

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
21. November 2013 (21.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/170853 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2013/100182
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Mai 2013 (16.05.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2012 104 268.3 16. Mai 2012 (16.05.2012) DE
- (71) Anmelder: **WZG-TECHNIK GMBH** [DE/DE]; Industriestraße A 7, 01612 Glaubitz (DE).
- (72) Erfinder: **NEUMANN, Werner**; Wölfnitzer Ring 14, 01169 Dresden (DE).
- (74) Anwalt: **GOTTFRIED, Hans-Peter**; Hamburger Str. 10, 01067 Dresden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING HEAT DISSIPATION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER WÄRMEABGABE

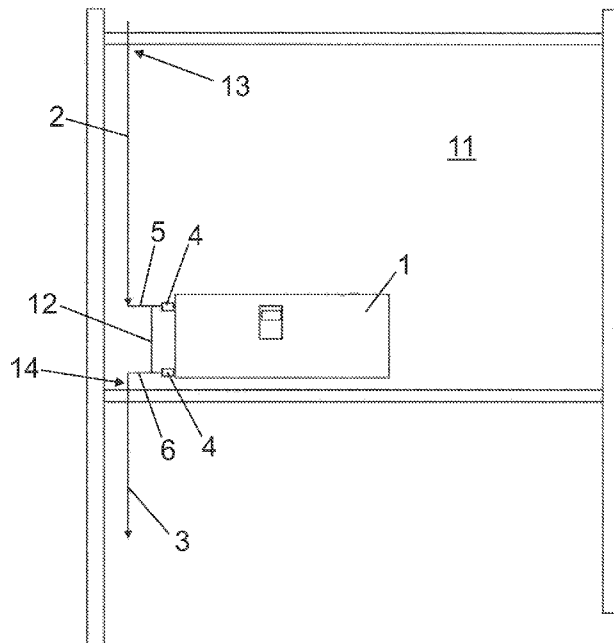


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for determining heat dissipation in a thermal system, in particular a room heating system. According to the invention, at least one temperature measurement is taken on a supply duct (5) upstream from the thermal system (1) and at least one temperature measurement is taken on a return duct (6) downstream from the thermal system (1), and the measured temperature values are transmitted to an evaluation unit (7), where the same are arithmetically associated with the characteristic thermal data of the thermal system (1) to obtain a loss value.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeabgabe an einer wärmetechnischen Anlage, insbesondere bei der Raumheizung, wobei wenigstens eine Temperaturmessung an einer Zuleitung (5) zu der wärmetechnischen Anlage (1) und wenigstens eine Temperaturmessung an einer Rückleitung (6) von der wärmetechnischen Anlage (1) erfolgt, die Temperaturmesswerte zu einer Auswerteeinheit (7) übertragen und dort mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage (1) rechentechnisch zu einem Verlustwert verknüpft werden.



Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeabgabe

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeabgabe, insbesondere bei der Raumheizung und für Einrohrheizungsanlagen. Derartige Heizungsanlagen sind durch einen einfachen Aufbau und weiterhin dadurch charakterisiert, dass alle an einem Strang befindlichen Heizkörper nacheinander von dem Wärmeträgermedium, im Normalfall Warmwasser, durchflossen werden. Dadurch nimmt die Vorlauftemperatur von Heizkörper zu Heizkörper ab, was durch eine entsprechende Dimensionierung der Heizkörper ausgeglichen wird. Die Heizkörper am Beginn des Strangs sind am kleinsten, da sie das Wärmeträgermedium mit den höchsten Vorlauftemperaturen erhalten, entsprechend sind die Heizkörper am Ende des Strangs am größten ausgelegt.

Die Suche nach einer technisch vertrauenswürdigen und der tatsächlichen Heizwärmeabnahme entsprechenden Messung für die einzelnen zum Gebäude gehörenden Räume wird schon seit langem auf unterschiedliche Weise versucht. Dabei besteht stets ein Spannungsfeld zwischen einer einfachen, ungenauen Lösung auf der einen Seite und einer aufwändigen, teuren und wartungsintensiven Lösung auf der anderen Seite.

Bekannt ist, dass Verbrauchsmessgeräte für Wärme den Durchfluss und die Temperatur des Heizmediums in der Vor- und Rücklaufleitung invasiv messen und daraus über die Zeit den Wärmeverbrauch bestimmen. Bekannt ist weiterhin, dass die Temperatur nur am Heizkörper oder am Heizkörper und in der Luft gemessen wird und daraus nach der Produktskala oder Einheitsskala der Wärmeverbrauch ermittelt wird. Diese Messungen führen jedoch zu Ergebnissen, die nicht den tatsächlichen Wärmeverbrauch sowie dessen Verteilung in Einzelräumen bzw. Häusern widerspiegeln.

Sehr genaue Messungen sind mit Ermittlung des Volumenstroms und der Temperatur des Wärmeträgermediums möglich. Eine solche Lösung ist in der Druckschrift DE 20 2009 004 507 U1 dargestellt. Dabei kommen zwei zueinander beabstandete Temperatursensoren zur Messung der Temperaturen in einem Heizstrang zum Einsatz, dazu ein Volumenmesser, der in einem Abschnitt des Einrohrheizsystems angebracht ist und zur Messung des durch das Einrohrheizsystem strömenden Volumens des Heizmediums dient. Eine Auswerteeinheit gibt eine Temperaturdifferenz aus und berücksichtigt die Daten des Volumenmessers. Hieraus

kann nun die Wärmemenge ermittelt werden, die dem einzelnen Heizkörper, Raum oder der Wohneinheit zugeflossen ist.

