

PHPP: plus qu'un simple bilan énergétique

PHPP

Schéma.1: Le "Passivhaus Haus Projektierungs Paket PHPP " consiste en un ensemble de feuilles de calcul Excel ainsi qu'un manuel. C'est un outil d'aide important pour la conception de maisons passives.

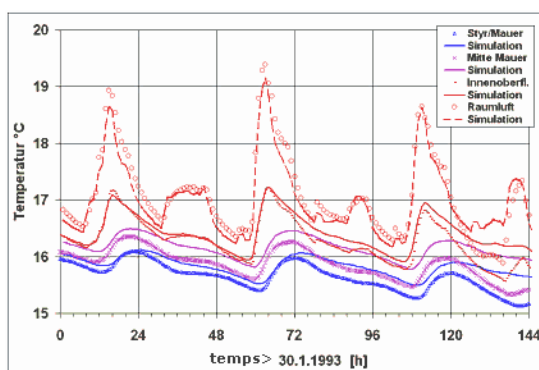


Schéma.2: Comparaison des mesures et de la simulation dans le projet de bâtiment passif Kranichstein à Darmstadt. Programme de simulation utilisé: DYNBIL. La comparaison fait partie d'une étude scientifique qui a été publiée dans [AkkP 5]. (les courbes correspondent à la simulation, les points ou ronds aux mesures)

Comparaison des méthodes de calcul

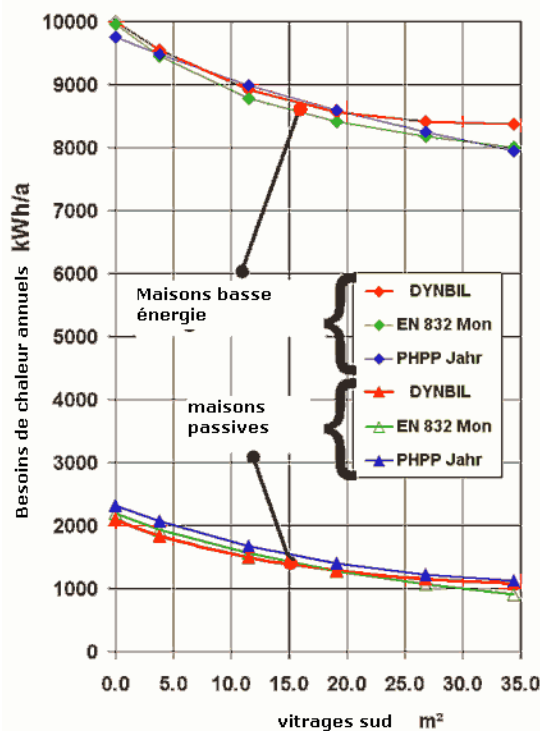


Schéma.3: Comparaison entre les calculs faits avec un outil de simulation dynamique (DYNBIL) et ceux obtenus avec le PHPP (processus "mois" selon EN 832 et processus "année"). La concordance entre les résultats obtenus avec la méthode simplifiée stationnaire et la simulation dynamique est très bonne. Lors de la comparaison, il est essentiel d'utiliser des données identiques. (Niedrigenergiehaus=maison basse énergie).

Le logiciel PHPP décrit:

- le calcul des bilans énergétiques (inclus le calcul des valeurs U.)
- la conception des fenêtres
- la conception de la ventilation
- l'interprétation de charge de chauffage
- la prédiction de la situation estivale
- la définition des besoins en chauffage et en ECS
- ... et plein d'autre outils utiles pour une conception sérieuse des maisons passives, ainsi que
- les bordereaux justificatifs pour les aides consenties aux maisons passives (par ex. celles du KfW. NDLT: l'équivalent de la Caisse des Dépôts)
- le justificatif simplifié pour le règlement EnEV (NDLT: l'équivalent de la RT2005)
- un manuel complet, qui ne décrit pas seulement le processus du PHPP, mais aussi tous les points essentiels à la construction des maisons passives. Le book de la pratique de la maison passive par excellence.

Ainsi le PHPP contient tout ce qu'il faut pour concevoir une maison passive qui fonctionne.

