

Cologne: Maison passive avec 4 kWh/m²a pour le chauffage et l'eau chaude, construite pour moins de 2000 Euro/m².

Andreas Nordhoff, Institut für Bauen und Nachhaltigkeit – IBN
Schmaler Wall 39, 50769 Cologne, Allemagne
Tel.: +49 (0) 221 933 331 20; a.nordhoff@ibn-passivhaus.de

**Facteur 4 par rapport à la Berlin PlusEnergyHouse :
Double surface habitable - moitié prix !**



Figure 1: Côté jardin au nord-est



Figure 2: Côté rue au sud-est

En périphérie de Cologne, dans le quartier de Worringen, a été achevée en 2015 par l'Institut pour la construction et la durabilité IBN, une maison passive multigénérationnelle avec 4 unités d'habitation. Dipl.-Ing. Andreas Nordhoff, CEO IBN, était en tant que spécialiste en maison passive, le concepteur et le maître d'œuvre en une seule personne.

Les objectifs de conception suivants ont été fixés :

- Maison passive : 465 m² de Surface de Référence Energétique (selon le PHPP)
- Maison solaire : 43 m² de collecteurs à tubes à plasma sous vide.
- Pompe à chaleur avec un Coefficient de Performance de 5 (COP 5): évaporateur direct et condenseur, pas de fluide intermédiaire eau/glycol. Possibilité d'amélioration jusqu'à un COP de 10 !
- Dalle active de béton et "lac de chaleur": 1800 m³ de sol argileux sous le bâtiment comme réserve de chaleur saisonnière. Le coût de la dalle active est d'environ 1000 euros. **Aparté sur le réservoir de glace – une alternative ?** Un réservoir de glace devrait avoir une taille d'environ 100 m³ pour remplacer notre sol. 200 m de tuyau PE-Xa 40 x 3,7 mm par rapport à 100 m³ de glace..... pas d'alternative !



Figure 3 : Récupération de chaleur en été

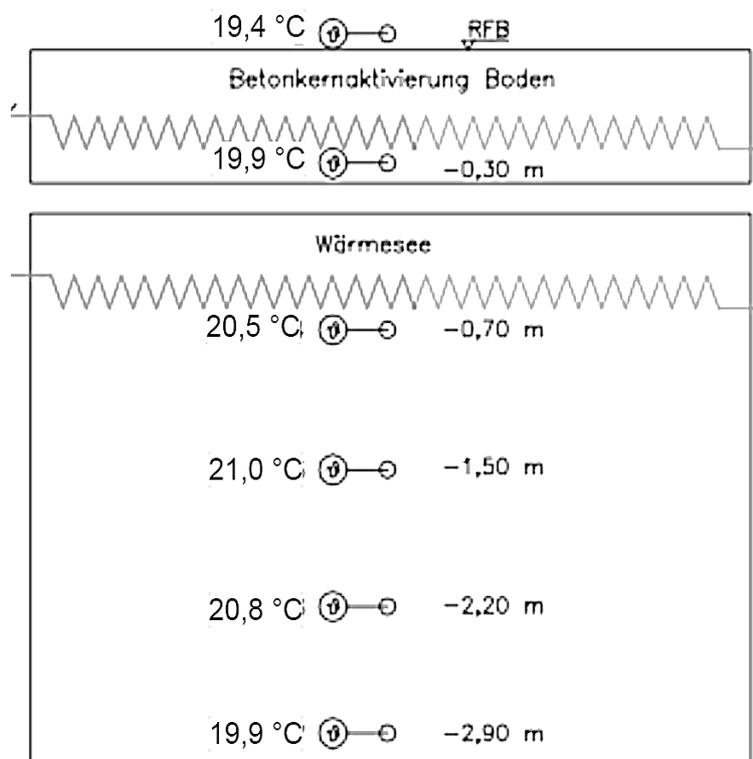


Figure 4: Dalle active le 01.12.2017

- Vivre avec plusieurs générations sous un même toit dans quatre unités résidentielles...Rez-de-chaussée accessible aux personnes à mobilité réduite !
- Régulation de température (dalle active) : chaud en hiver, frais en été.
- Mesure de l'étanchéité à l'air avec $n_{50} < 0,3 \text{ h}^{-1}$.
- 150 m² de surface vitrée sans surchauffe.
- Interconnexion avec des technologies du groupe KNX/EIB – dans la mesure du raisonnable : Pour des coûts supplémentaires d'environ 1000 € par unité d'habitation, 7 thermomètres intérieurs, raccordement du système de stores vénitiens externe avec surveillance du vent, système d'alarme

