. den Nutzerkomfort aufrechtzuerhalten.

[0044] Alternativ lässt sich der Überdimensionierungsfaktor im laufenden Betrieb detektieren. Beispielsweise bringt der Wärmeerzeuger beim Regelbetrieb in den frühen Morgenstunden, bei denen es noch keine Wärmegewinne gibt, eine Heizleistung von z. B. 50 % auf, während die theoretische Wärmeerzeugerleistung z.B. 75 % beträgt. Das Verhältnis der theoretischen Wärmeerzeugerleistung zu der tatsächlichen Heizleistung ergibt den Überdimensionierungsfaktor. Für das genannte Beispiel beträgt somit der Überdimensionierungsfaktor 1,5. Die theoretische Wärmeerzeugerleistung lässt sich aus der Außentemperatur ermitteln.

[0045] Erfindungsgemäß werden die beiden oben beschriebenen Verfahren kombiniert angewendet, um eine sichere Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur ohne Einbüße des Nutzerkomforts vorzunehmen.

[0046] Steigen die Wärmegewinne während des Regelbetriebs weiter an, nimmt die Wärmeerzeugerleistung dementsprechend ab. Unterschreitet die Wärmeerzeugerleistung die bei der unteren Modulationsgrenze, entsteht der Taktbetrieb. Der Wärmeerzeuger schaltet sich ein und aus. Dabei ist der Volumenstrom so gering, dass die Ist-Vorlauftemperatur schnell ansteigt, obwohl der Wärmeerzeuger mit der minimalen Leistung arbeitet. Überschreitet die Ist-Vorlauftemperatur den oberen Grenzwert, der beispielsweise 5 K über der aktuellen Soll-Vorlauftemperatur liegt, schaltet sich der Wärmeerzeuger ab. Ein hoher Anstieg (Gradient) der Ist-Vorlauftemperatur während der Phase Wärmeerzeuger AN bedeutet, dass der Bedarf zur Beheizung gering ist. Dies zeigt sich durch eine kurze Wärmeerzeugerlaufzeit. Beim Wärmeerzeugerstart ist die Ist-Vorlauftemperatur kleiner als der untere Grenzwert, der beispielsweise 5 K unter der aktuellen Soll-Vorlauftemperatur liegt. Daraus ergibt sich eine positive Regelabweichung. Die Ist-Vorlauftemperatur steigt jedoch schnell an und überschreitet

den oberen Grenzwert, wobei die Ist-Temperatur wiederum größer als die Soll-Vorlauftemperatur ist. Bei der Wärmeerzeugerabschaltung ist die Regelabweichung negativ. Die Integration der Regelabweichung zwischen Soll- und Ist-Vorlauftemperatur über die Zeit während der Wärmeerzeuger AN ist betragsmäßig nahezu Null. Erfindungsgemäß wird die Integration der Regelabweichung erst begonnen, wenn die Ist-Vorlauftemperatur die Soll-Vorlauftemperatur überschreitet.

[0047] Wie oben erwähnt, ist der Anlagenbetrieb energetisch sehr ineffizient, wenn beim Taktbetrieb die Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve verwendet wird. Die hohe Soll-Vorlauftemperatur verursacht hohe Abgast- und Abstrahlungsverluste. Durch häufige Taktung sind Verschleiße der Komponenten entsprechend hoch. Die Lebensdauer des Wärmeerzeugers verkürzt sich. Aufgrund der hohen Wärmegewinne und des geringen Volumenstromes ist die Transportzeit vom Erzeuger zum Verbraucher lang, wodurch das Heizungswasser sich unterwegs stark abkühlt.

[0048] Der Taktbetrieb lässt sich durch die minimale Wärmeerzeugerleistung, kurze Wärmeerzeugerlaufzeit (Wärmeerzeuger AN und AUS), negative Regelabweichung bzw. negative Integrationsfläche der Regelabweichung über die Zeit erkennen. Dabei ist der Volumenstrom klein. Ist ein Taktbetrieb erkannt, wird die Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve schrittweise reduziert. Dadurch öffnen die Thermostatventile und der Volumenstrom erhöht sich. Beim nächsten Wärmeerzeugerstart ist die Wärmeerzeugerlaufzeit länger. Der Gradient der Vorlauftemperatur wird somit kleiner. Ist ein Sensor zur Erfassung des Volumenstromes installiert, kann die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur aufgrund des aktuellen Volumenstromes sowie der tendenziellen Änderung (Zu-/Abnahme) des Volumenstromes erfolgen.