Un modèle précis: la simulation selon les équations de base de la physique

Pour les premières maisons passives, il était indispensable d'utiliser les simulations numériques. Le calcul des bilans énergétiques de bâtiments à très faible consommation d'énergie est une tâche exigeante. Les normes et les règlements existants se sont révélés trop imprécis; cela n'a d'ailleurs pas beaucoup changé depuis lors. Avec une simulation qui s'oriente selon les lois de la physique, on peut prévoir le comportement du bâtiment d'une manière très précise. Le problème est uniquement: *les données!* Les données à rentrer pour un programme de simulation dynamique sont énormes. Le modèle que nous utilisons pour la maison passive Kranichstein à Darmstadt exige plus de 2000 entrées de données (sans compter les données climatiques). Si l'on veut que la simulation livre des résultats fiables, alors ces 2000 données doivent être correctement déterminées en fonction de la géométrie réelle du bâtiment. C'est évidemment possible, comme le montre la comparaison entre la simulation et les résultats de mesure ([AkkP 5], voir schéma. **Abb. 2** en haut à gauche). Mais le coût lié à un tel modèle est très élevé. Et bien que toutes les données n'ont pas la même importance, l'entrée de mauvaises valeurs pour les données accessoires peut fausser tout le calcul..

Une voie pragmatique: un modèle simplifié, des données claires

En comparant plusieurs programmes de simulation, nous avons pu nous rendre compte de ce qui est essentiel, ce qui nous a permis avec des modèles simplifiés aux entrées de données raisonnables, de tirer des bilans énergétiques fiables. Le chemin vers les simplifications acceptables est décrit dans la publication [AkkP 13]. Cela peut surprendre que grâce à un modèle tout simple, basé sur:

- le traitement de la maison en tant qu'une **zone unique**
- l'utilisation des **bilans mensuels** au lieu des simulations non stationnaires.

on puisse obtenir une précision suffisante pour les applications pratiques (voir le schéma 3 dans la colonne de gauche).

Passivhaus=maison passive)

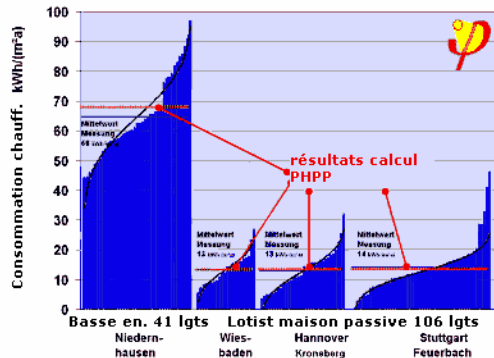
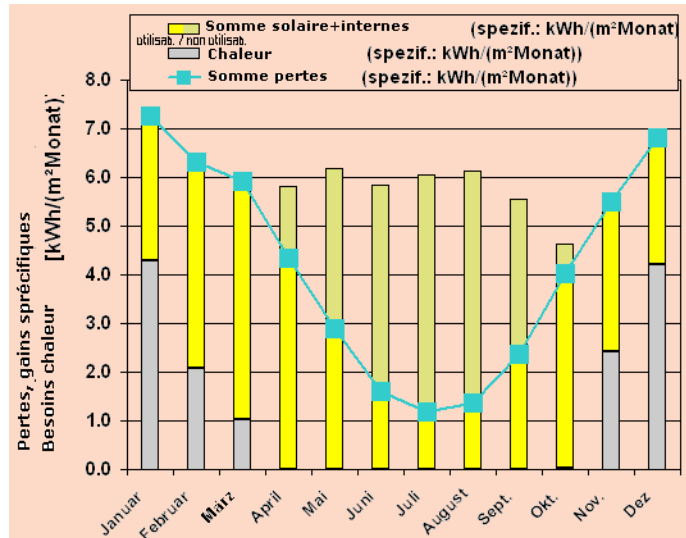


Schéma. 4: Comparaison des mesures de consommation (données statistiques) pour le calcul avec le PHPP. On ne peut comparer que des valeurs moyennes issues d'échantillons suffisamment importants, parce que les valeurs individuelles de consommation à cause des habitudes diverses des utilisateurs, varient dans une trop large mesure. Les valeurs moyennes sont décrites très justement à l'aide du PHPP.