Ein solches System ist jedoch sehr aufwändig, da stets ein Volumenmesser in das Leitungsrohr eingesetzt werden muss. Weiterhin bedarf ein Volumenmesser einer Eichung nach festgelegter Zeit und weist dennoch, unter anderem bedingt durch die unterschiedlichen Temperaturen, regelmäßig einen recht hohen Messfehler auf. Weitere Fehlerquellen sind die Temperaturfühler und die Auswerteeinheit, wobei sich die einzelnen Fehler zu einem inakzeptabel hohen Gesamtfehler summieren können. Zudem ist der Volumenmesser verschleißanfällig und bei dessen Ausfall ist gar keine Messung der Wärmemenge mehr möglich. Zudem beeinflusst ein Volumenmesser und auch die Temperatursensoren im Strömungsprofil die hydraulischen Verhältnisse im System. Dies ist in Heizungsanlagen besonders nachteilig, da diese durch ihre Auslegung und zusätzlich über gesonderte Ventile so abgestimmt sind, dass eine optimale Verteilung des Wärmeträgermediums erfolgt.

Sehr weit verbreitet sind die recht einfachen und preiswerten Heizkostenverteiler, die einen Wärmeverbrauchswert direkt an den Heizkörpern erfassen. Diese Heizkostenverteiler unterliegen jedoch keiner Eichpflicht und zeigen Werte an, die nicht den realen Verbrauch in den Räumen darstellen. Abgesehen davon entstehen Messfehler durch Kaltanzeige, Fremdwärmeerkennung, mangelhafte Montage oder Programmierung sowie bewusste Manipulationen. Von daher wird nur ein Teil der in Rechnung zu stellenden Gesamtwärmemenge über die Ergebnisse der Heizkostenverteiler, der Rest hingegen über die Wohnfläche umgelegt. Das regt nicht zum sparsamen Umgang mit der Heizungswärme an, denn es wird nur eine Verteilung bestimmt, nicht aber der Verbrauch ermittelt.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Systeme besteht darin, dass allein die von den Heizkörpern abgegebene Wärme berücksichtigt wird. Tatsächlich wird aber ein Teil der Heizwärme über die Leitungsrohre, die als Zuleitungen für das Wärmeträgermedium dienen, in die Räume eingetragen. Insbesondere in den ersten Räumen am Strang einer Einrohrheizung, wo hohe Vorlauftemperaturen auftreten, ist dieser Effekt vergleichsweise bedeutsam.

Die Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzubieten, die kostengünstig und einfach aufgebaut ist und sich leicht und manipulationssicher installieren lässt.

Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung der Wärmeabgabe an einer wärmetechnischen Anlage, wobei wenigstens eine Temperaturmessung an einer Zuleitung zu der wärmetechnischen Anlage und wenigstens eine Temperaturmessung an einer Rückleitung von der wärmetechnischen Anlage erfolgt, die Temperaturmesswerte zu einer Auswerteeinheit übertragen und dort mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage und einem Umgebungstemperaturwert rechentechnisch zu einem Verlustwert verknüpft werden. Solche wärmetechnischen Anlagen, bei denen erfindungsgemäß der Verlust bestimmbar ist, sind Fernwärmeleitungen oder Industrieanlagen. Durch die Ermittlung der Wärmeverluste kann beispielsweise mangelhafte oder beschädigte Isolation auf einfache Weise ermittelt werden. Auch die thermische Effizienz einer wärmetechnischen Anlage ist bestimmbar. Insbesondere ist jedoch die Messung des Wärmeverbrauchs in Räumen vorgesehen, in denen Heizkörper oder andere Wärmeüberträger installiert sind.

Eine besonders vorteilhafte Anwendung des Verfahrens erfolgt bei einem Heizkörper in einem Raum, der als wärmetechnische Anlage im Sinne der Erfindung fungiert. Dabei ist der Umgebungstemperaturwert der Raumtemperaturwert und der Wärmeverbrauch bei der Raumheizung wird bestimmt. Die Erfindung ist demnach für die Ermittlung des Wärmeverbrauchs in einzelnen Räumen von Wohn- und Bürogebäuden, bevorzugt Einrohrheizsysteme, konzipiert. Es ist jedoch auch ein Einsatz bei anderen Wärmeverbrauchern, bei denen die Menge der zugeführten Wärme zu ermitteln ist, vorgesehen. Der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt besonders vorteilhaft in Einrohrheizungsanlagen, jedoch ist auch ein Einsatz in Heizungsanlagen, die nach anderen Prinzipien funktionieren, vorgesehen.

Das Verfahren sieht die Messung der Vor- und Rücklauftemperatur unmittelbar am Heizkörper und die Umrechnung der Normleistung des Heizkörpers auf die gemessenen Betriebsbedingungen vor. Weiterhin kann der Wärmezähler mittels der gemessenen Temperaturdaten, d.h.

T_V – Vorlauftemperatur

T_R – Rücklauftemperatur

T_{Luft} – Raumtemperatur

ΔT – Temperaturdifferenz

die Wärmeabgabe der Rohrleitungen errechnen und diese zum Heizkörperverbrauch addieren und somit den Gesamtwärmeverbrauch des Raumes anzeigen.

Es erfolgt die Messung von wenigstens einem Temperaturwert T_V , T_R oder T_{Luft} in jedem Raum, wobei auch vorgesehen ist das zwei oder drei der Temperaturwerte gemessen werden. Der Raumsensor ist durch ein Gehäuse vor den Einflüssen von Zugluft u. ä. geschützt. Alle Sensorgehäuse sind durch Plomben oder Sicherungsmarken vor Manipulation geschützt.

Die Temperatursensoren für T_V , T_R und T_{Luft} werden in jedem Gerät gemeinsam kalibriert. Damit wird gewährleistet, dass der Messfehler bei der Ermittlung von Temperaturdifferenzen zwischen zwei Sensoren vernachlässigt werden kann, d. h., die ermittelten Differenztemperaturen ΔT sind sehr genau, da auch die Bauart der Sensorgehäuse von T_V und T_R sowie deren Befestigung gleich sind.

