(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 367 961**

(51) Int. Cl.:
G01K 17/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **05707340 .5**
(96) Fecha de presentación : **11.02.2005**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1730482**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **13.12.2006**

(54) Título: **Determinación de la carga térmica de un edificio.**

(30) Prioridad: **20.02.2004 DE 10 2004 008 521**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.11.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.11.2011

(73) Titular/es: **TESTO AG.**
Testostrasse 1
75853 Lenzkirch, DE
Martin Donath

(72) Inventor/es: **Donath, Martin y**
Hoyer, Knut

(74) Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Determinación de la carga térmica de un edificio.

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para determinar la carga térmica (también conocida como carga de calefacción) de un edificio calentado mediante una instalación de calefacción, calentándose la instalación de calefacción con generación de gases de escape mediante combustible y apareciendo en el edificio una temperatura exterior así como una temperatura interior.

La utilización racional de energía es desde el punto de vista económico y ecológico urgentemente necesaria. Por ello, el ahorro de energía es una medida tanto para la reducción de costes como para la protección del medioambiente y puede lograrse o bien prescindiendo de la energía o bien mediante soluciones técnicas inteligentes. El comportamiento técnico energético y medioambiental de calderas de calefacción se encuentra de manera estricta en esta área de aplicación. Hasta el momento, las valoraciones de la eficacia energética se han basado sobre todo en observaciones estáticas. La interacción entre la instalación y el edificio se produce sin embargo de manera dinámica. Así, de manera condicionada, el rendimiento indicado por los fabricantes de las calderas de calefacción se aleja considerablemente en muchos casos de la eficacia lograda en el funcionamiento práctico.

Una causa se encuentra, entre otras cosas, en que por un “necesidad de seguridad o comodidad” mal entendida estas instalaciones se diseñan en muchos casos demasiado grandes. Esto afecta no sólo a las instalaciones privadas, sino en gran medida también a los edificios de uso público y comercial. La consecuencia de un sobredimensionamiento es que las instalaciones termotécnicas durante la mayor parte del tiempo del periodo de calentamiento se hacen funcionar en situaciones de carga parcial poco económicas. Partiendo de esta situación poco satisfactoria, para mejorar la eficacia energética de un edificio, existe la necesidad de detectar la necesidad calorífica real del edificio que va a calentarse, para a continuación poder adaptar la instalación de calefacción de manera óptima a la misma.

Hasta el momento, por regla general, en la determinación de la eficacia energética para el calentamiento de un edificio existente se procede de la siguiente manera: al edificio que va a valorarse desde el punto de vista energético se le asocia en función de su año de construcción una tipología de manera correspondiente. A partir de planos o una inspección se realiza un informe de la superficie para determinar la geometría del edificio. Mediante la comparación con valores globales a partir de un catálogo de elementos constructivos se determinan los coeficientes de transmisión de calor correspondientes. A partir de estos datos se calculan mediante programas de software existentes las pérdidas térmicas por transmisión y por ventilación y a partir de aquí, la necesidad de calor de calefacción. La eficacia de la instalación se calcula basándose en un catálogo de sistemas de calefacción, deduciéndose la eficacia energética en la valoración a partir de la técnica de instalación utilizada y el año de construcción. A partir de los datos así determinados se establece el balance global con respecto a la demanda energética final, la demanda energética primaria y la emisión de CO_2 y se clasifica el edificio según una escala de valoración.

Este procedimiento es controvertido por los factores de valoración en parte subjetivos, de modo que surge la necesidad de un procedimiento, que tenga una base objetiva.

La eficacia energética de una instalación de calefacción se aleja en mayor medida de un punto óptimo, cuanto más se desvíe la potencia instalada de la carga del edificio (sobredimensionamiento). Por ello, la determinación de la carga del edificio tiene una función central en la mejora de la eficacia energética. La carga del edificio, en el caso de un calentamiento, es la pérdida de potencia térmica máxima del edificio y se calcula según la norma DIN 4701/VDI 2067 para la temperatura exterior válida de manera estadística, local, más baja.

Las instalaciones de calefacción se configuran o se diseñan desde el punto de vista técnico según esta carga térmica. La potencia instalada (potencia nominal) es suficiente para, en caso de que de manera continua predomine la temperatura de diseño teniendo en cuenta las condiciones de viento, compensar las pérdidas por transmisión y ventilación del edificio. Además se añade la potencia necesaria para proporcionar agua caliente. En general, en este caso, no se tiene en cuenta el comportamiento específico del usuario.

Para la determinación de medición de la carga ya se aplican individualmente procedimientos, que por medio de una medición del flujo calorífico calculan esta carga, pero que de este modo aún no pueden indicar nada sobre la optimización de una instalación. Además se indican procedimientos en patentes, que en parte integran el trabajo del combustible de la caldera en la operación de cálculo. En estos procedimientos, sin embargo, el comportamiento no estacionario provocado por el funcionamiento cíclico o la modulación de la caldera, de una instalación de calefacción, no se considera o se considera de manera insuficiente. Este comportamiento no estacionario se produce cuando la necesidad de potencia se encuentra por debajo de la potencia instalada y determina así la disparidad entre la eficacia real y el rendimiento medida puntualmente por aparatos de análisis de gases de escape o definido por el fabricante.

Por el documento DE 3 730 529 A1 se conoce un procedimiento para medir un número característico de dimensión definido por la relación de utilización teórica con respecto a la utilización real, de un equipo de calefacción de una instalación de calefacción, en el que mediante la medición de la utilización teórica por medio de la medición de la

temperatura exterior a intervalos de tiempo constantes con la formación de un valor medio y la multiplicación por un factor climático, así como mediante la medición simultánea de la utilización real mediante la medición continua del tiempo de conexión del equipo de calefacción con respecto al tiempo de medición mínimo predeterminado se determina la necesidad calorífica. En este procedimiento es desventajoso el hecho de que es necesaria una denominada “caldera de medición”, que requiere un coste de instalación elevado.

Por el documento DE 3 626 281 C2 se conoce un procedimiento, en el que la determinación de la cantidad de calor se produce mediante un termogenerador utilizado, que presenta un rendimiento elevado. En este caso un periodo de tiempo de observación se divide en periodos de tiempo de medición individuales y el número de horas de funcionamiento teórico del termogenerador con elevado rendimiento se relaciona con el periodo de tiempo de medición como función de la temperatura exterior. La cantidad de calor, que emite el termogenerador utilizado en el periodo de tiempo de observación al objeto calentado, se calcula entonces a partir de su potencia nominal teniendo en cuenta el rendimiento de la caldera, las pérdidas por disponibilidad, así como a partir del número de horas de funcionamiento real. La potencia nominal se determina a su vez para un termogenerador adaptado a la necesidad calorífica con ayuda del cociente a partir del número de horas de funcionamiento real y el número de horas de funcionamiento teórico. Si bien este procedimiento no requiere intervenciones tan importantes en el sistema de calefacción como en el caso del documento DE 3 730 529 A1 mencionado anteriormente, sin embargo se parte de numerosas suposiciones, que sólo se refieren a un caso promedio, de modo que la necesidad calorífica determinada puede desviarse considerablemente a su vez de la necesidad calorífica real. Así, por ejemplo, sólo se utiliza el rendimiento de la caldera determinado una vez por el fabricante.

Por el documento DE 27 53 485 se conoce un dispositivo para la determinación del rendimiento de un aparato de calefacción, calculándose el rendimiento a partir de las concentraciones de oxígeno medidas en el gas de escape y del aire de combustión alimentado, así como a partir de la temperatura del gas de escape. El documento US 4 054 408 se refiere a un procedimiento para optimizar la combustión en un horno. El documento US 4 621 528 se refiere a un procedimiento para la determinación de un tamaño adecuado de un horno.

Por el documento DE 100 62 581 se conoce un procedimiento, en el que en función del tiempo se mide la temperatura exterior y en función del tiempo una magnitud característica para una emisión de energía de la fuente de calor al sistema de calefacción y a partir de los valores medidos se calcula la necesidad calorífica nominal. El cálculo de la emisión de energía de la fuente de calor se basa, sin embargo, también en diferentes suposiciones, que falsifican una determinación exacta de la emisión de energía real.

El objetivo de la invención es por tanto indicar un procedimiento y una disposición del tipo mencionado al inicio, que no presenten estos inconvenientes.

El objetivo se soluciona mediante un procedimiento según la reivindicación 1, así como mediante una disposición según la reivindicación 42. Configuraciones y perfeccionamiento del concepto de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Es ventajoso según la invención, que la eficacia real en particular en función del comportamiento respectivo del usuario entra en los cálculos del trabajo térmico emitido por la instalación de calefacción al edificio. La invención se basa en este caso en el conocimiento de que el rendimiento puede oscilar considerablemente a lo largo del tiempo. En la presente invención se detecta ahora exactamente el rendimiento a lo largo del tiempo y se evalúa con las magnitudes medidas de manera síncrona con esto a lo largo de un periodo de tiempo de observación determinado. De este modo se alcanza una independencia considerable de la carga térmica determinada de influencias dinámicas. La carga térmica determinada según la invención es por tanto claramente más precisa que en el caso de todos los procedimientos conocidos.

Teniendo en cuenta la eficacia según la invención puede llevarse a cabo una determinación correcta de la carga y posteriormente de la eficacia energética de una instalación de calefacción, cuando la potencia de combustible momentánea se incluye en el cálculo. A partir de la carga térmica puede calcularse necesidad de calor de calefacción anual. En un cálculo posterior también puede determinarse entonces la necesidad energética primaria anual a partir de los medios energéticos utilizados.

El sistema según la invención se caracteriza con respecto a los procedimientos conocidos por lo siguiente:

- El sistema puede realizarse de manera móvil y funciona sin intervenir en la propia instalación.

- La tecnología de instalaciones instalada (por ejemplo, caldera) se utiliza por medio de sensores como fuente de datos.

- En caso de un calentamiento autárquico del edificio con una caldera se produce la determinación computacional de la eficacia a partir del análisis diferenciado del número y tipo de las operaciones de inicio y situaciones de carga parcial de la caldera de calefacción por medio de captaciones momentáneas discretas.

- El sistema también ofrece la posibilidad de obtener indicaciones concretas sobre las pérdidas térmicas por transmisión y ventilación del edificio y las pérdidas térmicas debidas al comportamiento del usuario.

- El sistema permite, basándose en la carga térmica determinada con una medición, proporcionar números característicos objetivos para crear un certificado de eficiencia energética, como, por ejemplo, el cálculo de la necesidad energética anual.

- El procedimiento permite valorar la instalación con respecto a la optimización del comportamiento en funcionamiento, la mejora de la configuración de la instalación y de la modificación del comportamiento del usuario.

- El sistema puede ampliarse respecto a demandas futuras para diagnósticos del edificio mediante la integración de magnitudes de medición adicionales o el procesamiento e interpretación de datos de medición.

La inclusión del comportamiento no estacionario de la caldera para la determinación de la carga térmica mediante una técnica de medición y procedimientos de cálculo correspondientes ofrece por tanto una ganancia de precisión considerable. Esto se consigue individualmente mediante las etapas siguientes:

Se determinan, es decir, suponen, calculan o miden potencia de combustible, temperatura interior (por ejemplo, constante) y temperatura del aire de combustión (por ejemplo, constante y/o igual a la temperatura interior) respectivamente a lo largo del tiempo en un periodo de tiempo de observación con una duración de observación determinada. Además se miden parámetros de concentración de gases de escape, la temperatura del gas de escape y la temperatura exterior respectivamente a lo largo del tiempo en este periodo de tiempo de observación con una duración de observación determinada. Mediante una medición en función del tiempo (en particular en función del tiempo real, es decir, exactamente síncrona) de las magnitudes mencionadas se da una asociación temporal unívoca de las magnitudes individuales entre sí, de modo que las magnitudes calculadas a partir de aquí, tales como, por ejemplo, el rendimiento de la instalación de calefacción también pueden calcularse en función del tiempo, es decir, de manera que pueden asociarse a cada momento individual y/o los mismos momentos.

El rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo se calcula a partir de las magnitudes en función del tiempo: parámetro de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape y temperatura del aire de combustión en el periodo de tiempo de observación, así como, dado el caso, otras magnitudes tales como, por ejemplo, parámetros dependientes del combustible, de modo que se obtiene un transcurso del rendimiento a lo largo del tiempo. Además, dado el caso, también pueden medirse parámetros adicionales, tales como, por ejemplo, la concentración de CO y recurrirse a los mismos para el cálculo.

Además, a partir del transcurso de la temperatura exterior a lo largo del tiempo se determina la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación. A partir del transcurso del rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo y la potencia de combustible a lo largo del tiempo se determina un trabajo de calefacción medio generado a la temperatura exterior media. Así se obtiene una indicación sobre a qué temperatura exterior media se generó qué trabajo de calefacción medio.

A partir del trabajo de calefacción medio a la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación se determina un trabajo de calefacción máximo que va a generarse a una temperatura exterior media mínima (por ejemplo, la media más baja de dos días) teniendo en cuenta la temperatura límite de calefacción o la temperatura interior media en el periodo de tiempo de observación o una temperatura interior predeterminada. Mediante la extrapolación de la potencia de caldeo media a una temperatura exterior media hasta una potencia de caldeo máxima a una temperatura exterior mínima se consigue prácticamente una normalización, de modo que la potencia de caldeo máxima puede compararse con otros valores. Un valor habitual para la temperatura exterior mínima es -15ºC, suponiéndose como temperatura exterior permitida máxima, a la que la determinación de la carga térmica aún es útil, por ejemplo 12ºC.

La carga térmica (valor de potencia o carga de calefacción) de la instalación de calefacción se calcula finalmente a partir del trabajo de calefacción máximo y la duración de observación. Ésta es muy exacta por la detección del valor de medición en función del tiempo estrictamente síncrona y su evaluación.

Como parámetro de concentración de gases de escape, en el procedimiento descrito anteriormente, puede utilizarse la concentración de dióxido de carbono en el gas de escape o la concentración de oxígeno en el gas de escape. Ambas pueden determinarse fácilmente con una técnica de medición habitual.

La determinación del rendimiento η_K de la caldera de calefacción se realiza, por ejemplo, preferiblemente mediante la ecuación

$$\eta_K = 1 - q_{ge} / 100$$

o en %

$$\eta_K\ (\%) = 100 - q_{ge}$$

$$q_{ge} = (T_{ge} - T_{aire,\ real}) \cdot ((\ \text{Coef}\ A_2/(21-O_{2med}) + \ \text{Coef}\ B)/100)$$

de lo que se obtiene

$$\eta_k = 1-(T_{gas\ de\ esc,\ real} - T_{aire,\ real}\ ) \cdot ((\ \text{Coef.}\ A_2/(21-O_{2\,med.}) + \ \text{Coef.}\ B)/100)$$

En este caso, $O_{2,med}$ representa la concentración de oxígeno actual en el gas de escape, $T_{gas\ de\ escape,\ real}$ la temperatura del gas de escape actual, $T_{aire,\ real}$ la temperatura del aire de combustión real y $Coef_{A2}$, $Coef_B$ coeficientes característicos de la potencia de combustible, dependientes del combustible. En caso de utilizar, por ejemplo, fuel oil o gas como combustible, el coeficiente $Coef_{A2}$ se encuentra entre 0,63 y 0,68 y el coeficiente $Coef_B$ entre 0,007 y 0,0011. El cálculo del rendimiento puede realizarse en este caso de diferente manera y en particular es específico para cada país. Mientras que la ecuación anterior se aplica en Alemania, el cálculo en Gran Bretaña se realiza de la siguiente manera:

$$\eta_K = 100-(K_{gr}(T_{gas\ de\ esc,\ real}-T_{aire,\ real}\ )/CO_{2,\ real}) + (X(2488+2,1\cdot T_{gas\ de\ esc,\ real}-$$

$$4,2\cdot T_{aire,\ real}\ )/(1000\cdot Q_{gr}),$$

siendo K_{gr}, X y Q_{gr} parámetros específicos del combustible. Un enfoque general (la denominada fórmula de Siegert) dice:

$$\eta_K = 100-(f((T_{gas\ de\ esc,\ real}-T_{aire,\ real}\ )/\ CO_{2,\ real})$$

siendo en este caso f un parámetro específico del combustible. En todas las ecuaciones mostradas y no mostradas para el cálculo del rendimiento la concentración de dióxido de carbono puede sustituirse evidentemente por una concentración de oxígeno convertida de manera correspondiente y viceversa.

El trabajo de calefacción medio puede determinarse a partir del producto integrado a lo largo del periodo de tiempo de observación de potencia de combustible a lo largo del tiempo y rendimiento a lo largo del tiempo. De manera simplificada y correspondiente, puede aplicarse por ejemplo la siguiente ecuación:

$$Q_{\ calefac.,\ medio} = P_{Br,\ real}\cdot\eta_K\cdot\tau$$

El trabajo de calefacción máximo puede calcularse ahora a partir del trabajo de calefacción medio para dar

$$Q_{\ calefac.,\ máx.} = Q_{calefac.,\ medio}\ \cdot(\ T_{\ límite\ de\ calefac.}\ -T_{exterior,\ mín.}\ )/(\ T_{\ límite\ de\ calefac.}\ -T_{exterior,\ media}\ )$$

representando $Q_{calefac.,\ máx.}$ el trabajo de calefacción máximo, $Q_{calefac.,\ medio}$ el trabajo de calefacción medio en el periodo de tiempo de observación, $T_{límite\ de\ calefac.}$ la temperatura límite de calefacción (por ejemplo 15ºC) o temperatura interior media (por ejemplo 20ºC) en el periodo de tiempo de observación, $T_{exterior,mín.}$ la temperatura exterior mínima y $T_{exterior,media}$ la temperatura exterior media medida para determinar la carga térmica en el periodo de tiempo de observación.

La carga térmica P puede determinarse entonces mediante la ecuación $P = Q_{calefac.,máx.}/\tau$, representando $Q_{calefac.,máx.}$ el trabajo de calefacción máximo y τ la duración de observación.

Preferiblemente la duración de observación τ asciende a 24 horas o es un múltiplo de número entero de 24 horas, de modo que también se consideran tanto temperaturas exteriores diferentes típicas, como diferentes estados de funcionamiento, como en particular una disminución durante la noche. Al fijar la duración de observación (periodo de tiempo de medición y cálculo) se parte de que el edificio en el estado de uso normal está sometido a ciclos casi idénticos de 24 horas. Para el caso de un comportamiento en funcionamiento de la instalación constante o necesidades de precisión menores pueden definirse periodos de tiempo de medición y cálculo más cortos, como, por ejemplo, ciclos de 1 hora. En este caso los ciclos acortados pueden extrapolarse de nuevo a un ciclo de 24 horas y proseguirse de manera análoga con la operación de cálculo descrita.

Para el caso de mayores necesidades de precisión o diferentes ciclos de 24 horas pueden servir en función de los estados de funcionamiento típicos de un edificio (por ejemplo, la época del año, como invierno, transición, verano, o estados de uso tales como usado, no usado o situaciones climáticas tales como soleado, nublado) múltiples ciclos, ciclos de semanas, meses o años como periodo de tiempo de medición y cálculo.

La realización de mediciones a diferentes temperatura exteriores medias posibilita una determinación muy precisa de la línea característica del edificio, que se caracteriza por la potencia de caldeo dependiente de la temperatura exterior, la carga térmica y la temperatura límite de calefacción real referida al objeto.

También es adecuada una duración de observación de 168 horas correspondiente a una semana, de modo que también puede detectarse un comportamiento especial en los fines de semana.

En caso de usar datos de medición ya existentes o indicadores legibles integrados en la instalación para los datos relevantes desde el punto de vista energético, tales como temperaturas, horas de funcionamiento del quemador, magnitudes de estado del quemador, parámetros de concentración de gases de escape la captación de datos puede realizarse también a través de indicadores legibles de la instalación o en combinación con estos una vez con una medición a corto plazo o una medición de manera discontinua para la detección del comportamiento en funcionamiento típico respectivo de la instalación.

Esta obtención adicional de datos, por ejemplo, a partir del control del quemador o la regulación de la instalación también puede registrarse o procesarse por ejemplo durante 24 horas.

En caso de que la instalación de calefacción presente un suministro de agua caliente, entonces para determinar la carga térmica con el trabajo de calefacción medio también puede considerarse de manera correspondiente el trabajo de calefacción para el suministro de agua caliente.

La temperatura interior media del edificio puede o bien fijarse en un valor determinado (en, por ejemplo, 20ºC) o bien medirse y promediarse. En caso de que la temperatura exterior entre en el intervalo de la temperatura interior, entonces no tiene que aplicarse potencia de caldeo o sólo en una medida reducida, y así no puede realizarse una medición útil de la carga térmica.

Para el cálculo de la carga térmica se determina o mide el flujo de combustible actual a lo largo del tiempo. En este caso puede calcularse el trabajo del combustible mediante la ecuación $Q_{C,real} = H_U \cdot V_{BG}$, representando $Q_{C,real}$ el trabajo del combustible, H_U un valor de calefacción dependiente del combustible y V_{BG} el flujo de combustible. El flujo de combustible puede determinarse en este caso sin recurrir al sistema de calefacción, consultando, por ejemplo, en dispositivos de medición ya existentes el consumo actual.

La medición se produce preferiblemente de al menos parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape y temperatura exterior así como, dado el caso, del trabajo del combustible (por ejemplo, a través del comportamiento quemador-tiempo como se explica más abajo) de manera síncrona y discreta en determinados momentos de medición o intervalos de medición. En los momentos de medición o intervalos de medición individuales, cuya distancia en el tiempo (por ejemplo, en el intervalo de los segundos) es esencialmente menor que el periodo de tiempo de observación (por ejemplo, en el intervalo de días), se obtienen en cada caso conjuntos de datos de medición, que puede procesarse adicionalmente de manera sencilla y en particular, almacenarse de manera intermedia de manera sencilla. Así puede realizarse, por ejemplo, la integración de manera discreta como suma sencilla.

Si además, como es habitual, el quemador presenta un funcionamiento cíclico, entonces, a partir del transcurso temporal y/o los valores actuales de los parámetros de concentración de gases de escape y/o la temperatura del gas de escape puede deducirse, si la instalación de calefacción está o no actualmente en funcionamiento. Así, mediante una evaluación especial de los datos de medición existentes puede determinarse el tiempo de funcionamiento de la instalación de calefacción. También puede evaluarse en este caso la conmutación entre niveles individuales mediante la modificación y/o sobrepasando o quedando por debajo de valores límite absolutos.

Se obtienen resultados muy precisos en el procedimiento para la determinación de la carga térmica de un edificio calentado mediante una instalación de calefacción cuando en la determinación del trabajo de calefacción medio se consideran las pérdidas de la generación de calor esenciales debidas al comportamiento en funcionamiento dinámico. Mediante la detección de la situación de funcionamiento a lo largo del tiempo se determina en cada "segmento de tiempo" la potencia de caldeo media P_h como producto a partir de la potencia de combustible media P_C y el rendimiento medio η_K. En este caso es recomendable dejar que las pérdidas por calor de radiación intervengan en la determinación del rendimiento η_K de la instalación de calefacción, cuando la caldera se encuentra completa o parcialmente fuera de la envoltura térmica. Las pérdidas por radiación de calor se producen por la emisión de calor a través de la superficie de la caldera.