Les avantages d'une simplification ne sont pas uniquement liés à un process de calcul plus clair, mais surtout à:

- un temps passé à rechercher les données qui est beaucoup plus faible (puisque l'on n'utilise plus que les données de l'enveloppe du bâtiment et de la ventilation),
- une réduction conséquente des sources d'erreurs lors de la création et une facilité de contrôle du processus de calcul (les ingénieurs de contrôle ont une peur bleue d'avoir à vérifier, lors du contrôle d'un bâtiment, la validité des données de la simulation numérique)
- la concentration sur les valeurs les plus influentes et
- l'intégration de toutes ces valeurs.

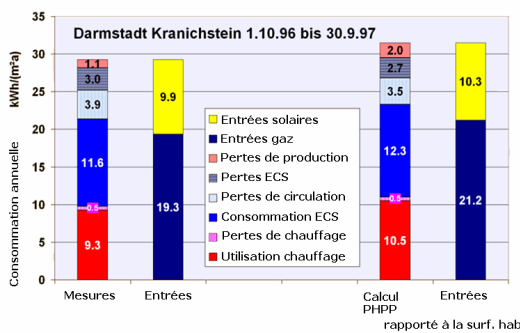


Schéma. 5 Le bilan de droite a été calculé avec le PHPP. Il est tiré du bâtiment passif Kranichstein à Darmstadt (Architectes: Prof. Bott, Ridder, Westermeyer). Les valeurs mesurées du bilan énergétique (à gauche) correspondent très bien avec le bilan calculé. Les mesures ont été faites avec quatre compteurs de chaleur et un compteur de gaz calibré. (Input Solar=input solaire / input gas=input gaz / Erzeugerverlust=perte due à la transformation / WW Speicherverlust=perte du ballon ECS / Zirkulationsverlust=perte de circulation / WW Entnahme= consommation ECS / Verteilverlust Heizung=perte de distribution chauffage / Nutzwärme Heizung= chaleur utilisée de chauffage)

La concordance entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées n'est pas le fait du hasard. Les expériences avec d'autres réalisations sont tout aussi bonnes.

Le dernier point a été rapidement traité. La plupart des programmes de simulation hautement développés sont certes très précis pour certains process physiques (par ex. pour décrire des conduits de chaleur non stationnaires ou pour des échanges de chaleur par radiation), mais ils ont tendance à simplifier le modèle à d'autres endroits (par ex. dans le cas de la transmission du rayonnement dans les coins par les vitrages ou dans le cas de l'ombre causé au rayonnement solaire dû aux balcons ou aux "casquettes", etc.). Vraiment, un programme qui traite tous les process importants d'une manière physiquement appropriée et précise, il n'y en a pas. Mais à l'avenir non plus, puisque un tel programme doit être bâti de manière relativement complexe, ce qui à nouveau occasionnera des causes d'erreur.

Bien sûr, toute simplification est une source de perte de précision. Cependant toute date entrée de façon pas tout à fait correcte dans un modèle complexe est aussi une cause de perte de précision. Et d'un point de vue pragmatique, la précision possible d'un calcul avec des données thermiques dépendant de la météo est assez superflu. Nous n'argumentons pas ici contre l'utilisation de programme de simulation qui sont pour la science la seule voie correcte possible. Dans la pratique de la conception d'un bâtiment dans le cadre d'un concept de construction déjà bien connu, l'utilisation d'un système de calcul simplifié et optimisé peut d'ailleurs être plus efficace et précis, car il évitera de nombreuses sources d'erreur.