[0049] Sinkt der Gradient der Ist-Vorlauftemperatur stark ab bzw. ist die Regelabweichung gleich Null oder steigt der Volumenstrom stark, bedeutet dies, dass der Wärmebedarf zunimmt. Demzufolge wird die Soll-Vorlauftemperatur wieder erhöht, um den Bedarf zu decken.

[0050] Gemäß einer Ausführung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren die folgenden Schritte:

- a) Bestimmung der Soll- Vorlauftemperatur der Heizungsanlage in Abhängigkeit der Außentemperatur (Heizkurve),
- b) Feststellen, ob sich die Heizungsanlage im Aufheiz-, Regel-, oder Taktbetrieb befindet,
- c) Für den Regelbetrieb: Erfassung der Heizleistung des Wärmeerzeugers und/oder eines Volumenstroms eines Heizmediums durch den/die Verbraucher und Bestimmung deren/dessen Verlauf über die Zeit,
- und Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur der Heizungsanlage bei Überschreiten eines Grenzwertes der Reduzierung der Heizleistung und/oder des Volumenstroms des Heizmediums innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums und/oder bei Überschrei-

ten eines Grenzwertes für die Schwankung der Heizleistung bzw. bei Überschreiten eines Grenzwertes für den entsprechenden Gradienten.

d) Für den Taktbetrieb: Erfassung der Wärmeerzeugerlaufzeit und/oder der Ist-Vorlauftemperatur über die Zeit, und Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur der Heizungsanlage bei Überschreiten eines Grenzwertes der Erhöhung der Ist-Vorlauftemperatur innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums bzw. bei Überschreiten eines Grenzwertes für den entsprechenden Gradienten oder bei Unterschreiten eines Grenzwertes der Wärmeerzeugerlaufzeit oder bei Unterschreiten eines Grenzwertes für den

Volumenstrom oder Unterschreiten eines Grenzwertes für den absoluten Betrag der Integration der Regelabweichung über die Zeit. Zusätzlich oder anstelle der Schritte b) bis d) können gemäß einer Ausführung auch folgende Schritte durchgeführt werden:

- e) Berechnung der theoretischen Wärmeerzeugerleistung durch Multiplikation der Heizleistung mit dem Überdimensionierungsfaktor der Heizungsanlage,
- f) Bestimmung der Ziel-Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve.

[0051] Das Verfahren wurde beispielhaft anhand einer Zweirohr-Heizungsanlage mit eingesetztem Wärmeerzeuger (1) ohne hydraulische Trennung erläutert, wird aber nicht auf diesen Anlagetyp beschränkt. Das Funktionsprinzip gilt selbstverständlich auch bei Anlagen mit hydraulischer Trennung ohne Wärmespeichermöglichkeit bzw. mit anderen Wärmeerzeugertypen (Wärmepumpe, Fernwärme etc.).

[0052] Erfindungsgemäß wird bei Übergabestationen der Fernwärme statt der Wärmeerzeugerleistung das Signal Regelventil bzw. die Position des Regelventils für die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur verwendet.

[0053] Im Folgenden folgt die Herleitung des oben aus geführten erfindungsgemäßen Verfahrens für eine typische, meist angewendete Anlage mit der hydraulischen Trennung und mit Wärmespeichermöglichkeit, die aus einer Wärmepumpe, einem Pufferspeicher und Verbrauchern bestehen. Die restlichen Anlagen mit hydraulischer Trennung lassen sich analog beschreiben.

[0054] Der primäre Volumenstrom durch die Wärmepumpe ist groß und konstant, wohingegen der sekundäre Volumenstrom vom Bedarf abhängt und gleich der Summe aller Volumenströme durch die Verbraucher ist. Der konstante Volumenstrom ist für die Einhaltung der Funktionalität der Wärmepumpe von Bedeutung.