Die Häufigkeit der Temperaturmessungen ist programmierbar. Bevorzugt werden mindestens vier Messwerte pro Minute ermittelt. Die Messwerterfassung für alle drei Sensoren erfolgt zeitgleich.

Für die Temperaturmessung gelten folgende Grenzwertbedingungen:

$$1. \quad \Delta T_{HK} = T_V - T_R \geq 0,25 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{HK} < 0,25 \text{ °C} = 0$$

wobei ΔT_{HK} = Temperaturdifferenz am Heizkörper

$$2. \quad \Delta T_{ROHR} = \frac{T_V + T_R}{2} - T_{Luft} \geq 5 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{ROHR} < 5 \text{ °C} = 0$$

Heizkörper können mit einem Bypass ausgerüstet sein, der bei geschlossenem Heizkörperventil den Durchfluss durch das Gesamtsystem sicherstellt, indem er den nicht durchströmten Heizkörper überbrückt. Sofern der Heizkörper einen Bypass aufweist, ist dieser immer vollständig thermisch zu isolieren. Hierdurch werden Verfälschungen der Messwerte unterbunden.

Bei der bevorzugten, besonders einfachen und kostengünstigen Ausführungsform werden die Kenndaten des Heizkörpers und die vorgegebene Raumtemperatur als theoretischer Sollwert in der Auswerteeinheit gespeichert. Alternative Ausführungsformen sehen jedoch andere Formen der Bereitstellung dieser fixen Werte vor, beispielsweise durch Zuleitung aus einem externen Speicher. Dies kann auch für jede Berechnung erneut erfolgen. Es ist in diesem Fall auch vorgesehen, dass eine Auswerteeinheit für mehrere Heizkörper bzw. Räume zugleich oder nacheinander die Messwerte verarbeitet und einen Verbrauchswert für jeden Heizkörper bzw. Raum ausgibt.

Die Berechnung des Wärmeverbrauchs erfolgt unter Hinzuziehung der Leitungsdaten des Heizkörpers, die als Normdaten vom Hersteller ermittelt wurden und für jeden Heizkörpertyp bekannt sind. Werden diese Normdaten mit den aktuellen Betriebsbedingungen rechnerisch verknüpft, ist die Wärmeabgabe des Heizkörpers, respektive der Wärmeverbrauch, ermittelbar. Diese Berechnungsmethode basiert auf der Norm DIN EN 442.

Aus den gemessenen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen T_V , T_R wird für einen Zeitabschnitt ein mittleres ΔT gebildet, das für die Errechnung der Leistung des Heizkörpers in diesem Zeitabschnitt genutzt wird. Die Summe der Produkte aus der errechneten Leistung P multipliziert mit dem Zeitraum (Dauer) t der Messung ergibt den Wärmeverbrauch für diesen Zeitraum t , beispielsweise einen Monat. Die Berechnung der Leistung P erfolgt nach der Formel

$$P = P_{Norm} \cdot \left(\frac{\Delta T_{ln}}{49,83} \right)^n$$

wobei

$$\Delta T_{ln} = \frac{T_V - T_R}{\ln \frac{T_V - T_{Luft}}{T_R - T_{Luft}}}$$

ist. Der Wärmeverbrauch eines Raumes ergibt sich in erster Linie aus der Wärmeabgabe des installierten Heizkörpers. Der Exponent n der Heizkörperkennlinie ist eine Herstellerangabe, beispielsweise $n = 1,3$ für Radiatoren, $n = 1,25$ für Rippenheizkörper oder $n = 1,2 \dots 1,3$ für Plattenheizkörper. Der Faktor 49,83 gibt die logarithmisch gemittelte Übertemperatur des Heizkörpers in K an. Die weitere Berechnung des gesamten Wärmeverbrauchs erfolgt nach folgendem Verfahren:

$$P_{\text{Ges.}} = P_{\text{HK}} + P_{\text{ROHR}}$$

$$P_{\text{ROHR}} = K * A * \Delta T_{\text{ROHR}}$$

$$\Delta T_{\text{ROHR}} = \frac{T_V + T_R}{2} - T_{\text{Luft}}$$

$$P_{\text{Ges.}} = P_{\text{NORM}} * \frac{\frac{T_V - T_R}{T_V - T_{\text{Luft}}}}{\frac{T_R - T_{\text{Luft}}}{49,83}} + \left[K * A * \left(\frac{T_V + T_R}{2} - T_{\text{Luft}} \right) \right]$$

Der gesamte Wärmeverbrauch $W_{\text{Ges.}}$ errechnet sich als Zeitintegral der Gesamtleistung.

$$W_{\text{Ges.}} = \int_1^n P_{\text{Ges.}} * t_n$$

Die Verwendung eines festen Sollwertes für die Raumlufttemperatur t_{Luft} bringt neben der Vereinfachung der Messvorrichtung noch einen besonderen Anreiz zum sparsamen Wärmeverbrauch, da ein Abnehmer, der durch hohe Wärmeabnahme seine Raumtemperatur über dem Sollwert einstellt, mit überproportional hohen Kosten belastet wird. Sparsame Nutzer, die eine Raumtemperatur unter der vorgegebenen Normtemperatur einstellen, werden durch geringere Verbrauchskosten bevorzugt.

Dies scheint auch gerechtfertigt, da bei hohen Vorlauftemperaturen, die für eine hohe Raumtemperatur erforderlich sind, besonders große Energieverluste und damit erhöhte Kosten auftreten. So ist der Wärmeverlust beim Transport des Wärmeträgermediums durch die Rohrleitungen bei höherer Temperaturdifferenz gegenüber der Umgebung größer. Sparsame

Wärmeerzeuger wie Brennwertthermen sind bei höherer Vorlauftemperatur weniger sparsam, da eine starke Auskühlung des Rauchgases nicht mehr erfolgen kann.