Passivhaus-Projektierung																																																																																																			
Objekt: Passivhaus					Gebäudeplanung: Ein-Familienhaus																																																																																														
Standard: ZEH					Energieeffizienzkategorie AEB: 115,2																																																																																														
Standard-Personenverteilung: 1,0					Energiebezugskategorie: 1,0																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauteile</th> <th>Fläche</th> <th>U-Wert</th> <th>Reduktionsfaktor</th> <th>Q_T</th> <th>Q_T (W/m²)</th> <th>Q_T (kWh/a)</th> <th>Q_T (kWh/a)</th> <th>Q_T (kWh/a)</th> <th>Q_T (kWh/a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Außenwand</td><td>179,5</td><td>0,112</td><td>1,0</td><td>84</td><td>1,99</td><td>1,99</td><td>1,99</td><td>1,99</td><td>1,99</td></tr> <tr><td>Dach</td><td>74,2</td><td>0,090</td><td>1,0</td><td>84</td><td>1,61</td><td>1,61</td><td>1,61</td><td>1,61</td><td>1,61</td></tr> <tr><td>Dachgeschosshohe</td><td>64,9</td><td>0,090</td><td>1,0</td><td>84</td><td>1,61</td><td>1,61</td><td>1,61</td><td>1,61</td><td>1,61</td></tr> <tr><td>Fenster</td><td>33,2</td><td>0,750</td><td>1,0</td><td>84</td><td>2,97</td><td>2,97</td><td>2,97</td><td>2,97</td><td>2,97</td></tr> <tr><td>Grund</td><td>146,4</td><td>0,131</td><td>0,5</td><td>84</td><td>1,57</td><td>1,57</td><td>1,57</td><td>1,57</td><td>1,57</td></tr> <tr><td>Türenwandauflager</td><td>25,0</td><td>0,040</td><td>0,5</td><td>84</td><td>0,22</td><td>0,22</td><td>0,22</td><td>0,22</td><td>0,22</td></tr> <tr><td>Außenwandauflager</td><td>46,0</td><td>0,104</td><td>1,0</td><td>84</td><td>0,62</td><td>0,62</td><td>0,62</td><td>0,62</td><td>0,62</td></tr> <tr><td>Summe</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>11,6</td><td>11,6</td><td>11,6</td><td>11,6</td></tr> </tbody> </table>										Bauteile	Fläche	U-Wert	Reduktionsfaktor	Q _T	Q _T (W/m²)	Q _T (kWh/a)	Q _T (kWh/a)	Q _T (kWh/a)	Q _T (kWh/a)	Außenwand	179,5	0,112	1,0	84	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	Dach	74,2	0,090	1,0	84	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	Dachgeschosshohe	64,9	0,090	1,0	84	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	Fenster	33,2	0,750	1,0	84	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	Grund	146,4	0,131	0,5	84	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	Türenwandauflager	25,0	0,040	0,5	84	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	Außenwandauflager	46,0	0,104	1,0	84	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	Summe						11,6	11,6	11,6	11,6
Bauteile	Fläche	U-Wert	Reduktionsfaktor	Q _T	Q _T (W/m²)	Q _T (kWh/a)	Q _T (kWh/a)	Q _T (kWh/a)	Q _T (kWh/a)																																																																																										
Außenwand	179,5	0,112	1,0	84	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99																																																																																										
Dach	74,2	0,090	1,0	84	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61																																																																																										
Dachgeschosshohe	64,9	0,090	1,0	84	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61																																																																																										
Fenster	33,2	0,750	1,0	84	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97																																																																																										
Grund	146,4	0,131	0,5	84	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57																																																																																										
Türenwandauflager	25,0	0,040	0,5	84	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22																																																																																										
Außenwandauflager	46,0	0,104	1,0	84	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62																																																																																										
Summe						11,6	11,6	11,6	11,6																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Transmissionswärmeverluste Q_T</th> <th>Summe</th> <th>Wärmeverlust</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_T</td> <td>11,6</td> <td>11,6</td> <td>11,6</td> </tr> </tbody> </table>										Transmissionswärmeverluste Q _T		Summe	Wärmeverlust	Q _T	11,6	11,6	11,6																																																																																		
Transmissionswärmeverluste Q _T		Summe	Wärmeverlust																																																																																																
Q _T	11,6	11,6	11,6																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Lüftungswärmeverluste Q_L</th> <th>Summe</th> <th>Wärmeverlust</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_L</td> <td>4,1</td> <td>4,1</td> <td>4,1</td> </tr> </tbody> </table>										Lüftungswärmeverluste Q _L		Summe	Wärmeverlust	Q _L	4,1	4,1	4,1																																																																																		
Lüftungswärmeverluste Q _L		Summe	Wärmeverlust																																																																																																
Q _L	4,1	4,1	4,1																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Summe Wärmeverluste Q_y</th> <th>Summe</th> <th>Wärmeverlust</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_y</td> <td>15,7</td> <td>15,7</td> <td>15,7</td> </tr> </tbody> </table>										Summe Wärmeverluste Q _y		Summe	Wärmeverlust	Q _y	15,7	15,7	15,7																																																																																		
Summe Wärmeverluste Q _y		Summe	Wärmeverlust																																																																																																
Q _y	15,7	15,7	15,7																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wärmeangebot Solarstrahlung Q_s</th> <th>Summe</th> <th>Wärmeverlust</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_s</td> <td>22,7</td> <td>22,7</td> <td>22,7</td> </tr> </tbody> </table>										Wärmeangebot Solarstrahlung Q _s		Summe	Wärmeverlust	Q _s	22,7	22,7	22,7																																																																																		
Wärmeangebot Solarstrahlung Q _s		Summe	Wärmeverlust																																																																																																
Q _s	22,7	22,7	22,7																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interne Wärmequellen Q_i</th> <th>Summe</th> <th>Wärmeverlust</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_i</td> <td>2,1</td> <td>2,1</td> <td>2,1</td> </tr> </tbody> </table>										Interne Wärmequellen Q _i		Summe	Wärmeverlust	Q _i	2,1	2,1	2,1																																																																																		
Interne Wärmequellen Q _i		Summe	Wärmeverlust																																																																																																
Q _i	2,1	2,1	2,1																																																																																																

