

Rapport sur le travail de recherche

"Démonstration par comparaison des mesures du Chauffage par Rayonnement Infrarouge et du Chauffage au Gaz dans des bâtiments existants "

Chef de projet : Dr.- Ing. Peter Kosack
Graduate School CVT, Groupe de Travail des Construction Écologiques
TU Kaiserslautern, Gottlieb-Daimler-strasse 42, 67663 Kaiserslautern (D)

Durée du projet : 1/10/2008 au 30/04/2009
Version 1 ; Date : Octobre 2009
Copyright © by Dr.- Ing. Peter Kosack

Résumé

Durant la période de chauffage 2008/2009, une **comparaison** a été réalisée **entre les Consommations d'Énergie d'un Chauffage à Rayonnement Infrarouge et d'un Chauffage au Gaz à technique de condensation**, dans le cadre des changements structurels, avantages et qualités dans la gamme des principales énergies et **pour vérifier la pertinence du chauffage rayonnant infrarouge en usage résidentiel**.

Il a été démontré dans la présente Étude que le Chauffage par Rayonnement Infrarouge présente une alternative raisonnable aux systèmes de chauffage conventionnels.

Dans une utilisation correcte, un Chauffage par Rayonnement Infrarouge présente à la fois des avantages par rapport à la consommation d'énergie de même que dans les coûts et le bilan en CO2.

4 Résultats et Analyse

Le système de mesure réservé pour le chauffage à infrarouge a été **mis en service le 26/11/2008** et toutes les mesures de détection dédoublées par sécurité.

Les données des mesures enregistrées pour le chauffage à infrarouge ont été régulièrement relevées à l'aide de logiciels d'enregistreurs de données liés à une base de données unique pour les deux PC portables séparés, et transférées aux sauvegardes créées.

Le chauffage infrarouge a été branché aux prises de courant des circuits normaux et le contrôle des normes lu par semaine aux compteurs d'électricité des ménages. Le compteur de gaz a été lu et les valeurs du compteur de chaleur pour le chauffage de l'appartement à l'étage ont été simultanément contrôlées.

La période de mesure a pris **fin le 30/04/2009**, puis a commencé le traitement des données et l'analyse.

Pour le traitement des données, les valeurs de consommation des deux ensembles de données pour le chauffage infrarouge ont été **contrôlées par sécurité en tenant compte de la consommation d'électricité domestique probable**.

De manière analogue a été utilisé un processus de lecture des compteurs de gaz et de consommation de chaleur.

Toutes les mesures ont été par la suite confirmées pour un traitement ultérieur dans un programme de transfert sur des feuilles de calcul.

Résultats des mesures

Ce qui suit sont les résultats reproduisant la somme des mesures de consommation relevées durant toute la durée des prises de mesures.

Consommation d'énergie du chauffage infrarouge

La consommation totale du chauffage infrarouge résumée sur la période complète des mesures s'élève à 7305,92 KWh

Consommation d'énergie du chauffage au gaz

La consommation de chauffage au gaz a été enregistrée par semaine au compteur de gaz. Le montant de gaz consommé a été converti suivant les facteurs locaux d'énergie des services publics.

La consommation totale de chauffage au gaz durant la période des mesures était 34.742,33 KWh. La mesure séparée de la quantité d'énergie pour l'eau chaude domestique fournie par l'installation aurait coûté de façon significative et a donc été déduite. Comme l'eau la plus chaude était nécessaire pour la douche, une valeur standard de 400 KWh par personne pour la période de mesure des 5 mois et demi a été déduite (valeurs standards habituelles, incluant les eaux de bain, comprise entre 800 KWh et 1.000 KWh par personne et par an). Pour les résidents qui les fréquentent régulièrement, les résultats de la consommation sont de 1.200 KWh.

La consommation totale corrigée du chauffage au gaz durant la période de mesure a été 33.542,33 KWh.

Pour permettre une comparaison avec l'état actuel de la technologie à condensation, la consommation totale a subi une réduction corrective d'un autre 10 %. Il s'agit de la valeur équivalente qui serait atteinte avec un chauffage au gaz à condensation du dispositif sous test.

Le calcul de la consommation totale du chauffage au gaz à technologie à condensation dans la période complète des mesures a été de 30.188,1 KWh

Comparaison de la valeur totale de la consommation d'énergie durant la période de l'étude

Pour avoir une base de comparaison pour la consommation d'énergie en relation particulière avec le respect de la nature, le résultat en est :

La consommation totale d'espace de vie basée sur le chauffage infrarouge dans la période de mesure était de 7.305,92 KWh/102,60 m² = 71,21 KWh/m²

La consommation totale corrigée de chauffage au gaz liée à l'espace de vie durant la période de mesure était de 33.542,33 KWh/160,70 m² = 208,73 KWh/m².