Las pérdidas por calor de radiación q_{Astr} se componen de las pérdidas de energía de radiación $q_{s,v}$ y las pérdidas de energía de convección $q_{K,V}$:

$$q_{Astr} = q_{s,v} + q_{K,v}$$

En este caso se aplica:

$$q_{AStr} = \int \alpha_S \cdot A(T_k - T_U) \cdot dt + \int \alpha_K \cdot A(T_k - T_U) \cdot dt$$

o según la medición para la suma de las pérdidas z promediadas a lo largo del tiempo:

$$q_{AStr} = \sum_{1}^{z} \alpha_S \cdot A(T_{K,\,media\,,z} - T_{U,\,media\,,z}) \cdot \Delta t + \sum_{1}^{z} \alpha_K \cdot A(T_{K,\,media\,,z} - T_{U,media\,,z}) \cdot \Delta t$$

o

$$q_{AStr} = \sum_{1}^{z} (\alpha_S + \alpha_K) \cdot A(T_{K,\,media\,,z} - T_{U,\,media\,,z}) \cdot \Delta t$$

En este caso:

q_{AStr} =	"pérdida por calor de radiación"	en [kWh]
$q_{s,v}$ =	pérdida de energía por radiación	en [kWh]
α_s =	coeficiente de transmisión de calor de radiación para la superficie de la caldera	en [W/m^{2}K]
$q_{K,V}$ =	pérdida de energía por convección	en [kWh]
α_K =	coeficiente de transmisión de calor para la superficie de la caldera	en [W/m^{2}K]
A =	superficie de la caldera	en [m^2]
T =	tiempo	en [h]
T_K =	temperatura de la superficie de la caldera	en K o ºC
T_U =	Temperatura de entorno del entorno de la caldera	en K o ºC

Mediante el sistema sensor se determina de manera síncrona en el tiempo a lo largo del tiempo:

T_K =	temperatura de la superficie de la caldera	en K o ºC
T_U =	Temperatura de entorno del entorno de la caldera	en K o ºC

Las constantes de material $\alpha_{K,V}$, $\alpha_{S,V}$ y la superficie de la caldera A se determinan a partir de hojas de datos.

Además para lograr resultados más precisos en el cálculo del trabajo de calefacción medio $Q_{d,real}$ debería incluirse el trabajo de pérdida de inicio $Q_{pérdida,inicio}$, restándose del trabajo del combustible medio Q_C para todo el tiempo de funcionamiento del quemador en el intervalo casi estacionario.

Expresado de forma matemática, esto significa:

$$Q_{d,\,real} = Q_{Br} - Q_{pérdida,\,inicio}$$

En este caso el trabajo de pérdida de inicio $Q_{pérdida,inicio}$ puede subdividirse en un trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) en caso de un inicio en frío de la instalación de calefacción y un trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (WS) en caso de un inicio en caliente de la instalación de calefacción.

Así se obtiene para el trabajo de calefacción medio de la instalación de calefacción:

$$Q_{d,real} = Q_{Br} - Q_{pérdida}\ (KS) - Q_{pérdida}\ (WS)$$

Tras una fase de enfriamiento más prolongada, la temperatura del gas de escape en el momento de inicio es menor que la temperatura del agua de la caldera. Esto se aplica también para el inicio en frío, que introduce un "ritmo de calentamiento" y un "ritmo de disponibilidad". En las fases de inicio en frío es necesario todo el trabajo del combustible, para volver a conseguir el punto de partida de la transmisión de calor del gas de escape al agua de la caldera o en el tramo de calentamiento. El trabajo del combustible necesario hasta ese momento se incluye por completo como trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) en el cálculo del trabajo de calefacción medio. El trabajo de pérdida de calentamiento en el caso de un inicio en frío se calcula así de la siguiente manera:

$$Q_{pérdida}\ (KS) = P_{Br} \cdot t_{calent}$$

En este caso $t_{calentamiento}$ es la duración de la fase de inicio en frío y P_C la potencia de combustible.

En el caso de una fase de inicio en caliente, por el contrario, la temperatura del gas de escape en el momento de inicio es mayor que la del agua de la caldera. En el caso de una fase de inicio en caliente deben considerarse los porcentajes de la pérdida por gases de escape para una combustión incompleta con respecto a la pura pérdida por gases de escape en relación con la temperatura, de modo que por regla general en el caso de un cálculo del rendimiento $\eta_{pérdida}$ (co) se incluyen los componentes sin quemar. Esto se aplica esencialmente para una concentración de CO > 0,1%.

Así se calcula el trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (WS) durante una fase de inicio en caliente de la siguiente manera:

$$Q_{pérdida}\ (WS) = \Sigma t_{inicio}\ (CO_{gas\ de\ esc} > 0,1\%) \cdot P_{Br} \cdot \eta_{pérdida}\ (CO)$$

En este caso, t_{inicio} es la duración de la fase de inicio en caliente y P_C la potencia de combustible.

Para el caso de que la instalación de calefacción presente dos o más niveles de combustión con diferentes potencias de combustible, puede deducirse a partir del transcurso temporal y/o los valores actuales de parámetros de concentración de gases de escape y/o la temperatura del gas de escape, cuál de los al menos dos niveles de combustión está actualmente en funcionamiento y así qué potencia de combustible debe aplicarse actualmente al determinar la carga térmica. La detección, de qué nivel de combustión está realmente en funcionamiento, puede deducirse, por ejemplo, mediante el aumento de los parámetros de concentración de gases de escape y/o mediante la temperatura del gas de escape o alternativa o adicionalmente mediante valores absolutos, que sobrepasan determinados umbrales.

Una disposición según la invención comprende al menos un dispositivo de medición para medir al menos parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape, temperatura exterior respectivamente y determinar o medir la potencia de combustible respectivamente a lo largo del tiempo en un periodo de tiempo de observación. Además está previsto un dispositivo de evaluación, que realiza todas las evaluaciones y cálculos indicados anteriormente. El dispositivo de medición y el de evaluación pueden estar integrados en este caso en un único aparato, aunque de manera más conveniente se realizan de dos o más piezas concretamente con al menos un dispositivo de medición móvil (registrador de datos), y un dispositivo de evaluación, por ejemplo, estacionario. En este caso los datos se recopilan *in situ* y se transmiten al dispositivo de evaluación. Del mismo modo es posible, sin embargo, también una consulta a distancia, a través de la que de manera continua, en determinados momento o al final del periodo de tiempo de observación se transmiten datos. La transmisión de datos puede realizarse en este caso sin cable o mediante cable a través de una interfaz respectiva. Finalmente también es posible hacer funcionar un dispositivo de evaluación con varios dispositivos de medición para medir varios edificios.

A continuación se explica la invención con más detalle mediante los ejemplos de realización representados en las figuras del dibujo. Muestran:

la figura 1, una disposición según la invención para determinar la carga térmica de un edificio calentado mediante una instalación de calefacción,

la figura 2, la relación entre la temperatura actual y la potencia de caldeo actual por un lado y la temperatura mínima y la potencia de caldeo máxima por el otro y

la figura 3, un ejemplo para un desarrollo del procedimiento según la invención.

En la disposición según la figura 1, en un edificio 1 está colocada una instalación 2 de calefacción con una caldera 3 (con un quemador no representado con más detalle) para calentar el edificio 1, calentándose la instalación de calefacción con combustible 6 fósil, tal como fuel oil o gas o combustibles renovables tales como pastillas. La potencia de combustible $P_{F,real}$ contenida en el combustible 6 se convierte en una potencia útil $P_{útil,real}$, presentando la instalación de calefacción un rendimiento η_K, de modo que la potencia útil $P_{útil,real}$ generada por la instalación de calefacción es igual al producto del rendimiento η_K y la potencia de combustible $P_{F,real}$. Además al edificio 1 se le extrae una pérdida de potencia $P_{pérdida,real,}$ por ejemplo, a través de pérdidas por transmisión y ventilación etc., aunque también obtiene, por ejemplo, por radiación solar, consumidores eléctricos en el edificio, etc. una ganancia de potencia $p_{ganancia,real}$ interna y/o externa adicional.

La necesidad calorífica se obtiene a partir de la suma de calor de calefacción y calor de agua sanitaria. Para la valoración de instalaciones con una necesidad de agua sanitaria considerable (por ejemplo, baños públicos, instalaciones de producción con transferencia de calor tecnológica, etc.) tiene que valorarse la necesidad de agua sanitaria por separado. En primer lugar se parte de que la caldera 3 genera en un periodo de tiempo de observación

(por ejemplo 24 horas) un trabajo térmico, que se compone de potencia útil y tiempo de funcionamiento del quemador. El trabajo térmico generado es idéntico al trabajo de pérdida de calor que se produce en el mismo periodo de tiempo, dependiente, por ejemplo, de la temperatura exterior e interior. En este caso se considera según la invención que la caldera de la instalación de calefacción no se hace funcionar durante los tiempos de funcionamiento del quemador con un rendimiento constante.

Una recopilación y evaluación de datos según la invención permite reconocer la frecuencia de "funcionamiento cíclico" de la caldera, en qué nivel trabaja la caldera y si para la caldera durante los ciclos de trabajo individuales se consigue un estado casi estacionario. Con los datos así determinados puede determinarse con una inseguridad reducida, dependiente de la temperatura exterior, condicionada por el procedimiento, la carga térmica de los consumidores de calor, cuando la caldera de calefacción calienta de manera regular. Condición previa para ello es durante el periodo de tiempo de observación un funcionamiento del edificio, que corresponda al comportamiento de uso normal. Un dispositivo de medición según la invención mide en este caso con poca distancia en el tiempo (por ejemplo, con una distancia o en intervalos de diez segundos) los parámetros indicados a continuación en el periodo de tiempo de observación (de, por ejemplo, 24 horas o un múltiplo de esto).

El dispositivo 4 de medición puede determinar, por ejemplo, por medio de sensores 10, 11, 12, 13 correspondientes la temperatura del gas de escape, la concentración de oxígeno (o alternativamente la concentración de CO_2) en el gas de escape, la temperatura exterior y la temperatura interior (temperatura ambiental en un espacio de referencia). El valor de medición determinado actualmente se almacena en una memoria 9 e inmediata o posteriormente se pasa a la unidad 5 de evaluación. Para cada consulta de datos se registran en el ejemplo de realización la fecha y hora (hora real) con precisión de segundos por medio de un dispositivo 8 temporizador.

Después de haber adquirido los datos mediante el dispositivo 4 de medición, se transmiten, por ejemplo, tras transcurrir el tiempo de observación τ a un dispositivo 5 de evaluación de datos de manera inalámbrica. El dispositivo 4 de medición se acopla a través de una interfaz 14, por ejemplo, una interfaz por infrarrojos, una interfaz radioeléctrica o una interfaz por cable con el dispositivo 5 de evaluación de datos, para transmitir datos del dispositivo 4 de medición al dispositivo 5 de evaluación de datos. Alternativamente el dispositivo 4 de medición, que está dotado entonces de al menos una memoria 9, o sólo la propia memoria 9 puede alejarse del lugar de medición y colocarse en otro lugar, en el que se encuentre el dispositivo 5 de evaluación de datos. Además también es posible adquirir los valores de medición individuales con varios dispositivos de medición, por ejemplo, en cada caso un dispositivo de medición. Sin embargo, el dispositivo 4 de medición y el dispositivo 5 de evaluación de datos también pueden encontrarse en un lugar y en particular en un aparato.

Para la evaluación de datos se determina preferiblemente también el tiempo diario de funcionamiento del quemador a partir del registro de datos mediante la suma de los tiempos de ciclo de trabajo. Durante la evaluación de datos se cuenta para el periodo de tiempo de observación τ, con qué frecuencia se inicia la caldera 3 y la magnitud de la suma del tiempo de funcionamiento del quemador. Para ello pueden evaluarse o bien los tiempos de conexión de las válvulas magnéticas correspondientes en la instalación de calefacción o preferiblemente los tiempos de bajas concentraciones de oxígeno (o altas concentraciones de CO_2) durante el funcionamiento del quemador. De manera correspondiente se procede en el caso de quemadores de varios niveles, en los que entonces se distingue adicionalmente entre los niveles de combustión individuales. Los quemadores de varios niveles en instalaciones de calefacción se logran o bien mediante toberas de diferente tamaño a una misma presión o bien mediante una tobera con diferentes presiones de funcionamiento.

La obtención del tiempo de funcionamiento del quemador puede realizarse o bien mediante la consulta de una señal magnética en la instalación 2 de calefacción o bien, de nuevo, mediante la medición de oxígeno o la medición de dióxido de carbono en la chimenea 7. Además también pueden considerarse los valores, que adicionalmente caracterizan las fases de arranque del quemador, como por ejemplo CO.