[0055] In der Aufheizphase ist die Wärmeabnahme der Verbraucherseite größer als die Wärmeerzeugung der Wärmepumpe. Die Ist-Vorlauftemperatur ist kleiner als die Soll-Vorlauftemperatur, obwohl die Wärmepumpe mit der maximalen Leistung arbeitet.

[0056] Die Aufheizung endet und geht in die Phase

Regelbetrieb über, wenn die Ist-Vorlauftemperatur die Soll-Vorlauftemperatur erreicht. Fallen Wärmegewinne während der Gebäudenutzung an, verringert sich die Wärmeabnahme. Dabei reduziert sich der sekundäre

5 Volumenstrom. Der Pufferspeicher hat verhältnismäßig zur Heizseite der Wärmepumpe ein großes Volumen, so dass die Rücklauftemperatur aus dem Speicher zur Wärmepumpe allmählich und stetig steigt. Gepaart von dem konstanten Volumenstrom mit der steigenden Rücklauf-
10 temperatur reduziert sich die Heizleistung bei modulie- render Wärmepumpe kontinuierlich.

[0057] Mit anderen Worten hat das große Speichervolu-
15 men die Dämpfungsfunktion, sodass keine starke Schwankung der Wärmepumpenleistung zu erwarten ist.

15 Bei Überschreiten eines Grenzwertes der Reduzierung
der Heizleistung und bei unveränderter Außentempera-
tur wird die Soll-Vorlauftemperatur von der Heizkurve schrittweise reduziert. Die schrittweise Anpassung kann z.B. in 1, 2 oder 3 K pro 30 Minuten Schritten erfolgen
20 oder die Schrittgröße kann abhängig von der Änderung der Heizleistung erfolgen, z.B. 2 K pro 10% Heizleis-
tungsreduzierung.

[0058] Die Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur bedeutet eine Verringerung der Speichertemperatur und
25 somit des Speicherverlusts. Die Arbeitszahl der Wärmepumpe steigt. Die Anlage arbeitet insgesamt effizienter.
Andererseits öffnen die Ventile der Verbraucher, wo-
durch der sekundäre Volumenstrom wieder steigt. Dabei bleibt die Wärmeabnahme unverändert und der Nutzer-
30 komfort wird eingehalten.

[0059] Steigt die Heizleistung während der Beobach-
tungszeit merklich, wird die Soll-Vorlauftemperatur wie-
der erhöht, da entweder die Wärmegewinne möglicher-
weise wegbrechen oder die Nutzereingriffe durch das
35 Aufdrehen der Thermostatventile vorliegen. Ist ein Sen-
sor zur Erfassung des sekundären Volumenstromes in
der Anlage installiert - im Folgenden wird als Volumen-
strom genannt, kann die Anpassung der Soll-Vorlauftem-
peratur in Abhängigkeit des aktuellen Volumenstromes
40 sowie der tendenziellen Änderung (Zu-/Abnahme) des
Volumenstromes durchgeführt werden.

[0060] Analog zu den Anlagen ohne hydraulische
Trennung ist die Phase Regelbetrieb gekennzeichnet
durch die Einhaltung der Soll-Vorlauftemperatur (keine
45 Regelabweichung), und eine kleinere Heizleistung als
die maximale. Wird die Phase Regelbetrieb erkannt, wird
die Soll-Vorlauftemperatur - ausgehend von der Heizkur-
ve - wie oben beschrieben angepasst.

[0061] Der Begriff "ausgehend von der Heizkurve" be-
schreibt die Auswahl der Soll-Vorlauftemperatur anhand
der Heizkurve in Abhängigkeit von der Außentemperatur.
Von diesem Wert ausgehend wird erfindungsgemäß die
Ziel-Soll-Vorlauftemperatur bzw. die Soll-Vorlauftem-
peratur angepasst.

[0062] Steigen die Wärmegewinne während des Re-
gelbetriebs weiter an, sinkt die Heizleistung ab. Unter-
schreitet die Wärmepumpenleistung die bei der unteren
Modulationsgrenze, geht die Wärmepumpe in den Takt-

betrieb über. Dabei arbeitet die Wärmepumpe mit der minimalen Leistung und schaltet sich ein und aus. Da das große Speichervolumen die Dämpfungsfunktion hat, ergibt sich daraus kein schneller Anstieg bzw. kein großer Gradient der Ist-Vorlauftemperatur wie der bei den Anlagen ohne hydraulische Trennung. Sonst gilt hier die oben ausgeführte Beschreibung für die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur bei Anlagen ohne hydraulische Trennung für den Taktbetrieb vollumfänglich.