Eine alternative Ausführungsform sieht dennoch vor, dass der Raumtemperaturwert durch einen gesonderten Sensor ermittelt und der Auswerteeinheit der jeweils gültige Momentanwert zugeführt wird. Dadurch kann eine besonders genaue Ermittlung des Wärmeverbrauchs erfolgen, auch wenn die Räume Temperaturen aufweisen, die stark voneinander abweichen. Vorgesehen ist hierfür bevorzugt ein bekannter Temperatursensor für Gase wie Luft, der an einem geeigneten Ort in dem zu erfassenden Raum installiert wird.

Besondere Vorteile ergeben sich, wenn auch die Wärmeabgabe über die Leitungsrohre von Vorlauf und Rücklauf als ergänzende wärmetechnische Kenndaten bei der Ermittlung des zeitabhängigen Verbrauchswertes in der Auswerteeinheit Berücksichtigung finden. Der Wärmeverbrauch eines Raumes ergibt sich aus der Wärmeabgabe des installierten Heizkörpers zuzüglich der Wärmeabgabe durch die Leitungen. Mit deren Berücksichtigung kann nämlich auch die Wärmemenge berücksichtigt werden, die über die Leitungsrohre, beispielsweise für Vorlauf und Rücklauf, in den Raum gelangt. Dies ist besonders bedeutsam am Beginn eines Stranges einer Einrohrheizung, wo die Vorlauftemperatur noch sehr hoch und die Wärmeabgabe über die Leitungsrohre bedingt durch die große Temperaturdifferenz zwischen Rohroberfläche und Umgebungsluft entsprechend groß ist.

Dieser Anteil der über die Leitungsrohre abgegebenen Wärme wird bevorzugt durch einen Koeffizienten als Teil der Abgabe des Heizkörpers berücksichtigt. Die Größe des Koeffizienten ergibt sich aus der Leistungsabgabe des Rohrsystems P_{Rohr} bei Normalbedingungen im Verhältnis zur Normalleistung des Heizkörpers. Als Temperaturwerte können die am Ein- bzw. Ausgang des Heizkörpers ermittelten genutzt werden. Alternative Arten der Berücksichtigung dieser Leistungsabgabe des Rohrsystems P_{Rohr} anstelle des Koeffizienten C sind vorgesehen, beispielsweise durch gesonderte Ermittlung und spätere Addition des Verbrauchswertes. Die Ermittlung erfolgt nach bekannten Formeln.

Eine besonders genaue Messung der Wärmeabgabe über die Leitungsrohre von Vorlauf und Rücklauf erfolgt, wenn hierzu an einem Raumeintrittspunkt und/ oder an einem Raumaustrittspunkt jeweils eine Temperaturmessung erfolgt, der Messwert an die Auswerteeinheit übertragen wird und in die Ermittlung des zeitabhängigen Verbrauchswertes

einfließt. Am Raumeintrittspunkt liegt die höchste Temperatur an, am Raumaustrittspunkt die niedrigste. Ist der Heizkörper abgestellt, erfolgt die Raumheizung ausschließlich über die Leitungsrohre und ohne dass ein Wärmeverbrauch am Heizkörper registriert würde. Besonders vorteilhaft werden bei gleichzeitig heizendem Heizkörper die Temperaturdifferenzen jeweils zwischen Raumeintrittspunkt und Zuleitung Heizkörper einerseits sowie Rückleitung Heizkörper und Raumaustrittspunkt andererseits bei der Ermittlung der Wärmeabgabe über die Leitungsrohre berücksichtigt. Diese Berechnung erfolgt ebenfalls in der Auswerteeinheit.

Besonders günstig ist es, wenn die Temperaturmessung an der Oberfläche wenigstens eines von einem Wärmeträgermedium durchströmten Element erfolgt. Bevorzugt sind das die Leitungsrohre von Vorlauf, Rücklauf, Zuleitung und Rückleitung. Dabei wird die Temperatur jeweils durch ein nichtinvasives Verfahren an der Rohroberfläche gemessen. Das geschieht bevorzugt durch einen auf einfache Weise direkt auf die Oberfläche aufgebrachten, beispielsweise mit dieser verklebten Kontaktsensor. Alternativ sind jedoch auch andere Verfahren vorgesehen, wie zum Beispiel eine berührungslose Infrarotmessung. Auch beim genauen Ort der Messung sind Abweichungen von der bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, indem beispielsweise die Temperaturmessung am Heizkörper an geeigneter Stelle, bevorzugt in der Nähe des Eintritts bzw. Austritts des Wärmeträgermediums, erfolgt. In jedem Fall erfolgt die Messung innerhalb einer thermisch isolierten Kapsel, die um das Leitungsrohr herum angeordnet ist und den Temperatursensor in ihrem Inneren aufnimmt.

Dadurch ist die vorgesehene Art der Temperaturmessung für Erstinstallation und Nachrüstung gleichermaßen geeignet. Insbesondere beeinflusst sie nicht die hydraulischen Eigenschaften des Systems, da kein Eingriff in den Querschnitt der Leitungen erfolgt und die Strömungsverhältnisse unverändert bleiben.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin gelöst durch eine Vorrichtung zur Bestimmung des Wärmeverlusts an einer wärmetechnischen Anlage, wobei die wärmetechnische Anlage wenigstens einen Temperatursensor an einer Zuleitung zu der wärmetechnischen Anlage, wenigstens einen Temperatursensor an einer Rückleitung von der wärmetechnischen Anlage aufweist und eine Auswerteeinheit zumindest zur rechentechnischen Verknüpfung von Temperaturmesswerten mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage zu einem Verbrauchswert vorgesehen ist.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Auswerteeinheit zur rechentechnischen Verknüpfung zumindest von Temperaturmesswerten mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage und auch einem Umgebungstemperaturwert zu einem Verbrauchswert ausgebildet ist. Der Umgebungstemperaturwert ermöglicht eine genauere Bestimmung des Wärmeverlusts und ermöglicht darüber hinaus, eine Kennlinie in die Ermittlung einzubeziehen, nach der die Kenndaten der wärmetechnischen Anlage sich temperaturabhängig ändern.