anti-intrusion avec une fermeture par contact, les luxmètres, les capteurs solaires, les capteurs de température extérieure, etc. peuvent être reliés au système de commande de l'entreprise TA "Technique Alternative".

- Photovoltaïque et électromobilité : 9,8 kWp permettent d'atteindre environ 9000 kWh/a. La consommation est d'environ 11000 kWh/a voiture électrique comprise, soit environ 9000 kWh/a sans voiture électrique. NB : les modules photovoltaïques ont été triés par données flash (rendement supérieur de 4 % sur la durée de vie des modules pendant une heure).
- Conception hybride : Rez-de-chaussée massif, étage en ossature bois.
- Matériaux d'isolation aussi respectueux de l'environnement que possible : briques minérales "Ytong" et isolation en cellulose pour le sol, les toitures, les murs extérieurs des combles.
- Mansarde à la place d'une cave
- Les frais de construction d'un groupe de coût de 300 à 400 (selon la réglementation allemande n°276, DIN 276) représente moins de 1500 euros nets par m² de surface énergétique de référence.
- Et enfin, et non moins important : une architecture attrayante.

Après la première année :

Le premier hiver : Le système de chauffage prévu n'était pas encore opérationnel et devait être compensé par des radiateurs électriques (Au magasin de bricolage : 200 Euro pour les 4 unités d'habitation). Un montant supplémentaire de 2000 euros d'électricité a été versé. Mais l'hiver s'est terminé en mars 2016.

Le premier été : Les 43 m² de tubes à plasma sous vide ont "récolté" 20.000 kWh/a. 14 000 kWh a chauffé 4 000 000 000 kg de sol par an sous la dalle de fondation à 25 °C avec 200 m de tuyau PE-Xa 40 x 3,7 mm. 6 000 kWh/a servent pour la production et la distribution d'eau chaude sanitaire. Eau chaude pour la douche, le lave-vaisselle, la cuisine, etc.

Un tuyau en spirale devant et derrière le bâtiment sert à chauffer le bâtiment. Malheureusement, ce sol est devenu très rapidement déjà chaud à 20 °C (sol de pierre très foncé ☺), de sorte que la capacité de refroidissement se situait généralement entre 500 et 1000 W.

Lors de journées très chaudes, la capacité de refroidissement augmentait car la différence de température devenait plus importante. Nous avons simplement fait fonctionner la pompe de 7 watts jusqu'au début du mois d'octobre. Ainsi, nous avons toujours eu des températures ambiantes entre 22 et 26 °C pendant l'été (sauf quelques jours). Le terrain devant et derrière le bâtiment pouvait se chauffer jusqu'à plus de 20 °C et protéger la dalle active sous le bâtiment des pertes de chaleur latérales. Au cours du premier hiver, la température du sol est tombée à 15 °C. Au cours du deuxième hiver, nous supposons que le sol ne se refroidira pas en dessous de 17 °C. Du côté positif, l'eau souterraine à une profondeur d'environ 4-5 m n'a jusqu'à présent pas eu d'effet notable sur le "lac chaleur", bien que le niveau de l'eau souterraine puisse certainement monter jusqu'au niveau de la dalle de plancher.