[0063] Erfindungsgemäß werden der untere und/oder obere Grenzwert für das Ein-/Ausschalten der Wärmepumpe beim Taktbetrieb in Abhängigkeit entweder der aktuellen Soll-Vorlauftemperatur oder der Reduzierungsgröße der Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve variieren - beispielsweise der obere Grenzwert mit 4 K über der Soll-Vorlauftemperatur von 50 °C; 5 K über der Soll-Vorlauftemperatur von 35 °C oder die Erhöhung des oberen Grenzwertes um 1 K bei der Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur von der Heizkurve um 2 K, um die häufige Taktung der Wärmepumpe zu verringern.

[0064] Die Arbeitsweise einstufiger Wärmepumpen, die entweder ein- oder ausschalten, entspricht dem Taktbetrieb, für den die Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur wie oben beschrieben verfahren wird. Bei der hydraulischen Trennung mit Wärmespeichermöglichkeit (einstufige Wärmepumpe, Pufferspeicher, Verbraucher) erfolgt die Adaption der Soll-Vorlauftemperatur vorzugsweise in Abhängigkeit der Reduzierung der Heizleistung, wobei die Heizleistung aus der Wärmepumpenlaufzeit und -pausenzeit ermittelt wird. Aufgrund des großen Pufferspeichervolumens ist keine große Änderung des Temperaturgradienten zu erwarten.

[0065] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer Heizungsanlage mit Zweirohrsystem ohne hydraulische Trennung wird nachfolgend anhand eines vereinfachten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Das Verfahren kann in vollem Umfang, ohne jegliche Beschränkung, auf die Anlage mit hydraulischer Trennung bzw. mit anderen Wärmeerzeugern wie Wärmepumpe, Fernwärme etc. angewendet werden.

[0066] Es zeigen

- Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung einer konventionellen Zweirohrheizung,
- Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung der Heizkurve,
- Fig. 3 Soll-Vorlauftemperatur mit / ohne Adaption,
- Fig. 4 Verhalten des Volumenstromes und der Wärmeerzeugerleistung ohne Adaption der Soll-Vorlauftemperatur,
- Fig. 5 Verhalten des Volumenstromes und der Wärmeerzeugerleistung bei adaptierter Soll-Vorlauftemperatur.

[0067] Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Beispiel für eine

konventionelle zentrale Zweirohrheizung mit einem Wärmeerzeuger (1), einem Sensor zur Erfassung der Vorlauftemperatur (2), einer Vorlaufleitung (VL), einer Rücklaufleitung (RL), einer zentralen Pumpe (4) und Verbraucher (5). Optional ist ein Sensor zur Erfassung des zentralen Volumenstromes (3) vorgesehen. Dieser Sensor ist aber nicht zwingend notwendig, um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

[0068] Zur Verdeutlichung des Verfahrens wird ein Anlagenbetrieb für einen Zeitraum vom 6:00 Uhr bis 17:00 Uhr ausgewählt, wobei die Außentemperatur ca. -6 °C um 6:00 Uhr beträgt und im Laufe der Zeit bis -3 °C steigt. Aus der Heizkurve (Fig. 2) ist eine Soll-Vorlauftemperatur von etwa 60 °C zu entnehmen. Fig. 3 zeigt die Heizkurve mit der Soll-Vorlauftemperatur von 61 °C um 6:00 Uhr und sinkt auf 59 °C ab 14:00 Uhr.

[0069] Um 6:00 Uhr schaltet sich der Wärmeerzeuger von dem Sparmodus in den normalen Heizbetrieb um. Die Wärmeerzeugerleistung beträgt direkt nach der Umschaltung 100 %. Der Aufheizbetrieb endet um ca. 7:00 Uhr. Mit anderen Worten beginnt der Regelbetrieb um 7:00 Uhr.