La consommation totale calculée de chauffage au gaz à technologie de condensation liée à l'espace de vie dans la période de mesure était de 30.188,10 KWh/160,70 m² = 187,85 KWh/m²

La consommation finale d'énergie du chauffage Infrarouge (IR) n'est que :

de 34,1 % du chauffage au gaz à basse température (NTG), et seulement de 37,9 % du chauffage au gaz à technologie de condensation.

La consommation finale d'une chaudière à gaz est plus de 2 fois ½ plus élevée que celle d'un chauffage par rayonnement infrarouge.

5 Interprétation des résultats en termes de consommation d'énergie

Malgré certaines informations tendancieuses de différents fabricants et les enquêtes internes rapportées à partir desquels l'hypothèse de notre étude a été développée, la différence dans la communication finale est significativement surprenante.

Puisque les erreurs systématiques dues au choix des objets et de l'appareil de mesure ont été éliminées, et aucun changement de comportement de l'utilisateur constaté au cours de la période de mesure (les résidents ont travaillé en s'impliquant dans le sens d'une étude fiable),
les résultats des mesures peuvent être acceptés comme norme pour des bâtiments anciens.

Les différences peuvent être identifiées par les points suivants :

a) Les pertes de transmission entre les chaudières à gaz et les radiateurs **contrairement aux pertes négligeables de conduction dans l'installation électrique.**

b) Les pertes contrôlées entre les mesures de la chaudière au gaz et la masse thermique des radiateurs (en raison de l'inertie).

Au cours de l'échauffement de la chaudière au gaz, il est nécessaire de chauffer la plupart du temps plus de 10 minutes après l'ouverture des vannes et après (en manuel) autour d'au moins 30 minutes, et le temps de chauffage (au moins 60°C) de l'émetteur infrarouge est de moins de 4 minutes et le temps de refroidissement (à partir de 60°C au-dessous de 30°C) de moins de 7 minutes.

L'observation cruciale est que le temps passé pour que les radiateurs infrarouges émettent par convection a été aussi court qu'il est possible. En outre, l'unique concept de commande de l'ensemble du système de chauffage infrarouge pour les locaux contrôlés sans sonde extérieure de température est beaucoup plus souple que dans le chauffage au gaz.

Éviter la perte de contrôle est un avantage majeur pour l'ensemble de grandes zones de chauffage où l'inertie est plus grande encore que celle des radiateurs.

Les économies d'énergie finale obtenues ici avec ce mode de chauffage IR ne sont pas susceptibles d'être atteintes, même du point de vue approvisionnement, en cas de températures inférieures. R. : elles sont principalement dues au « maintien de la température » du panneau (et « non à la production de sa température ») par transmission radio toutes les 5 secondes.

c) Les pertes différentes par ventilation en raison des températures différentes de l'air dans les deux ménages, ont été sanctionnées de la même manière comme résultant de l'aération.

d) La perte de chaleur par transmission (mur sec / humide) : les pertes de chaleur par transmission sont dans la pratique considérablement sensibles aux murs humides. Les basses températures de l'intérieur des murs extérieurs non isolés aux températures de gel sont principalement causées par les valeurs réduites de leur influence contre l'humidité.

Les mesures de l'échantillon étaient, pour le chauffage au gaz, à des températures des surfaces planes de la face intérieure des murs extérieurs, basses à environ 14°C.

Les surfaces murales du chauffage à infrarouge ont été conservées à au moins environ 19°C et étaient toujours plus élevées en moyenne que la température de l'air.

En raison des températures élevées, l'absorption de la vapeur d'eau à travers les murs a été largement évitée. Une maçonnerie humide, par rapport à un état sec, réduit considérablement les valeurs d'isolation. Une humidité de 4 % réduit la valeur d'isolation d'environ 50 %.

L'assèchement des murs extérieurs par le chauffage à infrarouge (la déshumidification des bâtiments est une application classique des émetteurs infrarouges) a probablement augmenté la valeur d'isolation à un point tel que l'augmentation des pertes de transmission due à la plus grande différence de température entre la surface intérieure et extérieure des murs extérieurs a été plus que compensée.

Interprétation en termes de coût

Les coûts d'électricité

Comme base de comparaison, les taux standards des quatre producteurs et des quatre fournisseurs d'électricité verte étaient disponibles au niveau national avec 100 % d'électricité fournie certifiée renouvelable.

La norme tarifaire la plus basse (taux d'énergie de 4.000 KWh en été 2009) était de 19,5 cents/KWh, le plus élevé de 23,8 cents/KWh.

Les coûts du gaz

Les quatre principaux fournisseurs d'électricité se présentant comme fournisseurs de gaz sur le marché, ont également été choisis comme base de comparaison des taux standards disponibles pour le pays.