Siguiendo las investigaciones, un quemador de una caldera de calefacción de fuel oil requiere, por ejemplo, en caso de inicio en frío de 15 a 20 minutos, para funcionar de manera casi estacionaria y lograr los valores de emisión garantizados por el fabricante. Esto se manifiesta entre otras cosas en temperaturas del gas de escape casi constantes en el tiempo y valores de emisión bajos constantes. En caso de que la caldera se haga funcionar con tiempos de ciclo más cortos, entonces la caldera se encuentra en estados de funcionamiento muy alejados del estado estacionario y del punto óptimo de calentamiento. Con ayuda de la presente invención ahora es posible llegar, utilizando los datos de medición aún descritos a continuación, a consideraciones con respecto a la relación del rendimiento real en condiciones de medición concretas a lo largo del tiempo con respecto al rendimiento medible en condiciones estacionarias.

Para un edificio se aplica una relación casi lineal entre la pérdida de potencia térmica $P_{pérdida}$ y la diferencia entre temperatura interior y exterior $T_{interior,real}$ o $T_{exterior,real}$, cuando condiciones meteorológicas no extraordinarias (por ejemplo, una tormenta) llevan a pérdidas térmicas especiales. En este caso se parte del hecho de que el edificio se comporta de manera estática. Un viento fuerte, caídas de temperatura, etc. llevan a un estado dinámico, en el que entonces, por ejemplo, también tiene que tenerse en cuenta el poder de acumulación del edificio. La carga térmica P del edificio según el trabajo térmico $Q_{d,máx}$ que ha de aplicarse como máximo a una temperatura exterior mínima $t_{exterior,mín}$ puede calcularse

entonces según la figura 2 a partir del trabajo térmico $Q_{d,real}$ determinado mediante el procedimiento de medición según la invención a $T_{exterior,real}$ para una temperatura exterior mínima (estática) para la ubicación de la instalación. Así son posibles indicaciones con respecto a la necesidad calorífica del edificio para diferentes temperaturas exteriores mínimas $t_{exterior,mín}$, como, por ejemplo, de -10ºC, -15ºC, - 20ºC. Además también puede considerarse el trabajo térmico $Q_{w,real}$ necesario para el suministro de agua caliente.

La carga P determinada es más precisa cuando se garantiza de manera estática en cierta medida el resultado (por ejemplo, repitiendo varias veces la medición en condiciones de funcionamiento no modificadas o una determinación precisa de la línea característica del edificio a diferentes temperaturas exteriores, por ejemplo,

1. medición: $T_{exterior,mín} < T_{exter,med,1} < -5ºC$;

2. medición: $0ºC < T_{exter,med,2} < 8ºC$;

3. medición: $T_{exterior,límite\ de\ calef} < T_{exter,med,3}$

$T_{exter,med,3}$ es entonces la temperatura exterior, a la que ya sólo se produce un calentamiento del agua sanitaria.

La determinación computacional de la carga sólo es posible entonces cuando la instalación también calienta realmente.

Como ya se explicó anteriormente debe realizarse en determinadas condiciones una consideración de la producción de agua caliente. En este caso ha de considerarse que sobre todo a temperaturas exteriores superiores la caldera no funciona de manera continua, sino que “sólo” se produce la producción de agua caliente, de modo que para cada operación de carga del acumulador de agua caliente también tiene que calentarse el contenido de la caldera. La energía necesaria para la producción de agua caliente no depende o lo hace de manera poco significativa por regla general de la temperatura exterior. El trabajo de calor de calefacción depende por el contrario de la temperatura exterior.

En el procedimiento según la invención mostrado en la figura 3 el orden es variable dentro de unos determinados límites. En primer lugar se determina la potencia de combustible, por ejemplo, relacionando el flujo de combustible con el comportamiento nivel de conexión-tiempo o el comportamiento niveles de combustión-tiempo o determinando la cantidad de combustible desplazada en el periodo de tiempo de observación, etc. Además se miden los parámetros de concentración de gases de escape, la temperatura del gas de escape, la temperatura del aire de combustión, la temperatura exterior y, dado el caso, la temperatura interior respectivamente a lo largo del tiempo en un periodo de tiempo de observación. Sin embargo, las magnitudes de medición individuales, sobre todo constantes también pueden determinarse una vez y tomarse como base para el procedimiento posterior.

A continuación se determina el rendimiento de la caldera de calefacción a lo largo del tiempo a partir de los parámetros de concentración de gases de escape, la temperatura del gas de escape, la temperatura del aire de combustión (por ejemplo, temperatura del espacio de calentamiento o temperatura exterior o temperatura del aire en el canal de succión) y la potencia de combustible respectivamente a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación. Sigue la determinación de un trabajo de calefacción medio generado a la temperatura exterior media a partir de la potencia de combustible a lo largo del tiempo y el rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación. A continuación se produce entonces el cálculo de un trabajo de calefacción máximo que va a generarse a una temperatura exterior mínima a partir del trabajo de calefacción medio, de la temperatura exterior mínima, de una temperatura interior media y de la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación.

Para la valoración energética de una instalación de calefacción es decisivo, cuánto combustible del alimentado a la instalación (consumo) se convierte en calor de calefacción (aprovechamiento), basándose en el caso de los cálculos necesarios en particular en las magnitudes físicas de potencia y trabajo. Los procesos energéticos se realizan en la mayoría de los casos de manera no estacionaria, dinámica y apenas estacionaria, estática.

Para la detección de la situación de funcionamiento momentánea de una caldera en el caso estacionario se recurre preferiblemente a la potencia P como magnitud física. Cuando se comparan potencias como relación consumo-aprovechamiento entre sí se habla del rendimiento η_k. Para la descripción de situaciones no estacionarias se utiliza preferiblemente la magnitud física de trabajo Q. Cuando se comparan trabajos como relación consumo-aprovechamiento entre sí se habla de la eficacia η_N. En este caso $\eta_N \leq \eta_k$.

El trabajo es una potencia que perdura a lo largo de un periodo de tiempo determinado. Para el caso especial estacionario de una potencia P constante en el tiempo el trabajo térmico Q se calcula como potencia P por tiempo t:

$$Q = P \cdot t$$

Como la condición de potencia constante en el tiempo en instalaciones técnicas sólo se da pocas veces, el trabajo debe calcularse según

$$Q = \int P(t) \cdot dt$$

o para la realización de tareas de medición prácticas prepararse de manera discreta

$$Q = \sum P(t) \cdot \Delta t$$

con Δt como intervalo de medición, es decir, o bien la distancia en el tiempo de puntos de medición discretos o bien el periodo de tiempo por el que se mide formando valores medios.

Para el cálculo de una potencia media P_n, media (t_n) en un intervalo de tiempo Δt_n a partir del trabajo Q_n (Δt_n) en este intervalo de tiempo Δt_n se aplica:

$$P(t)_{media} = Q_n(\Delta t_n)/\Delta t_n \qquad \text{con } n = 1,2,...$$

En el enfoque esta instalación de caldera se considera en relación al edificio. El balance térmico del edificio se determina mediante las pérdidas por transmisión y ventilación en las que influyen las condiciones climáticas, la envoltura del edificio y el usuario, las ganancias de calor internas y externas, así como el calor alimentado mediante la calefacción.

Las ganancias de calor externas se producen directa o indirectamente sobre todo mediante radiación solar. Las ganancias de calor internas son, por ejemplo, fuentes de calor adicionales como, por ejemplo, una chimenea situada eventualmente en el interior, consumidores eléctricos y/o bombas situadas en el sistema de calefacción, cuya energía eléctrica se convierte en calor y deben considerarse. La instalación de caldera convierte la energía de combustible en calor, que se distribuye a través de un medio en el edificio y se transmite al aire ambiente (convección) o a la sustancia del edificio y los objetos o seres vivos que se encuentran en el mismo (radiación). El calor no transmitido se queda en el medio. Estas ganancias de calor externas e internas descritas (por ejemplo, termogeneradores adicionales y aporte de energía eléctrica al edificio) pueden integrarse además en el cálculo. La energía auxiliar eléctrica para la instalación de calefacción puede considerarse al mismo tiempo como factor para la valoración de la eficacia energética de la instalación.

La necesidad de calor total del edificio en un periodo de tiempo definido corresponde así al trabajo de calefacción, que tiene que producir la caldera como trabajo útil para compensar las pérdidas térmicas por transmisión y ventilación en este periodo de tiempo. En este caso el trabajo útil de la caldera es la cantidad de calor, que se transmite al sistema de calefacción. Es menor que el trabajo que se transmite a la caldera a través del combustible. En la conversión de la energía de combustible en calor se producen pérdidas, que pueden considerarse mediante la eficacia η_N.

El trabajo diario Q_d para, por ejemplo, un día o 24 h es así la suma del trabajo para la compensación de las pérdidas térmicas por transmisión y ventilación Q_{dh} y el trabajo para la producción de agua caliente Q_{dw} en un día.

$$Q_d = Q_{dh} + Q_{dw},$$

suponiendo que Q_{dw} es una constante. Q_{dh} cambia según el cambio debido a la estación del año de la temperatura exterior, de modo que en este caso se introduce una variable Q_{dhv}.

En la representación de la operación de cálculo se parte de un estado de uso normal del edificio y condiciones casi estacionarias. Esto significa, que los usuarios del edificio se comportan en el periodo de tiempo de observación como siempre. Esto afecta a las temperaturas interiores, la renovación del aire, el consumo de agua caliente y las ganancias de calor internas. Condiciones climáticas casi estacionarias significa que no se producen ganancias de calor externas, oscilaciones de temperatura o velocidades del viento extremas. En el estado no estacionario ya no pueden descuidarse las magnitudes de influencia dinámicas tales como fuentes de calor solares o internas, influencias de temperatura, viento y humedad de gran oscilación debidas a la meteorología, así como efectos de acumulación resultantes de esto del edificio. Para el cálculo de la carga térmica con el sistema según la invención puede preverse de manera global, por ejemplo, un impacto K_{ww} del 15 % en la operación de cálculo para el suministro de agua caliente.

Para la integración adicional de la carga térmica y en parte también para la determinación de la propia carga térmica se determinan datos de la configuración del edifico y la instalación, por ejemplo:

- media de dos días más baja (por ejemplo: -15ºC obtenido de una tabla ordenada, por ejemplo, según códigos postales)

- datos referidos al edificio tales como comportamiento del acumulador, tipo de aprovechamiento, situación (por ejemplo: casa de familia numerosa, situación en pendiente, casa de bajo consumo)

- ubicación de la instalación de calefacción para la consideración de pérdidas por radiación (por ejemplo: sótano, dentro/fuera de la envoltura térmica)

- datos con respecto al termogenerador, en particular medio de generación y transmisión (por ejemplo: fuel oil extra ligero; agua o aire)

- presencia de un calentamiento de agua (por ejemplo, sí)

- datos con respecto al quemador incluyendo indicaciones en relación con su potencia (por ejemplo: 120 KW, fuel oil extra ligero, sin calentamiento previo)

- datos con respecto a la alimentación de aire del quemador (por ejemplo: aire ambiente)

- datos con respecto al portador de energía (por ejemplo: fuel oil extra ligero)

- datos con respecto a los niveles de combustión (por ejemplo: número 2, tamaño de tobera 2,0 gph, presiones: 11 y 22 bar u 8 kg/h y 11 kg/h)

En el caso de tareas de medición con elevada precisión puede ser conveniente el uso de sensores de flujo adicionales, que en combinación con sensores existentes para la temperatura de entrada y de salida permiten el cálculo de pérdidas parciales o valores de corrección o de cantidades de agua sanitaria consumida durante la toma de valores de medición. Además mediante sensores de flujo en la alimentación de combustible pueden determinarse potencias de combustible a lo largo del tiempo, que se incluyen en el procedimiento de cálculo. Para la adquisición de datos automática síncrona y discreta se miden mediante sondas de medición en momentos de detección, por ejemplo, en un ciclo de tiempo de 10 s a lo largo de un periodo de tiempo de observación de 24 h los siguientes valores:

Temperatura del gas de escape	$T_{gas\ de\ escape}$
Concentración de O_2 (o CO_2)	O_{2med}
Concentración de CO (opcional)	CO_{med}
Temperatura del aire de combustión	T_{aire}
Temperatura exterior	$T_{exterior,real}$
Temperatura interior	$T_{interior}$

Todos los datos medidos y recopilados se transmiten a la unidad de evaluación, siendo posible cualquier tipo de transmisión de datos. Entonces se produce el verdadero cálculo a lo largo del periodo de tiempo de observación (por ejemplo 24 h). Como magnitudes de cálculo sirven en este caso:

Trabajo diario, trabajo térmico aplicado al edificio	$Q_{d,real}$
Trabajo diario a temperatura de diseño	$Q_{d,máx}$
Potencia útil actual del quemador	$P_{h,real}$
Carga del edificio	P

El propio cálculo se produce en este caso como se explica a continuación con más detalle.