Qu'est-ce qui rend le système si efficace ? 4 raisons pour la forte récolte du soleil :

1. pas d'antigel + 15 % de rendement supplémentaire
2. Collecteurs à tubes + 15 % de rendement annuel moyen supplémentaire (mais 25 % de rendement supplémentaire en hiver, car le rendement est très élevé, surtout en hiver).
3. pas d'échangeur isolé + 10 % de rendement supplémentaire
4. Ballon de stockage Zeeh + 10 % de rendement supplémentaire

Aparté sur l'échangeur de chaleur : Nous connaissons généralement les échangeurs de chaleur avec systèmes solaires car en Allemagne, nous n'envoyons jamais l'eau potable directement à travers le système solaire thermique pour la boire ensuite. Avec des antigels dans le circuit solaire, l'eau chaude de stockage souvent importante doit être séparée de l'eau solaire. Ces échangeurs de chaleur, la plupart du temps des échangeurs de chaleur à plaques, ont naturellement une réduction de température d'un côté à l'autre. C'est 5 à 10 Kelvin pour les échangeurs de chaleur habituels. Avec deux échangeurs consécutifs pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire, cela fait 10 à 20 Kelvin, c'est-à-dire que si je veux me doucher à 40 °C, mon système collecteur doit fournir jusqu'à 60 °C d'eau chaude. Il faut également ajouter les pertes de stockage (1-3 K) et les pertes de circulation (1-10 K). Généralement, la plupart des systèmes solaires seront alors éliminés progressivement de l'accord d'approvisionnement en chaleur à partir d'octobre. Si l'eau chaude sanitaire (ECS) doit toujours être maintenue à 60 °C pour tuer les légionelles dans l'eau chaude, les systèmes solaires thermiques habituels se retirent lentement de l'approvisionnement en chaleur dès le mois de septembre. Des améliorations sont souvent recherchées dans des surfaces d'échangeurs à plaques beaucoup plus grandes et des réseaux de circulation d'eau chaude très bien isolées. Mais cela coûte cher et n'apporte qu'un succès modéré. L'IBN l'Institut pour la construction et la durabilité l'a résolu différemment dans la maison à énergie positive : il suffit de laisser de côté les échangeurs de chaleur - et bien sûr l'antigel. Le réservoir de stockage de Joachim Zeeh a également réussi à générer 40 °C d'ECS à 42 °C dans le ballon tampon (voir info clip : <http://www.zeeh-speicher.de/ww01.htm>). Seulement 2 K de surchauffe pour la production d'eau chaude ! Cela paraît incroyable. Un circuit intelligent est ensuite raccordé derrière et dans notre bâtiment à énergie positive l'eau sort de ces tubes collecteurs à 42 °C. Et ceux-ci peuvent être produits même sous le soleil hivernal.

Aparté sur les bactéries à activité acidifiante : Dans de nombreuses installations, dont la nôtre, des bactéries se développent (il suffit de sentir l'odeur de l'eau de chauffage). Ces dernières forment de l'acide, qui fait rouiller les métaux ; les réservoirs tampons, les radiateurs et les tuyaux en cuivre sont menacés. Les biocides sont généralement destinés à remédier à la situation, mais notre eau sanitaire devient progressivement un cocktail chimique qui ne peut plus être éliminé comme déchet toxique dans les eaux usées. Une solution durable est de filtrer les bactéries. Pour ce faire, nous avons installé un système d'ultrafiltration pour un contrôle en ligne. Ce système filtre déjà avec succès les légionelles, etc. de l'eau potable. Ainsi, un hôtel à Hambourg dont la température de l'eau chaude sanitaire est de 43 °C fonctionne avec succès depuis des années. En plus d'une économie d'énergie thermique (de 60 °C à 43 °C) de 10 à 30 % pour les maisons passives, le

chauffage de la conduite d'eau froide est également évité (dans ce cas le problème de la légionelle est au moins aussi important).



Retirer l'oxygène : L'oxygène qui pénètre dans l'eau du système par les raccords et les parois des tuyaux est utilisé par les bactéries d'une part et provoque également de la corrosion d'autre part. Nous avons opté pour une technologie de séparation efficace qui sépare l'air et les particules de fer. Les particules de fer sont l'une des principales raisons pour lesquelles nos pompes haute performance (avec aimants haute performance) sont détruites après environ 5 ans. "Dans le meilleur des cas", seul le rendement des pompes à haut rendement diminue fortement.