Ein besonders vorteilhafter Einsatz ist vorgesehen, wenn die wärmetechnische Anlage als Heizkörper in einem Raum ausgeführt ist. Der Umgebungstemperaturwert ist dann der Raumtemperaturwert. Die Auswerteeinheit ist so ausgebildet, dass der Wärmeverbrauch bei der Raumheizung bestimmbar ist. Der Einsatz ist damit bei der Raumheizung und auch für Einrohrheizungsanlagen vorgesehen, wobei ein Heizkörper oder eine Gruppe von Heizkörpern wenigstens einen Temperatursensor an einer Zuleitung, wenigstens einen Temperatursensor an einer Rückleitung des Heizkörpers aufweist und eine Auswerteeinheit zur rechentechnischen Verknüpfung von Temperaturmesswerten mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten des Heizkörpers und einem Raumtemperaturwert zu einem bevorzugt zeitabhängigen oder alternativ absoluten Verbrauchswert vorgesehen ist. Die Übermittlung der Messwerte der Sensoren an die Auswerteeinheit erfolgt bevorzugt über energiesparende Signalleitungen, es sind jedoch auch alternative Formen der Signalübertragung vorgesehen, wie beispielsweise über eine Funkverbindung. Diese vermindert den Installationsaufwand und vereinfacht die Ausführung der Gesamtanlage als Splitgerät mit verteilten, miteinander kommunizierenden Elementen.

Es hat sich als günstig erwiesen, wenn ein Sensor zur Ermittlung eines Raumtemperaturwertes vorgesehen ist. Dieser zusätzliche Sensor speist seinen Messwert ebenfalls in die Auswerteeinheit ein und sorgt damit für ein genaueres Ergebnis im Vergleich zu einem festen Vorgabewert. Im Sinne der Erfindung umfasst die Anordnung des Temperatursensors an einer Zuleitung bzw. an einer Rückleitung auch einen Sensor in der Nähe einer Zuleitung bzw. einer Rückleitung, beispielsweise beabstandet zu der Leitung oder am Heizkörper in der Nähe des Eintritts der Zuleitung in diesen bzw. des Austritts der Rückleitung.

Eine besonders hohe Messgenauigkeit ist zu erwarten, wenn wenigstens ein Temperatursensor an einem Raumeintrittspunkt und/ oder an einem Raumaustrittspunkt, bevorzugt direkt an einem Leitungsrohr, vorgesehen ist. Die Sensoren an Raumeintrittspunkt und an Raumaustrittspunkt sind zur Lieferung vom Messwerten zur ausschließlichen Bestimmung des Wärmeverlustes vorgesehen, alternativ auch zur Gewinnung von weiteren Messwerten für die Auswerteeinheit neben den werten von Vor- und Rücklauf eines Heizkörpers. Die Anordnung der Sensoren an Raumeintrittspunkt und an Raumaustrittspunkt erfolgt in aller Regel einerseits der Bereich der Raumdecke, wo das Leitungsrohr aus dem darüber liegenden Geschoss in den Raum eintritt, und andererseits der Fußbodenbereich, wo das Leitungsrohr in das darunterliegende Geschoss des Gebäudes eintritt. Bei anderen wärmetechnischen Anlagen ist es der Beginn bzw. das Ende des zu betrachtenden Abschnitts, z.B. einer Fernwärmeleitung, deren Wärmeverlust bestimmt werden soll. Der Wärmeverlust im Leitungsrohr bzw. die Wärmeabgabe in den Raum, insbesondere auch bei abgestelltem Heizkörper, wird somit ermittelt und eine exakte Gesamtwärmemenge, die in den Raum abgegeben wurde, als Ergebnis ausgegeben.

Der Sensor ist thermisch isoliert gekapselt an dem Leitungsrohr befestigt, alternativ zu diesem beabstandet, insbesondere sofern eine Messung der Wärmestrahlung erfolgt.

Es hat sich als günstig erweisen, wenn wenigstens einer der Temperatursensoren als Kontaktsensor mit einem Leitungsrohr, beispielsweise für Vorlauf, Rücklauf, Zuleitung oder Rückleitung, verklebt ist. Dieser Sensor ist somit in direktem Kontakt mit dem Leitungsrohr, wodurch über längere Dauer und ohne die Notwendigkeit einer Wartung eine gleichbleibend genaue Messung möglich ist. Zudem kann ein zerstörungsfreies Entfernen des Sensors unmöglich gemacht und damit eine Manipulationsmöglichkeit genommen werden. Alternative Ausführungen des Sensors sind jedoch vorgesehen, beispielsweise eine berührungslose Ausführung durch einen Infrarotsensor, der die Oberflächentemperatur auf dem Rohr ermittelt.