La norme tarifaire la plus basse (taux d'énergie de 20.000 KWh en été 2009) était de 5,0 cents/KWh, le plus élevé de 5,9 cents/KWh.

Développement de l'électricité et du gaz

Dans les 10 dernières années, depuis la libéralisation des marchés, les prix de l'électricité ont augmenté en moyenne d'environ 2,25 % par an, les prix du gaz d'environ 7,1 % par an. Le couplage du gaz au prix du pétrole se maintiendra dans un avenir prévisible et les deux combustibles fossiles continueront de se raréfier.

Les augmentations de prix pour l'électricité ont été de 40 % et causées par les impôts d'Etat et ils représentent les 1^{ers} effets de la compression des coûts grâce à la génération d'énergie renouvelable.

Par conséquent, la poursuite de cette évolution sera très probablement différente, à savoir que les prix du gaz vont augmenter à l'avenir beaucoup plus vite. Dans cette hypothèse, le développement consistera en une augmentation des taux de croissance annuels sur base de ce qui précède de 2009.

Sachant que la consommation de gaz en kilowatts-heure du chauffage au gaz est d'au moins 2,5 fois la consommation électrique d'un élément chauffant à infrarouge, le prix du gaz doit être pondéré par ce facteur de correction de la consommation.

Estimation comparative des coûts des chauffages infrarouge et au gaz

Les courbes pondérées des prix du gaz et de l'électricité établies sur les 14 ans à venir, montrent que d'ici là l'utilisation du chauffage infrarouge sera moins chère que le chauffage au gaz. Étant donné que les coûts d'investissement du chauffage infrarouge sont, d'après les premières estimations, approximativement de seulement la moitié environ de ceux d'un chauffage au gaz, des coûts plus élevés seront atteints beaucoup plus tôt, peut-être même immédiatement.

Malgré certains tarifs spéciaux accordés sous dénominations « fournitures exclusives chauffage », le coût de la consommation du chauffage par infrarouge est maintenant généralement moins cher que le chauffage au gaz.

Si l'évolution réelle devait être différente, une très forte probabilité d'une évolution similaire reste toujours admise.

Interprétation en ce qui concerne la durabilité / écologie

Émissions de CO2

L'émission moyenne de CO2 était de 541g/KWh d'électricité en 2007 en Allemagne (Source: BDEW).

Comme comparatif avec le gaz, la valeur par défaut pour les boilers à condensation au gaz était de 249 g/KWh (IWU consommation 2006), c'est donc la valeur prise en compte pour le calcul de la consommation corrigée de la technologie du gaz à condensation (BWG) qui a fait l'objet des mesures utilisées pour la comparaison dans notre étude.

Émissions dues à la consommation liée à l'énergie des zones d'habitat :

Quartier résidentiel sur base d'émission de CO2 du chauffage infrarouge (IR) :

$$541 \text{ g/KWh} * 71,21 \text{ KWh/m}^2 = 38,52 \text{ kg/m}^2.$$

Quartier résidentiel sur base d'émission de CO2 de BW Gaz (BWG) :

$$249 \text{ g/KWh} * 187,85 \text{ KWh/m}^2 = 46,77 \text{ kg/m}^2.$$

La différence entre ces deux valeurs est suffisamment importante pour tirer une conclusion générale : concernant les émissions de CO2, le système de chauffage infrarouge est plus performant que le chauffage au gaz. Et c'est particulièrement vrai lorsque vous utilisez l'électricité 100 % renouvelable.

Discussion sur la qualité de l'énergie

L'énergie finale sous forme de courant électrique à partir de sources renouvelables doit donc être une priorité absolue.

Une électricité de source 100 % renouvelable alimentant un chauffage à infrarouge s'avère l'un des systèmes de chauffage les plus durables de tous.

Comme les coûts de l'électricité 100 % renouvelable des ménages ont à présent rattrapé les offres classiques, il n'est également aucune meilleure raison économique que de préférer le courant électrique mixte conventionnel.

Interprétation concernant les aspects médicaux et de santé

Les témoignages typiques sont les suivants :

- constat d'absence de poussière/d'odeur de chauffage ; cette propriété relevée par une grande partie de visiteurs est particulièrement notée comme un effet positif par les personnes souffrant d'asthme
- les pieds chauds (contrairement au chauffage par convection) ;
- l'air frais (rapport à la diminution d'humidité) ;
- la chaleur agréable.

Aucun problème particulier de développement de moisissures et on peut dire qu'en général l'assèchement des murs contrecarre les moisissures et tous les problèmes de santé y associés.