Figure 5 : Eau de l'installation avant et après filtration.

Aveu : Le vitrage nord-est non ombragé de près de 50 m² conduit à une surchauffe matinale au milieu de l'été en l'absence de ventilation croisée la nuit. Le système de ventilation - et la dalle active - ne peut pas la faire seule ! Cependant, à mon avis, les avantages d'un ombrage plus faible = rendement solaire plus élevé en hiver + réduction des coûts d'investissement (environ 10 000 euros) sont prédominants.

Extrait du PHPP

- 4 unités résidentielles d'une surface de référence énergétique de 465 m².
- Besoin annuel de chauffage : 10 kWh/m²a (14 kWh/m²a à 22 °C ; total : 6500 kWh/a).
- Charge thermique : 9 W/m² (10 W/m² à 22 °C) avec une valeur au test d'infiltrométrie de 0,30 h⁻¹.
- Valeur U moyenne de l'isolation extérieure à l'air extérieur : 0,12 W/(m²K).
- Valeur U moyenne de l'isolation intérieure par rapport au sol : 0,23 W/(m²K). Cependant, cette valeur relativement faible n'est pas critique, car le sol ne se refroidit pas de manière significative en hiver (jusqu'à environ 17 °C à la fin de la période de chauffage).
- Ponts thermiques à valeur U moyenne ΔU_{WB} : 0,0092 W/(m²K).
- Fenêtre de valeur U moyenne : 0,69 W/(m²K) ; Comprenant : l'ensoleillement avec g = 0,63 et Ug = 0,64 W/(m²K) et un ensoleillement rare avec g = 0,53 et Ug = 0,53 W/(m²K).

Point à souligner du concept de chaleur

Le concept énergétique de la nouvelle maison énergétique IBN près de Cologne est impressionnant ! La solution de la pompe à chaleur est impressionnante avec un Coefficient de Performance de 5 (COP 5), dont l'élément principal est un grand système solaire thermique qui remplit un ballon tampon. L'excès de chaleur réchauffe le sol sous la maison pendant les mois d'été par l'intermédiaire de tuyaux en spirales. Il est également possible d'activer la dalle de fondation ou le plancher de l'étage, par exemple si le ballon tampon est déjà chauffé les jours d'hiver ensoleillés.

En hiver, l'eau est acheminée du "lac de chaleur" sous la dalle de plancher via le système de tuyauterie vers une pompe à chaleur qui produit ensuite de l'eau chaude pour le chauffage et la transfère dans la dalle de béton. Un film à recommander explique les détails de manière très claire sur www.youtube.de. Cherchez "www.IBN-Passivhaus.de".