Pour la construction de maisons passives en Europe, pour lequel le processus a été optimisé et validé des milliers de fois, il y a le PHPP. Le PHPP a été calibré selon les calculs de simulations faits d'après des modèles complexes non stationnaires.

Pourquoi le PHPP est pour les constructions énergétiquement efficaces plus précis que les autres systèmes ?

Le PHPP a été développé en comparant systématiquement l'utilisation des fonctionnalités avec les résultats des simulations non stationnaires [AkkP 13]. On n'a utilisé que les modèles de simulation qui ont été au préalable validés par les mesures effectuées sur les maisons passives déjà construites (voir le schéma 2 en haut à gauche). La comparaison a été réalisée pour le standard des maisons passives, donc pour des objets qui ont un besoin en énergie très faible. A cet endroit, le calcul selon le PHPP dévie un peu de la norme européenne EN 832. La "déviation" est d'ailleurs pour les bâtiments usuels sans signification. Ce n'est que pour les bâtiments dotés d'une constante temps extrêmement longue que cela est visible: la EN 832 est alors trop optimiste.

Les résultats du PHPP ont constamment été comparés aux résultats des échantillons de mesures suffisamment importants issus des maisons passives construites (voir schéma 4 sur le côté gauche). Ces comparaisons montrent de manière régulière une forte corrélation.

Wärmegewinne Q_G	$\eta_p \cdot Q_G =$	2730	25.9
Heizwärmebedarf Q_H	$Q_H - Q_G =$	3157	14.3

Schéma. 6 Un exemple de bilan fait avec le PHPP pour une maison unifamiliale. Avec 14,3 kWh/(m²a) le critère est rempli. Voir la page "rentabilité des maisons passives" pour de plus amples renseignements sur la maison qui a servi à pour cette feuille de calcul. Source: [AkkP 20].