Commentaires critiques sur le contenu de sites internet et des déclarations de prospectus publicitaires de fabricants

A propos des erreurs dans les publicités locales les plus courantes reçues à cet endroit :

« Mobilité Permanente et Rayonnement d'une superbe Efficacité »

- À la suite d'application incorrecte des équations de la physique de rayonnement, il est souvent prétendu que les émetteurs infrarouges émettent d'autant plus de rayonnement qu'ils sont d'autant plus alimentés par l'énergie électrique. Les émetteurs infrarouges seraient alors une machine à mouvement perpétuel, c'est-à-dire qu'ils seraient une contre Vérité de la Loi de conservation de l'énergie de la physique. De telles déclarations vont de la fantaisie à l'absurde.
- De même, les informations extrêmement fantaisistes sur l'efficacité de rayonnement. Pour des raisons techniques, des rayonnements sombres ne peuvent pas atteindre des valeurs de l'ordre de 90 %. Des informations parlant de 98 % à 100 % se rapportent à l'efficacité totale de conversion de l'énergie électrique en énergie thermique comprenant aussi l'ensemble du rayonnement IR et de la convection, et non le rayonnement IR seul. Cependant, cela donne l'impression que c'est de l'efficacité rayonnante.

« Des radiateurs à infrarouge qui n'en sont pas ! »

- Sont commercialisés comme radiateurs infrarouges par certains vendeurs des radiateurs électriques classiques de sol, de plafond ou des radiateurs muraux avec chauffage intégré, et des radiateurs à huile alimentés électriquement. Ceux-ci restent cependant des chauffages par convection qui, par rapport au chauffage par convection classique, ont légèrement augmenté la proportion de rayonnement. Le but de notre projet étant la recherche de réelles économies, de tels émetteurs infrarouges ne peuvent pas atteindre cet objectif avec une probabilité très élevée, comparés avec de vrais émetteurs infrarouges.

- De même sont alimentés électriquement des systèmes autonomes de planchers chauffants avec des températures de surface qui se trouvent inférieures à 60°C (habituellement de 30° à 50°C), ou dans lesquels est créée, par une convection particulière, une forte convection (par effet de cheminée). Pour eux aussi, c'est la convection qui l'emporte.

Ces appareils de chauffage sont présentés de façon convaincante comme des radiateurs à infrarouge, alors même qu'ils ne répondent pas à la définition ci-dessus.

6. Conclusions et perspectives

Il est prouvé par la présente étude que le chauffage infrarouge est une alternative aux systèmes de chauffage conventionnels.

Alors qu'il répond aux normes (par exemple, l'efficacité de rayonnement des appareils de chauffage électriques) et aux règlements (p. ex. EnEV), jusqu'à présent, il n'est pas pris en compte, ou pas assez ! Dans le règlement EnEV, il est assimilé à un chauffage électrique direct classique, **alors qu'il est du principe du chauffage par rayonnement.**

Lors des comparaisons ci-dessus entre le chauffage électrique de la maison par le sol ou par des radiateurs à accumulation de nuit, et les appareils de chauffage infrarouge, les économies engendrées sont généralement d'environ 50 %. Ces déclarations sont indirectement confirmées par la présente étude, comme l'ont largement et directement confirmé nos comparaisons entre le gaz et les radiateurs à infrarouge.

Le remplacement des chauffages à accumulation de nuit et du chauffage électrique dans le sol est d'une mise en œuvre simple (peu ou pas d'installation électrique supplémentaire, seulement un ensemble émetteur infrarouge), et d'un coût d'investissement très faible (typiquement la moitié ou moins d'un chauffage au gaz similaire), donc une mesure efficace facilement réalisable.

Les autres critères de qualité en faveur des émetteurs infrarouges sont les suivants :

- le faible investissement par rapport aux autres installations ;
- pas de frais supplémentaires (de ramonage par exemple) ;
- pas d'entretien ;
- 100 % récupérable après usage.

Bien qu'aucune des études comparatives n'ait été faite pour les fabricants, à partir des propriétés générales du projet de chauffage à infrarouge (rayonnant) mis en place dans les zones résidentielles, nous pouvons retenir :

- les températures des surfaces rayonnantes situées entre 60°C et 120°C ;
- l'absence de stockage de produits énergétiques ;
- les structures planes aussi simples que possible, pour minimiser la convection.

D'autres études sur une base encore plus large de données devraient :

- donner des résultats exemplaires par rapport à la présente enquête, en particulier par la sélection et le dimensionnement des critères pour les systèmes de chauffage à infrarouge
- d'exister pour la rénovation
- de bien le déterminer dans le secteur de la construction.

Le remplacement des radiateurs à accumulation de nuit s'avère particulièrement intéressant. Par ailleurs, c'est une alternative de plus pour développer des solutions de recharge raisonnables pour la production d'eau chaude, plus durables et plus efficaces que les méthodes classiques.

*

*

*