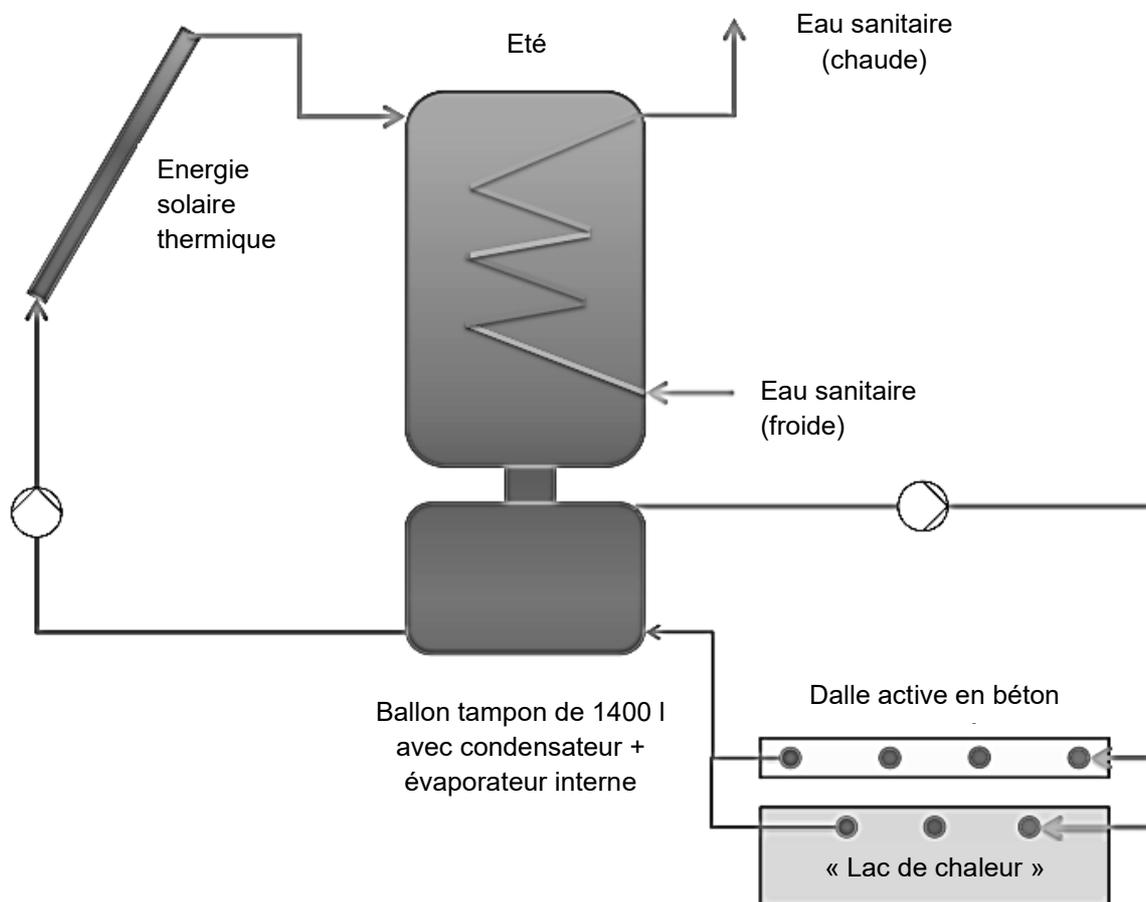


Figure 6 : Schéma hydraulique "Etat de l'installation en été".