Vorteilhafterweise ist wenigstens einer der Temperatursensoren oder der Sensor für die Raumluft manipulationsgesichert gekapselt. Dies geschieht bevorzugt durch ein verplombtes Gehäuse, das besonders bevorzugt im Falle der Temperatursensoren auch thermoisoliert und/ oder vergossen ist. Eine Manipulation wird dann zumindest sichtbar, bevorzugt aber unmöglich. Eine thermoisolierte Ausführung, bevorzugt vergossen, verhindert auch eine

nichtinvasive Manipulation durch Auskühlen des Sensors von außen. Dies wird durch die Isolation verhindert, eine Temperaturveränderung am Sensor tritt nicht ein.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wärmeaufnahme mit einem Heizkörper, der an ein Rohrheizsystem angeschlossen ist; und

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines installierten erfindungsgemäßen Temperatursensors.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wärmeaufnahme am Beispiel einer Raumheizung mit Heizkörpern mit einem Heizkörper 1, der an ein Rohrheizsystem angeschlossen ist. Der Heizkörper 1 erhält das Wärmeträgermedium, in der Regel Warmwasser, über den Vorlauf 2, der in die Zuleitung 5 mündet. Die Zuleitung 5 verbindet den Vorlauf 2 mit dem Heizkörper 1 und weist zudem den Temperatursensor 4 auf. Dieser ist in der bevorzugten Ausführungsform auf der Oberfläche des Leitungsrohrs aufgebracht, so dass zur Installation der Vorrichtung zur Wärmeaufnahme kein Eingriff in das System nötig ist. Besonders bevorzugt wird der Wärmesensor im Interesse einer einfachen und schnellen Installation mittels einer Schnappschelle auf das Rohr aufgeklickt, alternativ auf andere Weise befestigt, beispielsweise verklebt. Eine Installation in bestehende Systeme ist daher sehr einfach realisierbar. Ein weiterer Temperatursensor 4 ist in entsprechender Weise an der Rückleitung 6 angebracht, die den Heizkörper 1 mit dem Rücklauf 3 verbindet.

Ein Bypass 12 kommt zum Einsatz, wenn der Heizkörper 1 abgestellt ist und nicht vom Wärmeträgermedium durchflossen wird, um die Versorgung der anderen Heizkörper in dem Strang der Einrohrheizung zu sichern. In diesem Fall erfolgt weiterhin eine Wärmeabgabe zumindest über die Oberflächen der Leitungsrohre von Vorlauf 2, Bypass 12 und Rücklauf 3. Diese wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform ebenfalls berücksichtigt, wie weiter unten erläutert.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Temperatursensors 4, der in einem Sensorgehäuse 9 gekapselt an der Oberfläche einer Zuleitung 5 oder einer Rückleitung 6 angebracht ist. Eine Signalleitung 10 verbindet den Temperatursensor 4 mit einer Auswerteeinheit 7. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Signalleitung 10 einige Zentimeter, besonders bevorzugt 2 bis 3 Zentimeter, in dem gekapselten, thermisch isolierten Sensorgehäuse 9 verlegt, um den Einfluss der thermischen Leitfähigkeit der Signalleitung 10 durch Wärmeableitung nach draußen zu minimieren.

In die Auswerteeinheit 7 werden in der dargestellten Ausführungsform zudem die Messwerte eines Sensors 8 eingespeist, der die Umgebungs- oder Raumtemperatur misst.

In einer alternativen Ausführungsform ist anstelle der Signalleitungen 10, 10' eine andere Form der Signalübertragung gewählt, beispielsweise über ein Funksignal. Entsprechendes trifft auf die Übertragung der Messwerte des Sensors 8 über die Signalleitung 10'' zu. Das Sensorgehäuse 9 ist so ausgeführt, dass es durch eine Plombe sicherbar ist, wodurch Manipulationen am Sensor vermeidbar, zumindest aber erkennbar werden.

Die Auswerteeinheit 7 ist so ausgeführt, dass sie mit den Kenndaten des Heizkörpers, dessen Wärmeverbrauch zu messen ist, programmierbar ist, alternativ diese Werte aus einem externen Speicher abrufen. In einer bevorzugten Ausführungsform wird weiterhin die Oberfläche der Rohre von Vorlauf 2 und Rücklauf 3 und deren Wärmeabgabe in den betreffenden Raum mitberücksichtigt. Besonders bevorzugt werden hierzu weitere Sensoren am Eintritt des Vorlaufs 2 in den Raum (Raumeintrittspunkt 13) und am Austritt des Rücklaufs 3 aus dem Raum 11 (Raumaustrittspunkt 14) eingesetzt. Deren Messdaten werden ebenfalls in die Auswerteeinheit 7 eingespeist. Die Daten für die monatliche Abrechnung des Wärmeverbrauchs können nach der Berechnung in der Auswerteeinheit 7 durch diese sowohl in Wärmeverbrauchseinheiten als auch in Euro dargestellt werden.

Die gesamte Anlage mit ihren Komponenten kann als in den Heizkörper integrierte Messvorrichtung oder aber als Splitgerät ausgeführt sein, bei dem die Komponenten an verschiedenen Orten angebracht und miteinander signaltechnisch verknüpft sind. Letztere Variante ist insbesondere dann vonnöten, wenn Temperaturmesswerte für die vom Heizkörper weiter entfernten Raumeintrittspunkt 13 und Raumaustrittspunkt 14 ermittelt und in der Auswerteeinheit 7 verarbeitet werden sollen.

In einem Ausführungsbeispiel gibt ein Heizkörper unter Normalbedingungen (75 °C Vorlauf, 65 °C Rücklauf, 20 °C Umgebungstemperatur) eine Leistung von 1000 W ab. Er ist über eine in dem betreffenden Raum verlaufende Rohrleitung von insgesamt $L = 4$ m Länge und einem Außendurchmesser von $D = 22$ mm an das Heizungssystem angeschlossen. Die Wärmeabgabe des Leitungsrohrs P_{Rohr} ergibt sich wie folgt:

$K = 13 \text{ W/m}^2$ (Wasser-Stahl-Luft)

$$A = \pi \cdot D \cdot L$$

$$P_{\text{Rohr}} = K \cdot A \cdot \Delta T_{\text{Rohr}} = 13 \cdot \pi \cdot 0,022 \cdot 4 \cdot 50 = 179,7 \text{ W}$$

Die Leistungsabgabe des Leitungsrohrs P_{Rohr} beträgt somit 179,7 Watt.