[0070] Fig. 4 zeigt den Anlagenbetrieb ohne Adaption der Soll-Vorlauftemperatur. Der Volumenstrom sinkt im Laufe des Tages tendenziell ab, wobei der Volumenstrom ab 12:00 Uhr schwingt. Somit entsteht eine instabile Regelung der Wärmeerzeugerleistung, die zwischen 40 % und 80 % schwankt.

[0071] Um ca. 9:30 Uhr ist der Abfall (Gradient) der Wärmeerzeugerleistung aufgrund der Wärmegewinne groß (Fig. 5), wird die Soll-Vorlauftemperatur reduziert (Fig. 3). Danach stabilisiert die Wärmeerzeugerleistung bei 60 %. Kurz vor 12:00 Uhr und nach 12:00 Uhr nehmen die Wärmegewinne weiter zu, sodass die Wärmeerzeugerleistung stark abfällt. Die Soll-Vorlauftemperatur wird dementsprechend schrittweise auf 55 °C reduziert (Fig. 3). Der Volumenstrom bleibt im Laufe des Tages konstant (Fig. 5). Die Wärmeerzeugerleistung stabilisiert sich bei ca. 50 %.

[0072] In diesem Beispiel handelt es sich um ein Gebäude mit der Heizlast von 19 kW. Die Nennleistung des verwendeten Wärmeerzeugers beträgt 26 kW. Somit ist der Überdimensionierungsfaktor 1,37. In Fig. 2 ergeben sich eine theoretische Wärmeerzeugerleistung von 80 % und eine Soll-Vorlauftemperatur 60 °C bei der Außentemperatur von -6 °C. Im Laufe des Betriebs nehmen die Wärmegewinne zu. Die mittlere Ist-Heizleistung sinkt auf 51 % ab 12:00 Uhr (Fig. 4). Multipliziert die Ist-Leistung 51 % mit dem Überdimensionierungsfaktor 1,37, ergibt sich eine neue theoretische Wärmeerzeugerleistung von 70 %. Aus der neuen theoretischen Wärmeerzeugerleistung lässt sich die neue Ziel-Soll-Vorlauftemperatur von 55 °C (Fig. 2) berechnen. Die neue Ziel-Soll-Vorlauftemperatur gilt als Zielkorridor, auf die die Heizkurve schrittweise abgesenkt wird. Im Taktbetrieb arbeitet der Wärmeerzeuger mit der minimalen Leistung. Die Heizleistung wird über das Zeitverhältnis zwischen dem Wärmeerzeuger AN und Wärmeerzeuger AUS ermittelt.

Bezugszeichenliste:

1	Wärmeerzeuger
2	Vorlauftemperatursensor
3	Volumenstromsensor
4	Pumpe
5	Verbraucher
VL	Vorlauf
RL	Rücklauf
ϑ_{Au}	Außentemperatur
ϑ_{Soll}	Soll-Vorlauftemperatur