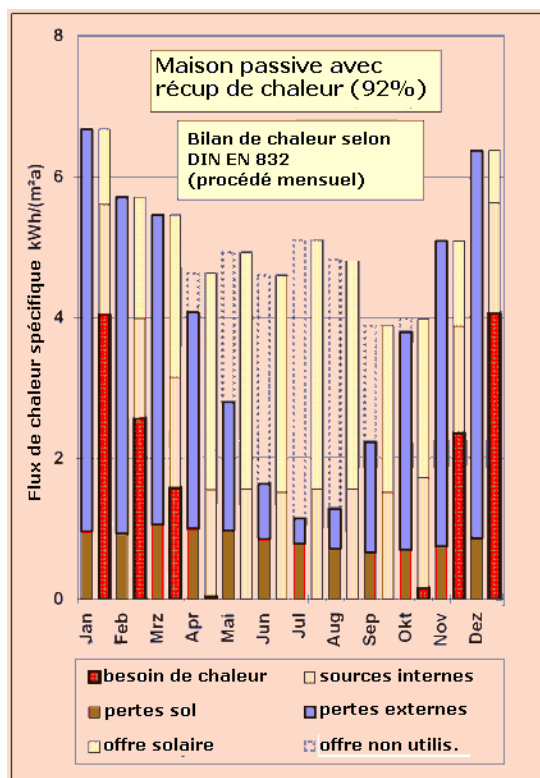


Schéma. 7 Bilan énergétique mensuel selon le PHPP pour l'exemple de la maison unifamiliale. (Source: [AkkP 20])
 (Heizwärmebedarf: besoin de chauffage / Verlust Boden: pertes par le sol / Solar Angebot: offr solaire / Innere Quellen: sources internes / Verlust aussen: pertes vers l'extérieur / Nichtnutz. Angebot: offre non utilisée).

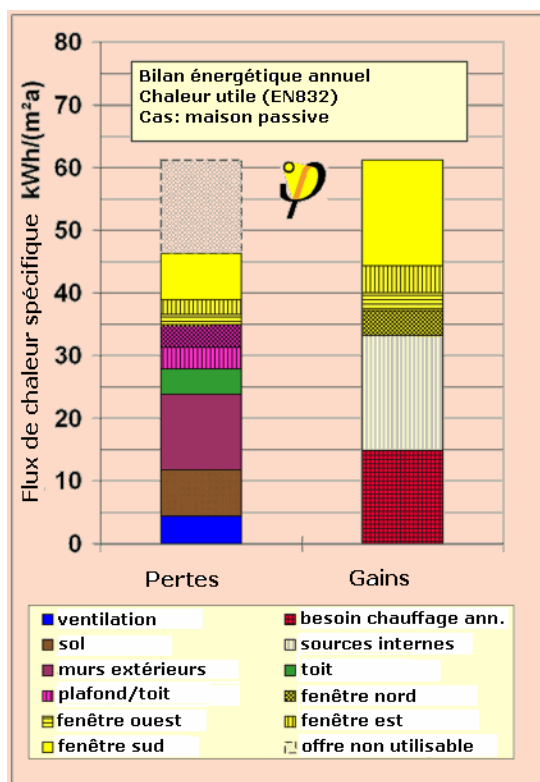


Schéma. 8 Bilan de chaleur annuel(à partir de la somme de bilans mensuels) pour une maison passive unifamiliale, calculé avec le PHPP. Les gains solaires et les sources internes de chaleur sont

Dans le PHPP il y a une longue série de conditions aux limites qui ont été choisies de manière sensiblement différente que dans le cadre par ex. du calcul de l'EnEV (NDLT: la RT2005 allemande). Pour ces changements, il y de bonnes raisons qui dans le détail ont été discutées ici [Feist 2001]:

- Pour les *sources chaudes internes* la valeur 2.1 W/m² (±0.3) est plus réaliste pour des habitations avec un électro-ménager efficace que celle de 5 W/m² qui est souvent utilisée. Le PHPP contient en outre une feuille de calcul avec laquelle les sources chaudes internes peuvent être détaillées plus précisément pour certains projets de construction. Des sources chaudes internes trop importantes conduisent à l'illusion que des consommations très faibles de chauffage voire des maisons à énergie nulle sont possibles avec des standards de construction très moyens... La pratique prouve que cela n'est pas possible.
- Pour la *température moyenne de la pièce* la valeur de 20°C nous semble une hypothèse réaliste (et pas 19°C).
- Pour les gains solaires, la saleté des vitrages est un *facteur d'ombrage* qu'il faut prendre en compte.
- Les *facteurs de correction de température* forfaitaires sont généralement placés trop bas pour les bâtiments bien isolés. Par ex. pour les toits terrasse, ils correspondent à 1.0 plutôt qu'à 0.8.
- La partie concernant un "*échange d'air supplémentaire dû aux perméabilités et aux ouvertures de fenêtres*" est évaluée par l'EnEV d'une manière forfaitaire à 0.15 h⁻¹ pour les VMC sortantes et à 0.2 h⁻¹ pour les VMC2F à récupération de chaleur. Ces deux valeurs sont trop importantes. Ce qui est correct, comme dans le PHPP ou dans la norme DIN EN ISO 832, est de prendre comme valeur, la valeur d'étanchéité atteinte, cad la valeur n50-Wert mesurée.