Berechnung des Koeffizienten C , der den Anteil der Heizung durch das Leitungsrohr widerspiegelt:

$$C = \frac{179,7 \text{ W}}{1000 \text{ W}} = 0,1797$$

Der Wärmeverbrauch des Raumes W_R ergibt sich dann unter Berücksichtigung der jeweiligen Dauer t der Abgabe der Wärmeleistung von Heizkörper und Leitungsrohr aus

$$W_R = P_1 \cdot t_1 + (P_1 \cdot t_1) \cdot C \dots$$

$$W_R = \left[\int_1^n (T) \cdot P_n \cdot t_n \right] \cdot [1 + C]$$

Die Ergebniswerte aus der Auswerteeinheit können visuell oder mit technischer Unterstützung als Daten ausgelesen werden. Weiterhin ist die direkte Übertragung der Daten über eine Datenleitung, per Funk oder auf andere, nach dem Stand der Technik bekannte Weise zur Abrechnungsstelle vorgesehen.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt die Messung von maximal drei Temperaturwerten in jedem Raum – T_V , T_R und T_{Luft} . Die Messung von T_V und T_R erfolgt besonders bevorzugt durch Clamp-on-Sensoren, welche sich in einem thermoisolierten Gehäuse befinden. Die Befestigung der Sensoren erfolgt jeweils unmittelbar am Vorlauf bzw. Rücklauf am Heizkörper. Die Messung der Raumtemperatur erfolgt zwischen 0,5 und 2,5,

bevorzugt in 1,50 m Höhe über dem Boden in einem Abstand größer als 0,5 m, bevorzugt $\geq 1,0$ m vom Heizkörperperrand.

Der Raumsensor ist durch ein Gehäuse vor den Einflüssen von Zugluft u. ä. geschützt.

Alle Sensorgehäuse sind durch Plomben oder Sicherungsmarken vor Manipulation geschützt.

Bezugs- und Formelzeichenliste

- 1 Anlage, Heizkörper
- 2 Vorlauf
- 3 Rücklauf
- 4 Temperatursensor
- 5 Zuleitung Anlage/ Heizkörper
- 6 Rückleitung Anlage/ Heizkörper
- 7 Auswerteeinheit
- 8 Sensor Raumtemperatur
- 9 Sensorgehäuse
- 10 Signalleitung
- 11 Raum
- 12 Bypass
- 13 Raumeintrittspunkt
- 14 Raumaustrittspunkt

P_{Rohr} = [Wärmeabgabe des Rohrsystems] = W

$P_{\text{Ges.}}$ = [gesamter Wärmeverbrauch im Raum] = W

P_{HK} = [Wärmeabgabe des Heizkörpers] = W

P_{Norm} = [Normleistung der Heizkörper gemäß Herstellerangabe] = W

ΔT_{ln} – logarithmisch gemittelte Übertemperatur des Heizkörpers in K

P_1, P_2, P_n = Leistung im Zeitraum 1, 2, n

K - [Wärmeübergangskoeffizient] = W/(m²*K)

A – [Rohroberfläche] = m²

L – [Rohrlänge] = m

π - Konstante

T_V - [Vorlauftemperatur] = °C

T_R – [Rücklauftemperatur] = °C

T_{Luft} – [Raumlufttemperatur] = °C

t_1, t_2, t_n - Dauer der Abgabe der Wärmeleistung im Zeitraum 1, 2, n

ΔT_{ln} – [logarithmische Übertemperatur] = K

ΔT_{Norm} – [Berechnungstemperaturdifferenz] = K

n - Exponent der Heizkörperkennlinie gemäß Herstellerangabe

W_{Ges} = [gesamter Wärmeverbrauch] = W

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Wärmeabgabe an einer wärmetechnischen Anlage, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Temperaturmessung an einer Zuleitung (5) zu der wärmetechnischen Anlage (1) und wenigstens eine Temperaturmessung an einer Rückleitung (6) von der wärmetechnischen Anlage (1) erfolgt, die Temperaturmesswerte zu einer Auswerteeinheit (7) übertragen und dort mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage (1) rechentechnisch zu einem Verlustwert verknüpft werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ein Umgebungstemperaturwert an die Auswerteeinheit (7) übertragen und dort zusammen mit den Temperaturmesswerte und den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage (1) rechentechnisch zu einem Verlustwert verknüpft wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wärmetechnische Anlage (1) ein Heizkörper in einem Raum (11), der Umgebungstemperaturwert der Raumtemperaturwert ist und der Wärmeverbrauch bei der Raumheizung bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuleitung (5) zu der wärmetechnischen Anlage (1) ein Raumeintrittspunkt (13) und die Rückleitung (6) von der wärmetechnischen Anlage (1) ein Raumaustrittspunkt (14) ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuleitung (5) zu der wärmetechnischen Anlage (1) ein Leitungsrohr von einem Vorlauf (2) und die Rückleitung (6) von der wärmetechnischen Anlage (1) ein Leitungsrohr von einem Rücklauf (3) ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Raumtemperaturwert durch einen Sensor (8) ermittelt und der Auswerteeinheit (7) zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeabgabe über die Leitungsrohre von Vorlauf (2) und Rücklauf (3), die mit dem Heizkörper (1) verbunden sind, als ergänzende wärmetechnische Kenndaten bei der Ermittlung des Verbrauchswertes in der Auswerteeinheit (7) Berücksichtigung finden.