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur einer Heizungsanlage, wobei die Heizungsanlage über einen Wärmeerzeuger (1), einen Sensor zur Erfassung der Vorlauftemperatur (2), ein Leitungssystem mit wenigstens einer Vorlaufleitung (VL) und wenigstens einer Rücklaufleitung (RL) und wenigstens einen dazwischen angeordneten Verbraucher (5) und eine Steuereinheit verfügt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Soll-Vorlauftemperatur im Laufe des Betriebs ausgehend von der Heizkurve bei Vorliegen wenigstens einer der folgenden Bedingungen innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums reduziert wird:
- bei Überschreiten eines Grenzwertes der Reduzierung der Heizleistung;
 - bei Überschreiten eines Grenzwertes der Reduzierung des Volumenstroms des Heizmediums;
 - bei Überschreiten eines Grenzwertes für die Schwankung der Heizleistung bzw. bei Überschreiten eines Grenzwertes für den entsprechenden Gradienten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizleistung ermittelt wird, wobei sich die Soll-Vorlauftemperatur schrittweise auf die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur annähern lässt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Taktbetrieb der Anlage die Reduzierung der Soll-Vorlauftemperatur der Heizungsanlage bei Vorliegen wenigstens einer der folgenden Bedingungen vorgenommen wird:
- Überschreiten eines Grenzwertes der Erhöhung der Ist-Vorlauftemperatur innerhalb eines
- 5
- vorgegebenen Zeitraums bzw. bei Überschreiten eines Grenzwertes für den entsprechenden Gradienten;
- Unterschreiten eines Grenzwertes der Wärmeerzeugerlaufzeit;
 - Unterschreiten eines Grenzwertes für den Volumenstrom;
 - Unterschreiten eines Grenzwertes für den absoluten Betrag der Integration der Regelabweichung über die Zeit.
- 10
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anpassung schrittweise jeweils nach dem Ablauf eines vorgegebenen Beobachtungszeitintervalls erfolgt.
- 15
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, die Bestimmung der Soll-Vorlauftemperatur entweder nach Verstreichen einer vorgegebenen Zeit und/oder bei Überschreiten eines Grenzwertes der Änderung der Außentemperatur in einem vorgegebenen Zeitintervall bzw. bei Überschreiten eines Grenzwertes für den entsprechenden Gradienten neu durchgeführt wird.
- 20
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Beobachtungsintervalls bei Feststellung einer zunehmenden Heizleistung für den Regelbetrieb oder einer längeren Wärmeerzeugerlaufzeit oder eines Absinkens des Gradienten der Vorlauftemperatur oder einer Regelabweichung nahezu Null für den Taktbetrieb, die letzte Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur unverzüglich rückgängig gemacht wird.
- 25
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regelbetrieb erkannt wird, wenn eine nach bestimmte Vorlauftemperatur erreicht worden ist bzw. wenn die Integration der Regelabweichung zwischen Soll-Vorlauftemperatur und Ist-Vorlauftemperatur gleich Null ist.
- 30
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Taktbetrieb dadurch erkannt wird, wenn sich der Wärmeerzeuger ein- und ausschaltet.
- 35
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Taktbetrieb der untere und/oder obere Grenzwert für das Ein-/ Ausschalten des Wärmeerzeugers in Abhängigkeit entweder der aktuellen Soll-Vorlauftemperatur oder der Reduzierungsgröße der Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve variiert werden.
- 40
- 50
- 55
10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine schrittweise Annäherung der Soll-Vorlauftemperatur im Takt und/oder im Regelbetrieb an eine mit Hilfe eines Überdimensionierungsfaktors der Heizungsanlage berechnete Ziel-Soll-Vorlauftemperatur durchgeführt wird, wobei die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur nach einer bestimmten Zeitspanne erneut ermittelt wird, und wobei die Ziel-Soll-Vorlauftemperatur bestimmt wird durch die Schritte:

5

10

Berechnung der theoretischen Wärmeerzeugerleistung durch Multiplikation der Heizleistung mit dem Überdimensionierungsfaktor der Heizungsanlage,
Bestimmung der Ziel-Soll-Vorlauftemperatur aus der Heizkurve.

15

11. Heizungsanlage mit einem Wärmeerzeuger (1), einem Sensor zur Erfassung der Vorlauftemperatur (2), einem Leitungssystem mit wenigstens einer Vorlaufleitung (VL) und wenigstens einer Rücklaufleitung (RL) und wenigstens einem dazwischen angeordneten Verbraucher (5), sowie einer Steuereinheit, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizungsanlage zur Durchführung der Anpassung der Soll-Vorlauftemperatur nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

