

Comparaison des systèmes de chauffage: immeuble d'habitation construit en 1995

Comparaison pour un immeuble d'habitation avec surface de référence énergétique de 800 m², puissance de chauffage de 45 kW, consommation d'eau chaude de 950 l par jour et besoin en chaleur de 120 000 kWh par an.



Chauffage au gaz à condensation

Gaz naturel avec 20% de biogaz

Système de chauffage

Sources d'énergie

Fonction

Une chaudière à gaz à condensation convertit très efficacement l'énergie utilisée en chaleur utilisable. Le système ajuste en permanence sa puissance calorifique aux besoins concrets en chaleur de chauffage et d'eau chaude. La chaleur des gaz d'échappement générée lors du chauffage est renvoyée dans le circuit de chauffage.

Conditions

- Possibilité de connexion au réseau gazier
- Utilisation conforme à la planification énergétique municipale, informations auprès du fournisseur d'énergie local

Avantages

- Technologie éprouvée et nécessitant peu d'entretien
- Gain de place, car aucun stockage de carburant
- Combustion propre sans suie ni poussière fine
- Faibles coûts d'investissement

Inconvénients

- Utilisation d'énergie fossile en cas d'exploitation avec du gaz naturel

Durabilité / bilan CO₂

25,8 tonnes CO₂/ an

Possibilités de financement

Programmes de financement locaux:
www.energiefranken.ch

Coûts

Coûts d'investissement CHF 65 000.–

Coûts de capital / an CHF 4300.–
Prix de l'énergie / an CHF 11 500.–
Coûts de fonctionnement / an CHF 1000.–

Coût total / an CHF 16 800.–

Coûts de production CHF 140.– / MWh de chaleur utile



Chauffage au gaz à condensation

100% biogaz «naturemade star»



Une chaudière à gaz à condensation convertit très efficacement l'énergie utilisée en chaleur utilisable. Le système ajuste en permanence sa puissance calorifique aux besoins concrets en chaleur de chauffage et d'eau chaude. La chaleur des gaz d'échappement générée lors du chauffage est renvoyée dans le circuit de chauffage.

- Possibilité de connexion au réseau gazier
- Utilisation conforme à la planification énergétique municipale, informations auprès du fournisseur d'énergie local

- Technologie éprouvée et nécessitant peu d'entretien
- Gain de place, car aucun stockage de carburant
- Combustion propre sans suie ni poussière fine
- Faibles coûts d'investissement
- 100% d'énergie renouvelable

- Coûts énergétiques plus élevés pour le biogaz

9,5 tonnes CO₂/ an

Programmes de financement locaux:
www.energiefranken.ch

Coûts d'investissement CHF 65 000.–

Coûts de capital / an CHF 4300.–
Prix de l'énergie / an CHF 18 200.–
Coûts de fonctionnement / an CHF 1000.–

Coût total / an CHF 23 500.–

Coûts de production CHF 196.– / MWh de chaleur utile



Chauffage au gaz à condensation avec installation solaire thermique

Gaz naturel avec 20% de biogaz et énergie solaire

Une chaudière à gaz à condensation convertit très efficacement l'énergie utilisée en chaleur utilisable. Le système ajuste en permanence sa puissance calorifique aux besoins en chaleur de chauffage et eau chaude. La chaleur des gaz d'échappement est renvoyée dans le circuit de chauffage. Si le rayonnement solaire est suffisant, les capteurs solaires chauffent l'eau chaude.

- Possibilité de connexion au réseau gazier
- Utilisation conforme à la planification énergétique municipale, informations auprès du fournisseur d'énergie local
- Surface de toit adaptée aux capteurs solaires

- Technologie éprouvée et nécessitant peu d'entretien
- Gain de place, car aucun stockage de carburant
- Combustion propre sans suie ni poussière fine
- Reconnu comme la solution standard du MoPEC 2014
- Fonctionnement 100 % biogaz écologique

- Investissements plus élevés (installation solaire)
- Économie faible en cas de besoins en eau chaude réduits
- Utilisation d'énergie fossile en cas de gaz naturel

25,2 tonnes CO₂/ an

Energie 360°: Prime solaire de CHF 1500.–
Autres programmes de financement:
www.energiefranken.ch

Coûts d'investissement CHF 99 000.–

Coûts de capital / an CHF 7100.–
Prix de l'énergie / an CHF 11 300.–
Coûts de fonctionnement / an CHF 1300.–

Coût total / an CHF 19 700.–

Coûts de production CHF 164.– / MWh de chaleur utile



Chauffage aux granulés de bois

Granulés de bois

Un système de convoyage - convoyeur à vis ou ventouse - alimente automatiquement la chaudière en granulés de bois provenant du stockage de granulés. Lorsqu'ils arrivent dans la chambre de combustion, le processus d'allumage commence. Un chauffage aux granulés de bois est allié à un stockage tampon et doit comporter une sécurité anti-incendie à retardement.