Etapa de cálculo 1

En primer lugar se calcula el trabajo diario $Q_{d,real}$ en momentos de detección determinados de manera síncrona y discreta (por ejemplo, 8640 en 24 h) basándose en las potencias de combustible determinadas de los niveles de combustión individuales $P_{C,1,2}$, la temperatura del gas de escape $T_{gas\ de\ escape}$, la concentración de oxígeno O_2 (y/o concentración de dióxido de carbono CO_2), dado el caso la concentración de monóxido de carbono CO, la temperatura del aire de combustión T_{aire}, dado el caso la temperatura de entrada $T_{entrada,real}$ y dado el caso la temperatura de salida $T_{salida,real}$.

La determinación del trabajo diario para el calentamiento del agua sanitaria Q_w se explica más abajo en detalle al considerar el suministro de agua caliente. La temperatura interior $T_{interior,real}$ y la temperatura exterior $T_{exterior,real}$ se promedian a partir de los momentos de detección determinados de manera síncrona y discreta. La potencia de combustible se calcula, por ejemplo, a partir del transcurso de tiempo de los estados de conmutación de la instalación de calefacción (apagado, primer nivel encendido, segundo nivel encendido) y de las cantidades de flujo respectivas para el primer y segundo nivel (conocidas, determinadas o medidas).

Para el caso del cálculo de $Q_{d,real}$ se aplica en el caso de una temperatura exterior $T_{exterior,\ real} > T_{exterior,mín}$, que el trabajo de calefacción necesario $Q_{d,real}$ es menor que el trabajo de calefacción máximo $Q_{d,máx}$

$$Q_{d,\,real} < Q_{d,\,máx}$$

o la necesidad de potencia (potencia de caldeo) $P_{h,real}$ es menor que la necesidad de potencia máxima P

$$P_{h,real} < P$$

estando definida $T_{exterior,mín}$ para la ubicación respectiva como la media más baja de dos días.

Para el caso del cálculo de $Q_{d,real}$ a través de los datos obtenidos de la caldera se aplica:

En caso de la situación $T_{interior,real} > T_{exterior,mín}$ aparece una pérdida de calor constante del edificio, que tiene que compensarse mediante el aporte de calor a través de la caldera mediante la calefacción. En el caso del estado estacionario esta pérdida de potencia térmica es continua.

Cuando $T_{exterior,real} = T_{exterior,mín}$, entonces se produce en el caso de la adaptación correcta de la caldera a la carga del edificio una alimentación continua de calor. La caldera funciona en caso de que esté dimensionada correctamente continuamente sin desconexión en carga nominal.

Cuando $T_{exterior,real} > T_{exterior,mín}$, disminuye el trabajo de pérdida de calor del edificio. La caldera debería regular para ello su potencia de manera descendente y adecuada o modularla. Sin embargo, esto sólo es posible dentro de unos límites en las instalaciones reguladas y diseñadas correctamente más recientes.

Por lo demás este estado lleva a un comportamiento intermitente de la caldera. Mientras que el trabajo de pérdida de calor del edificio se proporciona de manera continua, el quemador sólo puede corresponder a la necesidad de potencia reducida cuando trabaja de manera de manera discontinua, temporalmente, en ciclos o intermitentemente. Así, el tiempo de funcionamiento del quemador a lo largo de un día es menor de 24h.

El trabajo de calefacción de la caldera $Q_{d,real}$ en el periodo de medición es el producto de la potencia de caldeo $P_{h,real}$ y del tiempo de funcionamiento cíclico del quemador t_Q.

$$Q_{d,real} = t_C \cdot P_{h,real}$$

t_Q se determina deduciendo a partir de las diferentes concentraciones de O_2 (o CO_2) en el gas de escape el estado “quemador encendido” (O_2 < 21%) o “quemador apagado” (O_2 > 21%). En particular en el caso de quemadores modulados puede considerarse adicional o alternativamente el transcurso temporal de la temperatura del gas de escape, para determinar la disminución de potencia.

A partir de las diferentes temperaturas del gas de escape y concentraciones de O_2 o CO_2 se deducen tras la operación de cálculo realizada los niveles de carga individuales, de modo que para el quemador cíclico puede determinarse el estado “quemador encendido en nivel de carga $P_{h,real,nivel}$”.

Para la caldera intermitente se obtiene suponiendo un rendimiento η_k constante en el caso del funcionamiento casi estacionario y la potencia de combustible P_C conocida o determinada

$$P_{h,real,estac} = P_C \cdot \eta_k$$

Para el caso del trabajo en diferentes niveles de carga se obtiene:

$$Q_{d,real} = t_{Q,1} \cdot P_{h,real,1} + t_{Q,2} \cdot P_{h,real,2} + \ldots\ldots + t_{Q,} \cdot P_{h,real,n}$$

En este caso, sin embargo, ha de considerarse lo siguiente:

La caldera funciona en diferentes estados de carga con diferentes rendimientos. Los arranques del quemador en la fase inicial se caracterizan por un bajo rendimiento, y en el caso de fases de ventilación de la caldera por paradas y seguridad se indican pérdidas de disponibilidad mediante el gas de escape de salida.

Además deben incluirse pérdidas por radiación, cuando la caldera no se encuentra dentro de la envoltura térmica, o ganancias de calor adicionales, cuando la chimenea está situada dentro del edificio. El trabajo de calefacción de la caldera se obtiene como trabajo del combustible Q_C reducido por todos los trabajos de pérdida que se producen. En caso de una combustión incompleta se reduce el rendimiento, lo que se muestra en un contenido en CO o HC elevado. De aquí se define la eficacia η_N. El cálculo correcto de η_N requiere etapas de cálculo adicionales.

En este caso se aplica:

$$Q_{d,real} = Q_C \cdot \eta_N \quad o$$

$$Q_{d,real} = Q_C - Q_{pérdida}$$

Según el primer decreto federal alemán de protección contra las emisiones (1. BImSchV) $q_{gas\ de\ esc}$ puede calcularse según la siguiente aproximación, representando $T_{gas\ de\ esc}$ la temperatura del gas de escape, T_{aire} la temperatura del aire de combustión, $O_{2,med}$ la concentración de oxígeno y $CoefA_2$, CoefB coeficientes dependientes del combustible respectivo, que puede obtenerse a partir de tablas correspondientes:

$$q_{gas\ de\ esc} = (T_{gas\ de\ esc} - T_{aire}) \cdot ((\ Coef\ A_2/(21-O_{2,med}) + Coef\ B)/100)$$

$$\eta_k = 1 - (T_{gas\ de\ esc} - T_{aire}) \cdot ((\ Coef\ A_2/(21-O_{2,med}) + Coef\ B)/100)$$

Así se obtiene para todo el tiempo de funcionamiento del quemador en el intervalo casi estacionario:

$$Q_{d,estac} = t_Q \cdot P_C \cdot (1 - (T_{gas\ de\ esc} - T_{aire}) \cdot ((\ Coef\ A_2/21-O_{2,med}) + Coef\ B)/100)$$

Etapa de cálculo 2

A partir del trabajo diario en el periodo de tiempo de observación $Q_{d,real}$ se determina el trabajo diario máximo para el punto de diseño $Q_{d,máx}$. Según la norma DIN 4701 la instalación de calefacción debe dimensionarse de modo que a la temperatura de diseño (media más baja de dos días) el calor aportado sea igual a las pérdidas térmicas (transmisión y ventilación). Se añade una cantidad de base para agua caliente. Esta situación se ve influida adicionalmente por la actividad del viento, fuentes de calor externas e internas, el comportamiento del usuario, por ejemplo, mediante la fijación individual de la temperatura interior, de la renovación del aire y del consumo de agua caliente, así como la capacidad de acumulación del edificio.

En caso de no poder determinar el porcentaje para el calentamiento del agua sanitaria, en esta consideración se fija la cantidad de base para el calentamiento del agua sanitaria en, por ejemplo, el 15% de la necesidad de calefacción de manera simplificada. No se tienen en cuenta influencias adicionales. Sin embargo, puede producirse una medición de agua caliente o una medición de calor de producción por separado.

En el caso de predominar la temperatura de diseño, la pérdida de potencia es igual a la potencia de calor útil que va a aplicarse o en el plazo de 24h el trabajo de pérdida diario igual al trabajo térmico útil. En este caso la caldera funciona de manera continua con carga nominal. La potencia de combustible se convierte con una reducción del rendimiento en potencia térmica.

Según la invención también se proporciona un procedimiento y un sistema para en el caso de temperaturas exteriores superiores a la temperatura de diseño determinar también en el periodo de tiempo de observación (por ejemplo, 24h) la potencia de caldera necesaria. En este caso se aplica: en caso de predominar la temperatura de diseño es necesaria la potencia máxima o el trabajo diario máximo $Q_{d,máx}$, en el estado temperatura interior igual a temperatura exterior la potencia de caldeo es igual a cero.

Según la figura 2 se obtiene una relación en gran parte lineal, siendo necesario a una temperatura exterior media $T_{exterior,real}$ un trabajo térmico $Q_{d,real}$ para un día. El trabajo diario para el calentamiento del agua sanitaria Q_{dw} se supone constante.

Con la determinación del punto ($Q_{d,real}$; $T_{exterior,real}$) puede determinarse con el punto ($T_{límite\ de\ calefacción}$ o $T_{interior,real}$ = $T_{exterior,real}$) el punto ($Q_{d,máx}$) a $T_{exterior,mín}$.

$$Q_{d,máx} = Q_{d,real}\ (T_{límite\ de\ calefac.} - T_{exterior,mín}) / (T_{límite\ de\ calefac.} - T_{exterior,real})$$

Teniendo en cuenta el suministro de agua caliente se aplica:

$$Q_{d,máx} = Q_{d,real} \left(T_{límite\ de\ calefac.} - T_{exterior,mín}\right) / \left(T_{límite\ de\ calefac} - T_{exterior,real}\right)$$
$$- Q_{dw} \left(T_{límite\ de\ calefac} - T_{exterior,mín}\right) / \left(T_{límite\ de\ calefac} - T_{exterior,real}\right)$$

Etapa de cálculo 3

A partir del trabajo diario máximo $Q_{d,máx}$ se determina la carga del edificio P de la siguiente manera: La carga del edificio corresponde a la potencia de caldeo máxima, necesaria para, con la temperatura exterior correspondiente a la media más baja de dos días y la velocidad del viento promedio habitual en ese lugar mantener en el edificio la temperatura interior deseada y la cantidad de agua caliente sanitaria deseada y así compensar las pérdidas de calor por transmisión, pérdidas de calor por ventilación y pérdidas por el agua caliente sanitaria de salida.

La carga del edificio P como potencia máxima se calcula a partir del trabajo diario $Q_{d,máx}$ para dar

$$P = Q_{d,max}/24$$

La potencia de quemador que va a ajustarse debe aumentar el rendimiento y dado el caso una seguridad para el calentamiento del agua sanitaria K_{ww}:

$$P_C = P/(1-(T_{gas\ de\ esc}-T_{aire}) \cdot ((\text{Coef } A_2/(21-O_{2med}) + \text{Coef B})/100)) + K_{WW}$$

$$K_{WW} = \text{p.ej. } 15\%$$

A continuación se muestra cómo el trabajo diario $Q_{d,real}$ y así la carga del edificio P pueden determinarse de forma más precisa. Para ello se consideran las pérdidas en la combustión en el estado casi estacionario, así como las pérdidas en el inicio. En el cálculo de estas pérdidas como relación computacional de los datos medidos se parte de las siguientes suposiciones:

- En la fase del estado casi estacionario la combustión se produce en el intervalo normal con parámetros casi constantes.