8. Vorrichtung zur Bestimmung des Wärmeverlusts an einer wärmetechnischen Anlage, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wärmetechnische Anlage (1) wenigstens einen Temperatursensor (4) an einer Zuleitung (5) zu der wärmetechnischen Anlage (1), wenigstens einen Temperatursensor (4) an einer Rückleitung (6) von der wärmetechnischen Anlage (1) aufweist und eine Auswerteeinheit (7) zumindest zur rechentechnischen Verknüpfung von Temperaturmesswerten mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage (1) zu einem Verbrauchswert ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) zur rechentechnischen Verknüpfung zumindest von Temperaturmesswerten mit den charakteristischen wärmetechnischen Kenndaten der wärmetechnischen Anlage (1) und auch einem Umgebungstemperaturwert zu einem Verbrauchswert ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wärmetechnische Anlage (1) als Heizkörper in einem Raum (11) ausgeführt, der Umgebungstemperaturwert der Raumtemperaturwert und die Auswerteeinheit (7) so ausgebildet ist, dass der Wärmeverbrauch bei der Raumheizung bestimmbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (8) zur Ermittlung eines Raumtemperaturwertes vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Temperatursensor (4) an einem Raumeintrittspunkt (13) und/ oder an einem Raumaustrittspunkt (14) vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Temperatursensor (4) an einem ein Leitungsrohr von einem Vorlauf (2) und/ oder an Leitungsrohr von einem Rücklauf (3) zur Gewinnung von weiteren Messwerten für die Auswerteeinheit (7) vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der Temperatursensoren (4) als Kontaktsensor mit einem Leitungsrohr wärmeleitend verbunden und thermisch isoliert gekapselt sowie wenigstens einer der Temperatursensoren (4) oder der Sensor (8) manipulationsgesichert gekapselt sind.

111

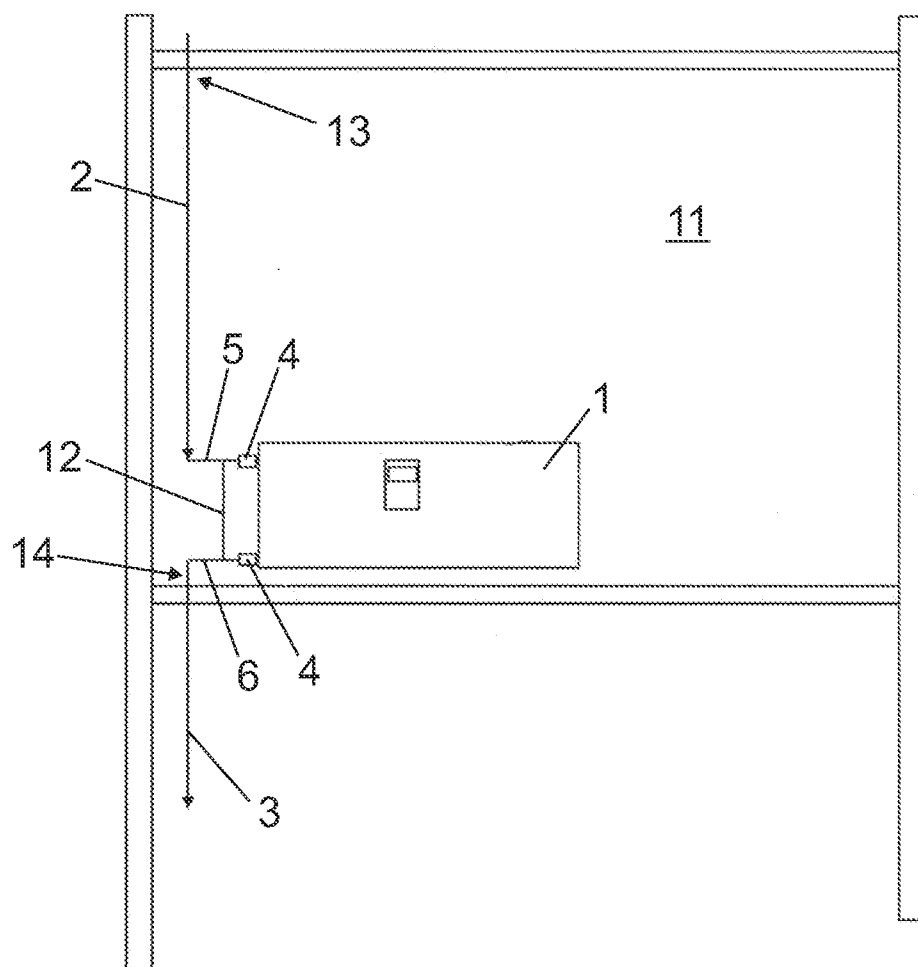


Fig. 1

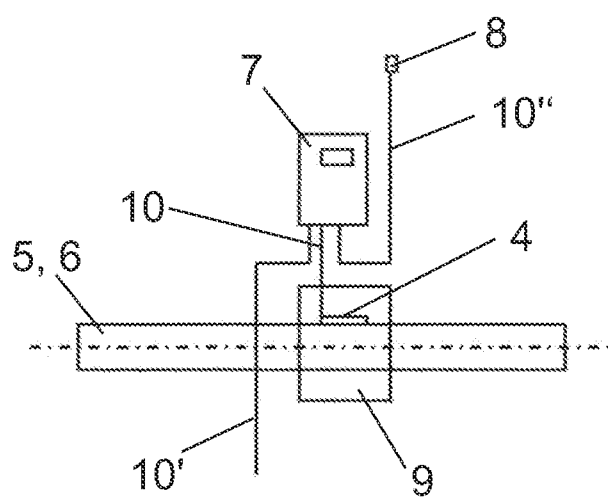


Fig. 2