- Espace disponible pour le stockage des granulés
- Accès par camion pour la livraison de granulés
- Respect de la réglementation en matière de qualité de l'air

- Solution éprouvée et respectueuse du climat
- Carburant indigène et renouvelable
- Reconnu comme la solution standard du MoPEC 2014
- Peut être combiné avec une installation solaire thermique

- Coûts d'investissement plus élevés avec le stockage de granulés
- Élimination des cendres, nettoyage des silos

4,6 tonnes CO₂/ an

Energie 360°: Prime environnementale d'au moins CHF 1000.– pour les nouvelles installations. Autres programmes de financement: www.energiefranken.ch

Coûts d'investissement CHF 95 000.–

Coûts de capital / an CHF 6500.–
Prix de l'énergie / an CHF 10 900.–
Coûts de fonctionnement / an CHF 1500.–

Coût total / an CHF 18 900.–

Coûts de production CHF 158.– / MWh de chaleur utile

Les coûts sont indicatifs (+ / -20%) hors TVA et varient en fonction des produits et des prix du fournisseur d'énergie local. Vous trouverez de plus amples informations sur les bases de calcul et les tarifs à la page 3.

Comparaison des systèmes de chauffage: immeuble d'habitation construit en 1995

Comparaison pour un immeuble d'habitation avec surface de référence énergétique de 800 m², puissance de chauffage de 45 kW, consommation d'eau chaude de 950 l par jour et besoin en chaleur de 120 000 kWh par an.



Raccordement à un réseau de chauffage

Système de chauffage
Sources d'énergie

Chauffage urbain

Fonction

Le chauffage urbain est produit hors du bâtiment dans une centrale de chauffage urbain. La chaleur parvient par un réseau de conduites bien isolé sous forme d'eau chaude jusque dans les bâtiments raccordés. L'énergie de l'eau chaude est alors transférée au système de chauffage via un échangeur de chaleur. Les principales sources d'énergie utilisées pour produire du chauffage urbain sont les déchets, les copeaux de bois, la chaleur résiduelle, les eaux usées et la chaleur environnementale.

Conditions

- Possibilité de raccordement au réseau de chauffage urbain

Avantages

- Faibles coûts d'investissement
- Faible besoin d'entretien
- Solution respectueuse du climat
- Reconnu comme la solution standard du MoPEC 2014

Inconvénients

- Coûts d'exploitation plus élevés en raison des coûts fixes de réseau et raccordement domestique

Durabilité / bilan CO₂

13,2 tonnes CO₂ / an

Possibilités de financement

Programmes de financement locaux:
www.energiefranken.ch

Coûts

Coûts d'investissement CHF 74 000.–

Coûts de capital / an CHF 4600.–

Prix de l'énergie / an CHF 14 400.–

Coûts de fonctionnement / an CHF 500.–

Coût total / an CHF 19 500.–

Coûts de production CHF 163.– / MWh de chaleur utile



Pompe à chaleur électrique avec sondes géothermiques

Électricité et géothermie

La pompe à chaleur électrique avec des sondes géothermiques extrait la chaleur du sol. À cette fin, le système fonctionne à l'électricité. Le réfrigérant de la pompe à chaleur s'évapore grâce à cette chaleur et est amené par le compresseur au niveau de température requis pour le chauffage. Un échangeur de chaleur transfère la chaleur au système de chauffage.

- Permis pour le forage de sondes géothermiques
- Connexion technique de la source de chaleur, informations auprès de la municipalité

- Faibles coûts d'exploitation
- Solution respectueuse du climat, si elle fonctionne avec de l'électricité renouvelable
- Reconnu comme la solution standard du MoPEC 2014

- Coûts d'installation plus élevés en raison du forage de sondes géothermiques

5,5 tonnes CO₂ / an

Programmes de financement locaux:
www.energiefranken.ch

Coûts d'investissement CHF 243 000.–

Coûts de capital / an CHF 14 100.–

Prix de l'énergie / an CHF 7500.–

Coûts de fonctionnement / an CHF 1000.–

Coût total / an CHF 22 600.–

Coûts de production CHF 188.– / MWh de chaleur utile



Pompe à chaleur air-eau électrique

Électricité et air

Une pompe à chaleur air-eau utilise l'air ambiant comme source de chaleur. À cette fin, le système fonctionne à l'électricité. Le ventilateur intégré dirige l'air extérieur vers l'évaporateur de la pompe à chaleur. Le réfrigérant s'évapore et est amené au niveau de température requis pour le chauffage à l'aide d'un compresseur. Un échangeur de chaleur transfère la chaleur au système de chauffage.