- Los arranques de la caldera se distinguen en inicios en frío e inicios en caliente.

- Las pérdidas por parada se compensan en la fase de trabajo al arrancar la caldera, de modo que debe calcularse el trabajo necesario para esta compensación.

- Una transmisión del calor del gas de escape al agua de la caldera sólo tiene lugar cuando la temperatura del gas de escape es superior de manera medible a la temperatura del agua de la caldera.

- La temperatura del agua de la caldera es la media a partir de temperatura de entrada y de salida medida directamente en la entrada o salida de la caldera. Dado el caso se produce una toma de valores de medición según la construcción de la caldera.

- Las pérdidas por disponibilidad se producen por arranques de la caldera que sólo llevan a un aumento de temperatura del agua de la caldera en sí misma, pero no a un aporte de calor al edificio. Un aporte de calor al edificio se produce sólo cuando la temperatura aumenta en el tramo de calentamiento de manera medible en un ciclo de la caldera.

- Las pérdidas por calor de radiación de la caldera se producen cuando la temperatura de la superficie de la caldera es mayor que la temperatura del entorno de la caldera, aunque en las calderas nuevas gracias a un buen aislamiento son relativamente reducidas. En caso de que la caldera se encuentre en la envoltura térmica, este calor no se pierde.

En el cálculo del trabajo diario $Q_{d,real}$ se parte de la siguiente fórmula:

$$Q_{d,real} = Q_{d,estac} - Q_{pérdida}\ (KS) - Q_{pérdida}\ (WS)$$

En este caso $Q_{d,estac}$ representa el trabajo diario para todo el tiempo de funcionamiento del quemador en el intervalo casi estacionario, $Q_{pérdida}$ (KS) el trabajo de pérdida de calentamiento durante las fases de inicio en frío y $Q_{pérdida}$ (WS) el trabajo de pérdida de calentamiento durante las fases de inicio en caliente.

La combustión durante un ciclo de la caldera en el intervalo casi estacionario se produce en el intervalo normal de la composición del gas de escape. Esto significa, que pueden ignorarse partes de hollín y monóxido de carbono. En esta fase de funcionamiento la temperatura del gas de escape es mayor que la temperatura del agua de la caldera. El calor generado pasa así al agua de la caldera.

El trabajo diario $Q_{d,estac}$ se calcula para todo el tiempo de funcionamiento del quemador en el intervalo casi estacionario según la fórmula

$$Q_{d,estac} = \Sigma t_Q \cdot P_C \cdot \eta_k$$

En este caso t_Q representa el tiempo de funcionamiento del quemador. El tiempo de funcionamiento del quemador t_Q se determina deduciendo a partir de diferentes concentraciones de O_2 (o CO_2) en el gas de escape el estado "quemador encendido" (O_2 < 21%) o "quemador apagado" (O_2 > 21%). En particular en el caso de quemadores modulados puede considerarse adicional o alternativamente el transcurso temporal de la temperatura del gas de escape, para determinar la disminución de potencia. η_k representa el rendimiento de la caldera. Para η_k se aplica:

$$\eta_k = 1 - q_{ge} - q_{co} - q_{Astr}$$

La pérdida por gases de escape q_{ge} es la pérdida, que se produce por la diferencia del contenido de calor de los gases de escape en la chimenea y el aire de combustión.

La pérdida por gases sin quemar q_{co} se debe esencialmente al CO que queda y se produce en fases de inicio y desconexión así como en caso de quemadores mal ajustados. Contenidos en CO reducidos significan, no obstante, pérdidas de energía considerables. En el funcionamiento casi estacionario esta pérdida es insignificante.

La pérdida de calor a través de la superficie de la caldera q_{Astr} debe considerarse sobre todo en el caso de calderas antiguas de manera significativa y dado el caso se integra en el cálculo, cuando la caldera se encuentra fuera de la envoltura térmica. Al no considerar q_{Astr} para el cálculo adicional de $Q_{d,estac}$:

$$\eta_k = 1 - q_{ge}$$

Según el 1. BImSchV q_{ge} puede calcularse según la siguiente aproximación:

$$q_{ge} = (T_{ge} - T_{aire}) \cdot ((\text{Coef } A_2 / (21 - O_{2\,med}) + \text{Coef } B)/100)$$

de lo que se obtiene:

$$\eta_k = 1 - (T_{ge} - T_{aire}) \cdot ((\text{Coef } A_2 (21 - O_{2\,med}) + \text{Coef } B)/100)$$

así se obtiene para todo el tiempo de funcionamiento del quemador en el intervalo casi estacionario:

$$Q_{d,\,estac} = t_Q \cdot P_{ur} \cdot (1 - (T_{ge} - T_{aire}) \cdot ((\text{Coef } A_2 / (21 - O_{2med}) + \text{Coef } B)/100)$$

En este caso $T_{gas\ de\ escape}$ corresponde a la temperatura del gas de escape y T_{aire} a la temperatura del aire de combustión. CoefA_2 y CoefB son coeficientes dependientes del combustible respectivo, que puede obtenerse a partir de tablas correspondientes. En el caso de O_{2med} se trata de la concentración de oxígeno medida.

A continuación se describe la determinación del trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) durante las fases de inicio en frío de la instalación de calefacción:

Una fase de inicio en frío se caracteriza porque la temperatura del gas de escape tras una fase de enfriamiento más prolongada en el momento de inicio es menor que la temperatura del agua de la caldera. Esto se aplica tanto para una fase de inicio en frío, que introduce un "ciclo de calentamiento" como también un "ciclo de disponibilidad".

En la operación de calentamiento durante las fases de inicio en frío se requiere el trabajo del combustible total para conseguir de nuevo el punto de partida de la transmisión de calor desde el gas de escape al agua de la caldera. El trabajo del combustible necesario hasta entonces interviene por completo como trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) en el cálculo del trabajo diario $Q_{d,real}$.

El cálculo de $Q_{pérdida}$ (KS) parte de las siguientes suposiciones:

1. El trabajo de calentamiento por ciclo $Q_{ciclo\ de\ calentamiento}$ es igual al trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) de la caldera por ciclo.

$$Q_{ciclo\ de\ calent} = Q_{pérdida}\ (KS)$$

2. La temperatura media del agua de la caldera es en el periodo de tiempo de medición igual a la media entre la temperatura de entrada media $T_{entrada}$ y la temperatura de salida media T_{salida}. Una fase de inicio en frío (fase de calentamiento) $T_{calentamiento}$ para el "ciclo de calentamiento" finaliza cuando la temperatura del gas de escape $T_{gas\ de\ escape}$ es mayor que la temperatura media del agua de la caldera. A partir de este momento la instalación proporciona un trabajo útil.

$$Q_{pérdida}\ (KS) = \Sigma t_{calent}\ (T_{gas\ de\ esc} < \tfrac{1}{2}(T_{entrada} + T_{salida})) \cdot P_C$$

3. Para el "ciclo de disponibilidad" se aplica que la fase de inicio en frío (fase de calentamiento) $t_{calentamiento}$ corresponde a un ciclo completo (en este ejemplo de realización 10 segundos), cuando dentro del ciclo no puede determinarse un aumento significativo de la temperatura de entrada $T_{entrada}$. La instalación de calefacción no ha proporcionado entonces en este ciclo de 10 segundos un trabajo útil.

$$Q_{pérdida}\ (KS) = \Sigma t_{calent}\ (T_{entrada} = \text{constante}) \cdot P_C$$

Para el cálculo del trabajo de calentamiento y por tanto del trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) puede aplicarse el trabajo total del combustible de las fases de inicio en frío $P_C \cdot t_{calentamiento}$.

$$Q_{pérdida}\ (KS) = \Sigma t_{calent}\ (T_{gas\ de\ esc} \leq \tfrac{1}{2}(T_{entrada} + T_{salida});\ (T_{entrada} = \text{const.})) \cdot P_C$$

El trabajo de pérdida de calentamiento durante las fases de inicio en frío se calcula a partir de la suma de los productos de las fases de inicio en frío-tiempos de ciclo, la potencia de combustible P_C y de calentamiento. A continuación se explica el cálculo del trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (WS) durante las fases de inicio en caliente de la instalación de calefacción:

En este caso ha de tenerse en cuenta que durante una fase de inicio en caliente la temperatura del gas de escape en el momento de inicio de la instalación de calefacción ya es mayor que la temperatura del agua de la caldera.

En el tramo hacia la fase de inicio, los porcentajes de la pérdida por gases de escape para la combustión incompleta y para combustible no quemado son esencialmente superiores con respecto a la pérdida por gases de escape, que sólo se debe a la temperatura, de modo que en este caso se incluyen en el caso de un cálculo del rendimiento los componentes sin quemar.

La combustión incompleta puede medirse y detectarse en el porcentaje de CO contenido en el flujo de gases de escape. El porcentaje adicionalmente posible por restos combustibles (hollín) puede no tenerse en cuenta. Así se incluyen para el inicio en caliente la pérdida que se produce adicionalmente a través del combustible quemado de manera incompleta $\eta_{pérdida(CO)}$.

Los contenidos en CO significan ya por el valor de calefacción elevado del CO pérdidas térmicas. En este caso se aplica para el cálculo de la pérdidas por gases sin quemar:

$q_u = (V_{Atr} \cdot H_{u,CO} \cdot CO)/H_u$ con H_u en %

$H_{u,CO}$ = valor de calefacción de CO en kJ/m^3

H_u = valor de calefacción del combustible en kJ/m^3

V_{Atr} = cantidad de gases de escape en seco en m^3

CO = contenido en volumen de CO en mg/m^3

o para el rendimiento

$$\eta_{pérdida\ (CO)} = 1 - q_u$$

La pérdida por gases sin quemar durante un arranque del quemador asciende entonces a:

$$Q_{\text{pérdida, inicio}} \quad (WS) = \sum t_{\text{inicio}} \quad (CO_{\text{gas de esc}} > 0,1\%) \quad P_C \cdot \eta_{\text{pérdida}} \quad (CO))$$

En la toma de valores de medición ahora se registran todos los valores de CO > 0,1% como magnitudes de cálculo. En una simplificación adicional se supone que los picos de CO tienen un transcurso casi idéntico y la forma de un triángulo rectángulo, tal como se muestra anteriormente. La pérdida para $CO_{\text{gas de escape}}$ > 0,1% puede calcularse entonces aproximadamente de la siguiente manera:

$$q_u = (V_{Atr} \cdot H_{u,CO} \cdot 1/2 \; CO_{\text{gas de esc, máx}}) / H_u \qquad \text{con } H_u \text{ en \%}$$

$$\eta_{\text{pérdida (CO)}} = 1 - q_u$$

$$Q_{\text{pérdida,inicio}} \quad (WS) = \sum t_{\text{inicio}} \quad (CO_{\text{gas de esc}} > 0,1\%) \quad P_C \cdot \eta_{\text{pérdida}} \quad (CO))$$

A partir de estas consideraciones previas se obtiene para el cálculo del trabajo diario Q_d:

$$Q_{d,\text{real}} : = \sum (t_{Q\,,1\ldots n} \cdot P_{C\,,1\ldots n} \cdot (1 - (T_{\text{gas de esc}} - T_{\text{aire}}) \cdot ((\text{Coef } A_2 / (21 - O_{2\,\text{med}}) + \text{Coef B}) / 100)))$$

$$- \sum t_{\text{calent}} \quad (T_{\text{gas de esc}} < \tfrac{1}{2}(T_{\text{entrada}} + T_{\text{salida}})) P_C$$

$$- \sum t_{\text{disponibilidad}} \quad (T_{\text{entrada}} = \text{const.}) \cdot P_C$$

$$- \sum t_{\text{inicio}} \quad (CO_{\text{gas de esc}} > 0,1\%) \cdot P_C \cdot ((1 - V_{Atr} \cdot H_{u,CO} \cdot \tfrac{1}{2} CO_{\text{gas de esc,max}}) / H_u)$$

Como ya se ha explicado en el ejemplo de cálculo simplificado, se determina a partir del trabajo diario $Q_{d,\text{real}}$ el trabajo diario máximo $Q_{d,\text{máx}}$. A continuación se calcula a partir del trabajo diario máximo $Q_{d,\text{máx}}$ la carga del edificio P para dar $P = Q_{d,\text{máx}}/24$.