10

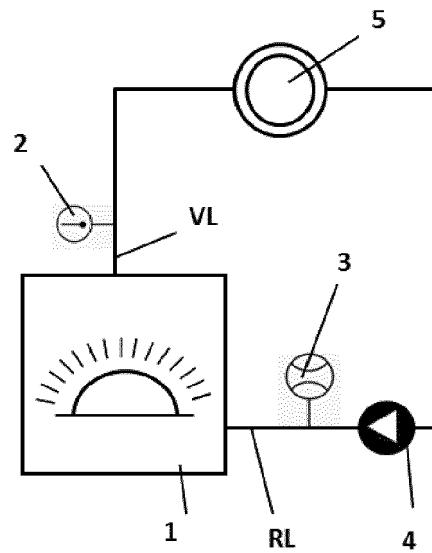


Fig. 1

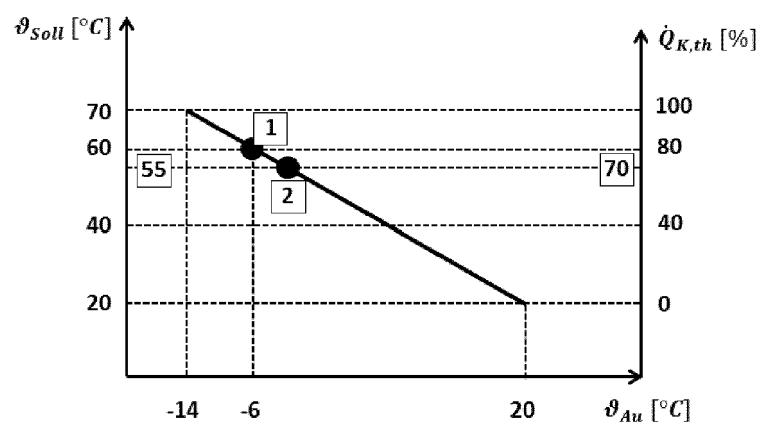


Fig. 2

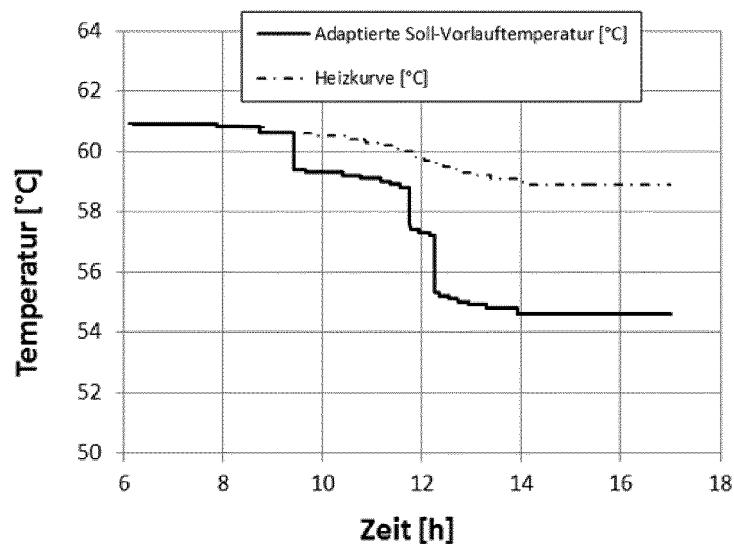


Fig. 3

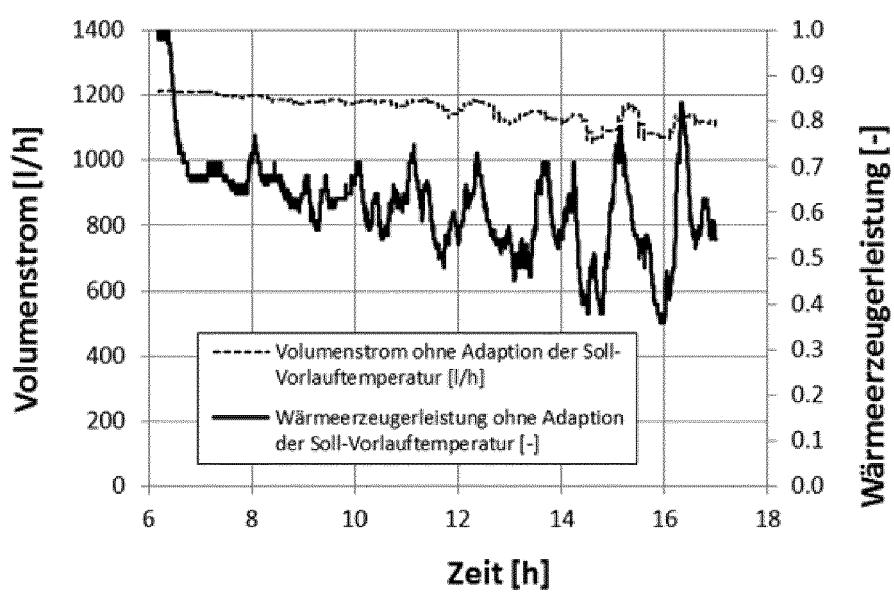


Fig. 4

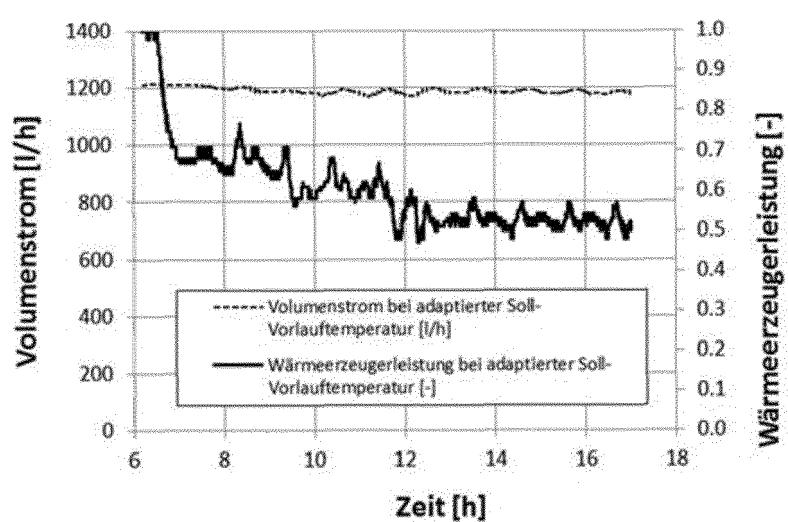


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 19 0171

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrikt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	DE 43 12 150 A1 (HENNEL EWALD [DE]; SCHROEDER WALTER H [DE]) 15. Dezember 1994 (1994-12-15) * Spalten 2-5; Abbildungen 1-4 *	1,2,4-9, 11	INV. F24D19/10
15	Y	DE 10 2013 105786 A1 (JEROMIN MICHAEL [DE]) 11. Dezember 2014 (2014-12-11) * Absätze [0002], [0007], [0019] - [0028] *	3	
20	Y	EP 1 300 634 A1 (OCHSNER KARL DIPL-ING [AT]) 9. April 2003 (2003-04-09) * Absätze [0005] - [0014]; Abbildungen 1, 2 *	10	
25	Y	DE 10 2012 101625 A1 (KERMI GMBH [DE]) 29. August 2013 (2013-08-29) * Absätze [0025], [0027], [0034] - [0036] *	10	
30	A	EP 1 508 751 A1 (VERTRIEB UND GROSSHANDEL VON H [DE]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) * das ganze Dokument *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC) F24D
35	A	DE 20 2012 012915 U1 (LE HUU THOI [DE]) 17. Juli 2014 (2014-07-17) * das ganze Dokument *	1-11	
40	A	EP 2 369 245 B1 (REHAU AG & CO [DE]) 26. September 2012 (2012-09-26) * das ganze Dokument *	1-11	