- Respect des exigences en matière de protection contre le bruit, des informations à ce sujet peuvent être obtenues auprès de la municipalité

- Faibles coûts d'exploitation
- Solution respectueuse du climat, si elle fonctionne avec de l'électricité renouvelable
- Reconnu comme la solution standard du MoPEC 2014

- Émissions sonores via le ventilateur externe

7,6 tonnes CO₂ / an

Programmes de financement locaux:
www.energiefranken.ch

Coûts d'investissement CHF 106 000.–

Coûts de capital / an CHF 8300.–

Prix de l'énergie / an CHF 9900.–

Coûts de fonctionnement / an CHF 500.–

Coût total / an CHF 18 700.–

Coûts de production CHF 156.– / MWh de chaleur utile



Chauffage hybride: pompe à chaleur électrique à sonde géothermique et chauffage au gaz condensation

Électricité, géothermie et gaz naturel à 20% biogaz

Dans un système de chauffage hybride, la pompe à chaleur électrique est complétée par une chaudière à gaz à condensation. La pompe à chaleur avec sonde géothermique couvre la charge de base des besoins en chaleur. À partir d'une certaine température extérieure, appelée point de bivalence, le brûleur à gaz s'allume.

- Permis pour le forage de sondes géothermiques
- Connexion technique de la source de chaleur
- Possibilité de connexion au réseau gazier
- Utilisation selon la planification énergétique municipale

- Adapté pour températures de départ élevées
- Solution respectueuse du climat, si elle fonctionne avec de l'électricité renouvelable et 100% de biogaz
- Reconnu comme la solution standard du MoPEC 2014

- Coûts d'investissement plus élevés, car deux systèmes de chauffage sont combinés
- Utilisation d'énergie fossile en cas de gaz naturel

11,6 tonnes CO₂ / an

Programmes de financement locaux:
www.energiefranken.ch

Coûts d'investissement CHF 217 000.–

Coûts de capital / an CHF 12 700.–

Prix de l'énergie / an CHF 9700.–

Coûts de fonctionnement / an CHF 1200.–

Coût total / an CHF 23 600.–

Coûts de production CHF 197.– / MWh de chaleur utile

Les coûts sont indicatifs (+ / -20%) hors TVA et varient en fonction des produits et des prix du fournisseur d'énergie local. Vous trouverez de plus amples informations sur les bases de calcul et les tarifs à la page 3.

Les bilans énergétiques calculés sont basés sur les principes suivants:

Zone climatique	-	Plateau suisse
Surface de référence de l'énergie	m ²	800
Occupation	m ² /p	30
Nombre de personnes	-	27
Année de construction	-	1995
Besoins spécifiques en puissance de chauffage	W/m ²	55
Puissance de chauffage nécessaire	kW	45
Besoins en eau chaude	kW	15
Puissance calorifique nécessaire	kW	60
Consommation quotidienne d'eau chaude	l/d	950
Besoins annuels en eau chaude	kWh/a	22 000
Besoins annuels en chauffage	kWh/a	98 000
Besoins annuels en chaleur	kWh/a	120 000
Heures de pleine charge (chauffage et eau chaude)	h	2000
Surface de capteurs installation solaire thermique	m ²	16

Eau chaude

- Besoin quotidien par personne: 35 litres (SIA 2024)
- Pertes de circulation/ chauffage: 40%
- Réserve de capacité pour la zone de mélange/ refroidissement: 20%

Chauffage au gaz et aux granulés de bois

- Utilisation: Chauffage et production centrale d'eau chaude
- Rendement annuel: Par rapport au pouvoir calorifique supérieur (H_v), 95% de l'énergie utilisée est utilisée pour le gaz naturel et le biogaz et 85% pour les granulés de bois
- Température de départ maximale: 65 °C
- Les frais d'entretien comprennent le service de brûleur, le ramonage de la cheminée, etc.
- Chauffage aux granulés de bois sans filtre électrostatique

Systèmes de pompes à chaleur

- Utilisation: Chauffage et production centrale d'eau chaude
- Coefficients de performance annuels: 4,0 pour saumure/ eau et 3,0 pour air/ eau, rapport entre la chaleur émise sur l'année et l'énergie électrique absorbée
- Température de départ maximale: 65 °C
- Frais d'entretien pour le remplacement des composants des systèmes électro-thermiques, les défauts de pression et les contrôles du réfrigérant
- Puissance d'extraction spécifique maximale (sol): 34 W/m
- Capacité de refroidissement: 45kW
- Sondes: 5 sondes géothermiques de 1325 m de long, 265 m de profondeur et espacées de 8 m