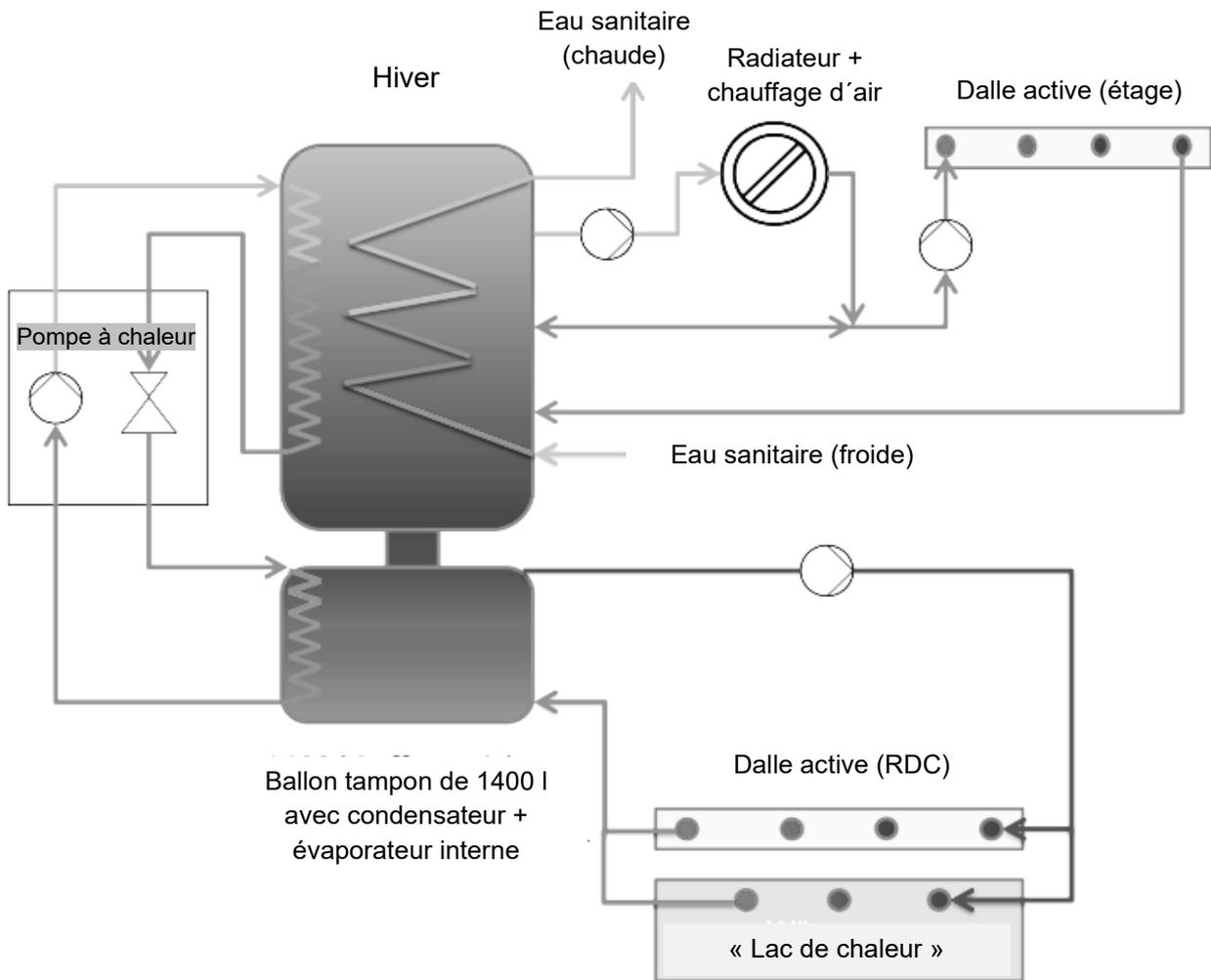


Figure 7 : Schéma hydraulique "État du système en hiver"

Le concept de ventilation



Dans chacun des deux petits logements se trouve un appareil de ventilation avec des capteurs de CO₂ et d'humidité installés dans le mur extérieur qui assure la ventilation en fonction de la demande avec un écart de chaleur de 87 %. Grâce au contrôle de la température et de l'humidité, Andreas Nordhoff compte un taux de renouvellement d'air annuel moyen de seulement 0,15h⁻¹ pour 1 à 2 personnes par unité d'habitation. Les deux plus grandes unités d'habitation sont alimentées chacune par un appareil avec un niveau d'approvisionnement en chaleur de 94 % certifié par la Passive House Institute. Un échangeur de chaleur géothermique a été volontairement écarté, car à Cologne la protection antigèle n'est nécessaire que quelques heures par an d'une part, et le pré-refroidissement en été est assuré par le plafond en béton d'autre part. Les mini-chauffeurs d'air assurent la possibilité d'un réchauffement individuel pièce par pièce.

À télécharger :

L'article est disponible en couleur sur www.ibn-passivhaus.de ainsi que sur www.ecolearn.de

Résumé

Pouvoir marcher pieds nus toute l'année, profiter du soleil avec de grandes fenêtres, un système thermique, photovoltaïque, etc. pour véhicules électriques, hiver 22 °C, été 25 °C, toujours de l'air frais (malgré une étanchéité à l'air de 0,15 h⁻¹), accessible aux personnes à mobilité réduite, protection anti-effraction tout autour - et tout cela avec la réserve naturelle sur le pas de la porte, et à 20 minutes de Cologne.... un rêve !



ANDREAS NORDHOFF

Dipl. Ing., Fondateur d'IBN (technologie de la maison passive - Institut pour la construction et la durabilité)

IBN conseil depuis 1996 les spécialistes du bâtiment et les maîtres d'œuvre, accompagne de grandes conceptions de projets passifs jusqu'à 5 ans après leurs réalisations (Monitoring) et propose des formations complémentaires pour se certifier concepteur de maison passive.

www.ibn-passivhaus.de

Source des images : Institut pour la construction et la durabilité - IBN, Cologne