45	A	DE 29 40 790 C1 (MEYER FA RUD OTTO) 18. März 1982 (1982-03-18) * das ganze Dokument *	1-11	
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
		Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
		München	8. Dezember 2020	Schwaiger, Bernd
		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
		X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
		Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
		A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
		O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 20 19 0171

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

08-12-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 4312150 A1	15-12-1994	KEINE	
15	DE 102013105786 A1	11-12-2014	KEINE	
	EP 1300634 A1	09-04-2003	AT 371837 T AT 413893 B EP 1300634 A1	15-09-2007 15-07-2006 09-04-2003
20	DE 102012101625 A1	29-08-2013	DE 102012101625 A1 EP 2674683 A2 PL 2674683 T3	29-08-2013 18-12-2013 31-01-2020
25	EP 1508751 A1	23-02-2005	DE 10338868 A1 EP 1508751 A1	17-03-2005 23-02-2005
	DE 202012012915 U1	17-07-2014	KEINE	
30	EP 2369245 B1	26-09-2012	KEINE	
	DE 2940790 C1	18-03-1982	KEINE	
35				
40				
45				
50				
55				

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 1752852 A2 [0013]
- DE 102012018778 [0014]
- DE 19705486 A1 [0015]
- DE 19512025 A1 [0015]
- DE 102011009750 A1 [0015]
- EP 2163822 A1 [0015]
- EP 2218967 A2 [0016]
- DE 102005005760 A1 [0017]
- DE 102008054043 A1 [0017]