Installation solaire

- Rendement annuel selon les résultats de simulation avec le calculateur de toit solaire sur www.swissolar.ch
- Production annuelle de chaleur solaire utilisable: 3 000 kWh

État actuel de l'immeuble d'habitation pour la rénovation du système de chauffage:

Production d'eau chaude	Production centralisée
Durée de vie du système de chauffage	Entre 20 et 25 ans
Température de départ maximale requise	65 °C
Rendement annuel	87% (avec de l'eau chaude)
Emplacement de la centrale de chauffage	1 ^{er} sous-sol
Centrale de chauffage par ventilation	Aération naturelle
Utilisation standard	Immeuble d'habitation (SIA 2024)
État des installations électriques	Aucun remplacement dû à l'âge ni renforcement de la connexion
État de la centrale de chauffage	Centrale de chauffage vide, démontage déjà effectué

Bases de la rentabilité

La méthode de l'annuité est utilisée pour évaluer la rentabilité des différentes variantes. Cela détermine le coût annuel moyen d'un investissement sur sa durée de vie utile.

Les bases de calcul se rapportent à la région de Zurich (approvisionnement en gaz: Energie 360°, alimentation électrique: evz, alimentation en chauffage urbain: ERZ). Prix et coûts d'exploitation spécifiques variables selon fournisseur d'énergie.

Chiffres clés du calcul de rentabilité:

Calcul du taux de rendement i (taux réel)	3%
Inflation générale e (réelle)	1%
Durée considérée	20 ans

- Les augmentations des prix de l'énergie pour le gaz naturel et le biogaz, l'électricité, les granulés de bois et le chauffage urbain ne sont pas incluses
- Estimation des coûts, sauf frais de planification pour dimensionnement, vérification de l'aptitude à l'autorisation et réception finale ainsi que frais d'autorisation
- Coûts d'investissement hors subventions
- Pas de renforcement de la connexion pour l'alimentation électrique nécessaire (système de pompe à chaleur)
- Estimation hors mesures structurelles (cloisons coupe-feu, traversées de murs/ plafonds, statique, sites contaminés) et ajustements distribution chauffage/ eau chaude
- Produit de la liquidation de l'ancien système de chauffage non pris en compte
- Précision des coûts +/- 20%

Prix de l'énergie (état janvier 2020)

Gaz naturel avec 20% de biogaz	6,7 ct./kWh
Gaz naturel avec 30% de biogaz	7,3 ct./kWh
Gaz naturel avec 50% de biogaz	8,5 ct./kWh
Biogaz «naturemade star»	11,5 ct./kWh
Prix du service	CHF 34.-/kWh
Granulés de bois	6,5 ct./kWh
Prix de l'électricité ewz.econatur tarif élevé	25,75 ct./kWh
Prix de l'électricité ewz.econatur tarif bas	15,08 ct./kWh
Prix de fonctionnement du chauffage urbain	8,6 ct./kWh
Prix de base du chauffage urbain (puissance de raccordement: 60 kW)	CHF 2600.-/a
Frais de raccordement chauffage urbain (60 kW)	CHF 34 000.-

Tous les détails des coûts hors TVA.

Bilan écologique

Base de calcul des chiffres clés écologiques constituée des données du bilan écologique dans le secteur de la construction 2009/1:2016 et chiffres clés d'Energie 360°.

Système énergétique	Gaz à effet de serre (kg éq. CO ₂ / kWh)
Gaz naturel avec 20% de biogaz	0,215
Gaz naturel avec 30% de biogaz	0,198
Gaz naturel avec 50% de biogaz	0,164
Granulés de bois	0,038
100% biogaz	0,079
Chauffage urbain moyenne CH	0,108
Électricité	0,015
Pompe à chaleur électrique avec sondes géothermiques	0,046
Pompe à chaleur air-eau électrique	0,063

Sources: Energie 360° et zone de construction KBOB 2009/1:2016

Exclusion de responsabilité

Le comparatif des systèmes de chauffage donne un aperçu d'une sélection de systèmes de chauffage modernes et écologiques et a été établi avec le plus grand soin. Cependant, étant donné qu'une grande partie des données et des informations sont fournies par des tiers, Energie 360° ne peut garantir l'exactitude, la précision et l'exhaustivité de la comparaison et des données sous-jacentes. En raison des grandes différences de prix selon l'emplacement, le fournisseur et l'utilisation du bâtiment, les coûts détaillés spécifiques à l'objet ainsi que les possibilités techniques de rénovation du chauffage doivent toujours être proposés par une entreprise spécialisée.