El trabajo para la producción de agua caliente $Q_{d,w}$ en un día no se tuvo en cuenta en primer lugar en el cálculo del trabajo diario según el ejemplo explicado en último lugar y con ello la carga térmica por motivos de claridad. En un método simplificado el trabajo para la producción de agua caliente puede suponerse constante y añadirse al trabajo diario calculado.

En una configuración de la invención, para la determinación del aporte de calor adicional mediante el efecto de valor calorífico en la generación de calor mediante una caldera de condensación puede determinarse la cantidad de condensado dentro del ciclo de medición y considerarse el calor obtenido adicionalmente en la producción de condensado mediante la utilización del valor calorífico.

En caso de que dentro del ciclo de medición no se produzca ninguna determinación de la producción de condensado, entonces la disposición del sistema sensor posibilita una valoración del efecto de valor calorífico en instalaciones de calefacción. Esta valoración es útil tanto para instalaciones de valor calorífico (efecto deseado) como también para instalaciones convencionales (efecto no deseado). Se realiza la medición de las siguientes magnitudes en particular en momentos de detección determinados de manera síncrona y discreta durante el funcionamiento del quemador:

Concentración de oxígeno	$O_{2\text{promediado}}$	en %
Temperatura de los gases de escape	$T_{\text{gas de escape}}$	en ºC
Temperatura de salida	T_{salida}	en ºC

En este caso el punto de rocío del vapor de agua del gas de escape T_{ebu} puede determinarse a partir de la concentración de oxígeno. En cada punto de detección se relacionan durante el funcionamiento del quemador las magnitudes T_{ebu}, T_{salida}, $T_{\text{gas de esc}}$ entre sí. En este caso se aplica para la aparición del efecto de valor calorífico:

$$T_{\text{salida}} \quad < T_s$$

con la condición límite (suposición a modo de ejemplo):

$$T_{salida} \quad +15K < T_{gas\ de\ esc}$$

A partir de la comparación de las magnitudes de medición puede deducirse el porcentaje en el tiempo del efecto de valor calorífico durante el funcionamiento del quemador en el ciclo de medición. En el caso de una caldera de condensación esto permite una valoración de la corrección del diseño y la regulación. Para el caso de la caldera convencional no se desea la aparición del efecto de valor calorífico e indica posibles daños.

Además el porcentaje del trabajo de calefacción para el calentamiento del agua sanitaria en el ciclo de medición puede determinarse en primer lugar directamente con la técnica de medición descrita, cuando la realización de medición se produce con la calefacción apagada. A este caso puede recurrirse conscientemente o se produce cuando la temperatura exterior es mayor que el límite de calefacción. En este caso se utiliza todo el trabajo de calefacción para el calentamiento del agua sanitaria. Además puede determinarse el trabajo de calefacción para el calentamiento del agua sanitaria en el caso de existir (casi siempre) un acumulador de agua sanitaria, relacionándose el tamaño del acumulador, el número de ciclos de carga en el ciclo de medición y los aumentos de temperatura respectivos entre sí.

Cuando las mediciones se realizan en un objeto a diferentes temperaturas exteriores, como, por ejemplo,

1. medición: $T_{exterior,mín} < T_{exter,med,1} < -5ºC$;

2. medición: $0ºC < T_{exter,med,2} < 8ºC$;

3. medición: $T_{exterior,límite\ de\ calef} < T_{exter,med,3}$. $T_{exter,med,3}$

a través de la determinación de la línea característica del edificio es posible tanto el cálculo descrito de la carga del edificio, como también el límite de calefacción específico del edificio. La temperatura límite de calefacción específica del edificio $T_{límite\ de\ calef}$ se determina mediante la intersección de la línea del trabajo de calefacción diario dependiente de la temperatura exterior con la línea del trabajo diario dependiente de la temperatura exterior para el calentamiento del agua sanitaria.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la carga térmica de un edificio calentado mediante una instalación de calefacción, calentándose la instalación de calefacción mediante combustible con generación de gases de escape y apareciendo en el edificio una temperatura exterior así como una temperatura interior, con las etapas de:

determinar la potencia de combustible, la temperatura interior y la temperatura del aire de combustión respectivamente a lo largo del tiempo en un periodo de tiempo de observación con una duración de observación determinada;

medir parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape y temperatura exterior respectivamente a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación;

determinar el rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo a partir de los parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape y temperatura del aire de combustión respectivamente a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación;

determinar la temperatura exterior media y la temperatura interior media en el periodo de tiempo de observación a partir de la temperatura exterior y la temperatura interior;

determinar un trabajo de calefacción medio generado a la temperatura exterior media a partir de la potencia de combustible a lo largo del tiempo y el rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación;

determinar un trabajo de calefacción máximo que va a generarse a una temperatura exterior mínima a partir del trabajo de calefacción medio, la temperatura exterior mínima, la temperatura interior media y la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación; y

determinar la carga térmica del edificio a partir del trabajo de calefacción máximo y la duración de observación.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que como parámetro de concentración de gases de escape se mide la concentración de oxígeno en el gas de escape.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que como parámetro de concentración de gases de escape se mide y evalúa la concentración de dióxido de carbono en el gas de escape.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la determinación del rendimiento η_k de la instalación de calefacción se produce mediante una ecuación específica para cada país.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la determinación del rendimiento η_k de la instalación de calefacción se produce mediante la ecuación $\eta_k = 1- (T_{gas\ de\ escape,real} - T_{aire,\ real}) \cdot ((CoefA_2/ (21-O_{2med}) + CoefB) /100)$, representando $O_{2,med}$ la concentración de oxígeno actual en el gas de escape, $T_{gas\ de\ escape,\ real}$ la temperatura del gas de escape actual, $T_{aire,\ real}$ la temperatura del aire de combustión actual y $CoefA_2$, $Coef_B$ coeficientes característicos de la potencia de combustible, dependientes del combustible.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que como combustible se proporciona fuel oil o gas, el coeficiente $Coef_{A2}$ se selecciona entre 0,63 y 0,68 y el coeficiente $Coef_B$ se selecciona entre 0,007 y 0,011.

7. Procedimiento según la reivindicación 4, 5 ó 6, en el que del rendimiento determinado se resta un valor de corrección, que es dependiente del comportamiento en funcionamiento de la instalación de calefacción así como de su lugar y tipo de instalación.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se determina el trabajo de calefacción medio a partir del producto integrado a lo largo del periodo de tiempo de observación de potencia de combustible a lo largo del tiempo y rendimiento a lo largo del tiempo.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que para la determinación del trabajo de calefacción medio se determina el rendimiento medio en el periodo de tiempo de observación y la potencia de combustible media, multiplicando entonces el rendimiento medio y la potencia de combustible media entre sí, así como por la duración de observación.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el trabajo de calefacción máximo se calcula mediante la ecuación $Q_{calefac.,\ máx.\ =}\ Q_{calefac.,\ medio}\ (T_{límite\ de\ calefac.} - T_{exterior,mín.})/(\ T_{límite\ de\ calefac.} - T_{exterior,media})$, representando $Q_{calefac.,\ máx.}$ el trabajo de calefacción máximo, $Q_{calefac.,\ medio}$ el trabajo de calefacción medio en el periodo de tiempo de observación, $T_{límite\ de\ calefac.}$ la temperatura límite de calefacción, $T_{exterior,mín.}$ la temperatura exterior mínima y $T_{exterior,media}$ la temperatura exterior media medida para determinar la carga térmica en el periodo de tiempo de observación.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el cálculo de la carga térmica P se produce mediante la ecuación $P = Q_{calefac., máx.}/\tau$, representando $Q_{calefac., máx.}$ el trabajo de calefacción máximo y τ la duración de observación.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la duración de observación asciende a 24 horas o a un múltiplo de número entero de 24 horas.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la duración de observación asciende a 168 horas.

14. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la duración de observación asciende a menos de 24 horas y se extrapola al menos una parte de los valores de medición hasta una duración de observación de 24 horas.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se realizan mediciones múltiples a diferentes temperaturas exteriores.

16. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la instalación de calefacción presenta un suministro de agua caliente sanitaria, restando para determinar la carga térmica del trabajo de calefacción medio un valor de corrección correspondiente al trabajo de calefacción para el suministro de agua caliente sanitaria y volviendo a sumar este valor de corrección en el cálculo del trabajo de calefacción máximo.

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se mide la temperatura interior a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación, y para la fijación del límite de calefacción se iguala la temperatura exterior a la temperatura interior media en el periodo de tiempo de observación.

18. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se mide el flujo de combustible momentáneo y a partir de aquí se determina el trabajo del combustible en el periodo de tiempo de observación.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, en el que la determinación del trabajo del combustible se realiza de manera correspondiente a la ecuación $Q_{C,real} = H_U \, V_{BG}$, representando $Q_{C,real}$ el trabajo del combustible, H_U el valor de calefacción dependiente del combustible y V_{BG} el flujo de combustible.

20. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la medición de al menos la temperatura del gas de escape y la temperatura exterior se produce de manera síncrona y discreta en determinados momentos de detección.

21. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la instalación de calefacción tiene un funcionamiento cíclico, deduciéndose a partir del transcurso temporal y/o los valores actuales de parámetros de concentración de gases de escape y/o temperatura del gas de escape, si el quemador está o no actualmente en funcionamiento.

22. Procedimiento según la reivindicación 21, en el que en el periodo de tiempo de observación se relacionan los tiempos de conexión del quemador con la potencia de combustible momentánea para el trabajo del combustible resultante para el periodo de tiempo de observación.

23. Procedimiento según la reivindicación 21 ó 22, en el que la instalación de calefacción presenta al menos dos niveles de combustión con diferentes potencias de combustible, deduciéndose a partir del transcurso temporal y/o los valores actuales de los parámetros de concentración de gases de escape y/o la temperatura del gas de escape, cuál de las al menos dos niveles de combustión está actualmente en funcionamiento y así qué potencia de combustible debe aplicarse actualmente al determinar la carga térmica.

24. Procedimiento según la reivindicación 23, en el que se tienen en cuenta los diferentes niveles de combustión en la determinación de la potencia de combustible.

25. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se determina el trabajo de calefacción $Q_{d,real}$ en el periodo de tiempo de observación, restando del trabajo del combustible $Q_{C,d}$ todo el trabajo de pérdida $Q_{V,d}$.

26. Procedimiento según la reivindicación 25, en el que una parte del trabajo de pérdida $Q_{V,d}$ es el trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) durante las fases de inicio en frío de la instalación de calefacción.

27. Procedimiento según la reivindicación 25 ó 26, en el que una parte del trabajo de pérdida $Q_{V,d}$ es el trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (WS) durante las fases de inicio en caliente de la instalación de calefacción.

28. Procedimiento según la reivindicación 25, 26 ó 27, en el que una parte del trabajo de pérdida $Q_{V,d}$ se forma por pérdidas por disponibilidad y/o pérdidas por gases de escape en el intervalo casi estacionario y/o pérdidas por radiación.

29. Procedimiento según la reivindicación 25, 26, 27 ó 28, en el que el trabajo de pérdida $Q_{V,d}$ es la suma del trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (KS) en caso de un inicio en frío y del trabajo de pérdida de calentamiento $Q_{pérdida}$ (WS) en caso de un inicio en caliente de la instalación de calefacción.

30. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en la determinación del rendimiento η_k para el cálculo del trabajo de calefacción medio $Q_{d,estac}$ para todo el tiempo de funcionamiento del quemador en el intervalo casi estacionario, se tienen en cuenta pérdidas de energía por radiación y/o pérdidas de energía por convección y/o pérdidas por gases de escape y/o pérdidas de energía debido a gases sin quemar.

31. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que como etapa adicional está prevista la determinación de la potencia de quemador que va a ajustarse a partir de la carga térmica y el rendimiento.

32. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 31, en el que se mide de manera discontinua una parte de los valores de medición y se combina con una parte de los valores de medición que pueden leerse a partir de la propia instalación de calefacción.

33. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 31, en el que se mide de manera continua una parte de los valores de medición y se combina con una parte de los valores de medición que pueden leerse a partir de la propia instalación de calefacción.

34. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por medio de sensores de flujo se mide la cantidad de agua sanitaria consumida y/o el flujo de combustible.

35. Procedimiento según la reivindicación 34, en el que a partir de la cantidad de agua sanitaria consumida y/o el flujo de combustible en combinación con el transcurso de la temperatura de entrada y de salida de un circuito de carga de acumulador se calculan pérdidas parciales y/o valores de corrección.

36. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se determinan las aportaciones de calor de fuentes de calor adicionales externas e internas al edificio y se toman como base.

37. Procedimiento según la reivindicación 36, en el que se determinan las aportaciones de calor logradas mediante el efecto de valor calorífico en la generación de calor al edificio a través de la determinación de la cantidad de condensado y se toman como base.

38. Procedimiento según la reivindicación 37, en el que se determina el efecto de valor calorífico en la generación de calor a través de la determinación de las magnitudes de concentración de oxígeno, temperatura de salida y temperatura del gas de escape y se toma como base.

39. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el trabajo de calefacción se determina para agua sanitaria con la calefacción apagada y se toma como base.

40. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el trabajo de calefacción para el calentamiento del agua sanitaria en el ciclo de medición $Q_{d,w}$ a través de la carga del acumulador de agua sanitaria se toma como base por medio de una detección con medición de los tiempos de carga del acumulador por el transcurso de las temperaturas de entrada y salida del circuito de carga de acumulador, la elevación de la temperatura en el acumulador a través de la diferencia de la temperatura de salida por carga del acumulador y la relación de las magnitudes con el volumen del acumulador.

41. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que mediante la medición múltiple a diferentes temperaturas exteriores a través de la determinación de la línea característica del edificio se determina temperatura límite de calefacción específica del edificio.

42. Disposición para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 41, con
un dispositivo de adquisición de datos para detectar la potencia de combustible, la temperatura interior y la temperatura del aire de combustión en cada caso a través del tiempo en un periodo de tiempo de observación con una duración de observación determinada;

un dispositivo de medición para medir al menos parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape y temperatura exterior respectivamente a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación; y

un dispositivo de evaluación para determinar el rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo a partir de los parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape y temperatura del aire de combustión respectivamente a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación, para determinar la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación; para determinar un trabajo de calefacción medio generado a la temperatura exterior media a partir de la potencia de combustible a lo largo del tiempo y el rendimiento de

la instalación de calefacción a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación; para determinar un trabajo de calefacción máximo que va a generarse a una temperatura exterior mínima a partir del trabajo de calefacción medio, una temperatura exterior mínima, una temperatura interior media y la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación para determinar la carga térmica de la instalación de calefacción a partir del trabajo de calefacción máximo y la duración de observación.

43. Disposición según la reivindicación 42, en la que el dispositivo de evaluación determina la potencia de quemador que va a ajustarse a partir de la carga térmica y el rendimiento.

44. Disposición según la reivindicación 42 ó 43, en la que el dispositivo de medición y el dispositivo de evaluación están separados espacialmente uno de otro y en cada caso presentan una interfaz para la transmisión de datos.

45. Disposición según la reivindicación 42 ó 43, en la que el dispositivo de medición tiene una memoria para el almacenamiento intermedio de datos de medición.

46. Disposición según la reivindicación 44 ó 45, en la que las interfaces funcionan sin cables.

47. Disposición según una de las reivindicaciones 42 a 45, en la que están previstos varios dispositivos de medición, que transmiten datos para el dispositivo de evaluación, disponiendo estos dispositivos de medición de una memoria de datos propia, para adquirir los datos por separado y almacenarlos de manera intermedia para una evaluación adicional.

48. Disposición según una de las reivindicaciones 42 a 47, en la que la medición de al menos la temperatura del gas de escape y la temperatura exterior se produce de manera síncrona y discreta en determinados momentos de detección.

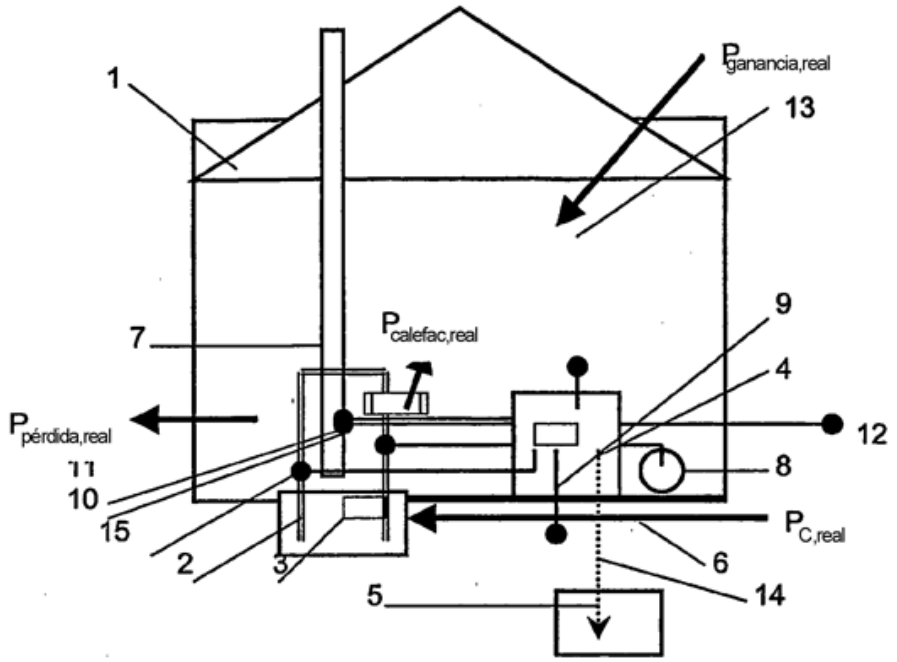

1
P ganancia,real
13
9
7
P calefac,real
4
P pérdida,real
12
11
10
8
15
P C,real
2
3
6
5
14

FIG 1

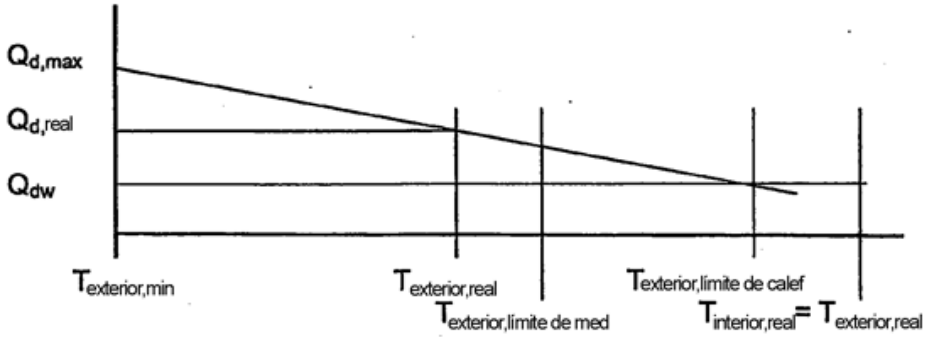

Q d,max
Q d,real
Q dw
T exterior,min
T exterior,real
T exterior,límite de med
T exterior,límite de calef
T interior,real = T exterior,real

FIG 2

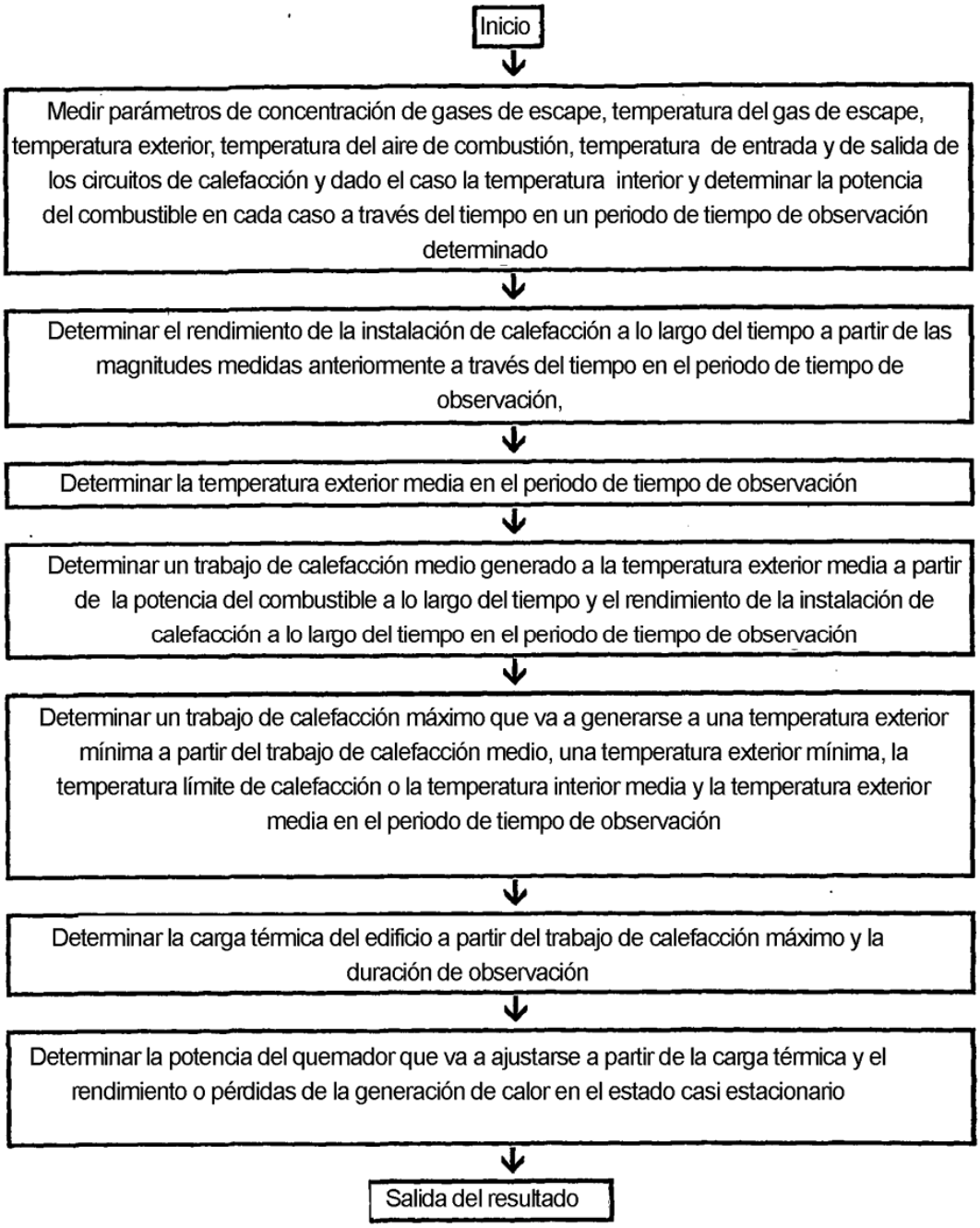

Inicio
Medir parámetros de concentración de gases de escape, temperatura del gas de escape, temperatura exterior, temperatura del aire de combustión, temperatura de entrada y de salida de los circuitos de calefacción y dado el caso la temperatura interior y determinar la potencia del combustible en cada caso a través del tiempo en un periodo de tiempo de observación determinado
Determinar el rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo a partir de las magnitudes medidas anteriormente a través del tiempo en el periodo de tiempo de observación,
Determinar la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación
Determinar un trabajo de calefacción medio generado a la temperatura exterior media a partir de la potencia del combustible a lo largo del tiempo y el rendimiento de la instalación de calefacción a lo largo del tiempo en el periodo de tiempo de observación
Determinar un trabajo de calefacción máximo que va a generarse a una temperatura exterior mínima a partir del trabajo de calefacción medio, una temperatura exterior mínima, la temperatura límite de calefacción o la temperatura interior media y la temperatura exterior media en el periodo de tiempo de observación
Determinar la carga térmica del edificio a partir del trabajo de calefacción máximo y la duración de observación
Determinar la potencia del quemador que va a ajustarse a partir de la carga térmica y el rendimiento o pérdidas de la generación de calor en el estado casi estacionario
Salida del resultado

FIG 3