Ces points et d'autres aussi conduisent à des différences dans les résultats de calcul qui ne sont pas indifférentes dans le cas des bâtiment à haute efficacité énergétique.

Plus qu'un seul bilan énergétique

Le PHPP n'a pas été développé à la base pour livrer un justificatif quelconque. Le PHPP est avant tout un outil de conception, avec lequel l'architecte et le concepteur technique planifient et optimisent leur projet de maison passive. Le PHPP contient des aides pour le montage des fenêtres (en vue d'assurer un confort optimal), pour la ventilation (en vue d'assurer une qualité d'air avec toujours suffisamment d'humidité dans l'air) et pour la technique du bâtiment. Avec le PHPP la maison est vraiment traitée comme une unité, avec y incluant la ventilation et le reste de la technique du bâtiment. Le manuel du PHPP ne se limite pas à l'explication de l'entrée des données dans un feuille de calcul, mais il contient de nombreuses astuces pour l'ordonnancement optimisé des éléments du bâti (l'étanchéité à l'air, l'élimination des ponts thermiques, et tout ça de manière économique), pour la conception et le contrôle qualité.



Auteur: Dr. Wolfgang Feist, directeur du PHI

Littérature:

[AkkP 5] **Bilan énergétique et comportement des températures;** Protokollband Nr. 5 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1997 ([Link zur Publikationsliste](#), [PDF](#), 200kB)

[AkkP 13] **Bilan énergétique avec le PHPP;** Protokollband Nr. 13 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1998 ([Link zur Publikationsliste](#), [PDF](#), 200kB)

[AkkP 20] **Technique d'approvisionnement de la maison passive;** Protokollband Nr. 20 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 2000 ([Link zur Publikationsliste](#), [PDF](#), 200kB)

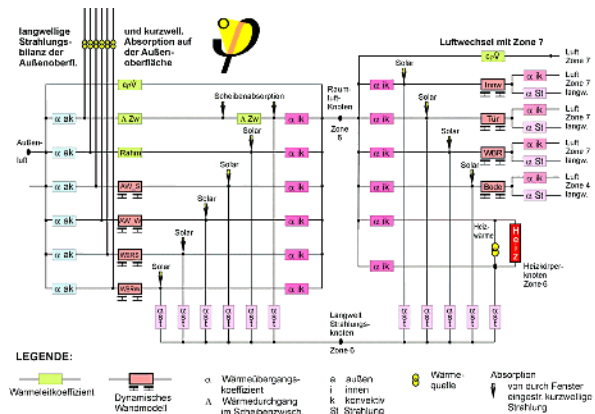
[Feist 2001] **Prise de position concernant la pré-norme DIN-V-4108-6:2000 dans la perspective du développement de la maison passive,** CEPHEUS-Bericht, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 2001 ([Link zur Publikationsliste](#), [PDF](#), 200kB)

d'une plus grande importance que le le chauffage (colonne de droite). (selon [AkkP 20]) Une explication de ces bilans énergétiques, vous la trouverez sur la page "Ce qui est déterminant, c'est le bilan énergétique". (Lüftung (voll)= ventilation / Grund=sol / Aussenwand=murs extérieurs / Dach geschossD=plafond toit / Fenster West=fenêtre Ouest / Fenster Sud=fenêtre Sud / Jheizwärmebedarf=besoin annuel de chauffage / Innere Quellen=sources internes / Dach=toit / Fenster Nord=fenêtre Nord / Fenster Ost=fenêtre Est / Nichtnutzb. Angebot=offre non utilisable)

Ou est-ce qu'on trouve le PHPP?

De plus amples informations sur le logiciel PHPP, vous trouverez sur le site du PHI:
http://www.passiv.de/04_pub/Literatur/PHPP2004/PHPP2004_F.htm.

[PHPP 2004] Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders, J.; Kah, O.:
PHPP 2004, Passivhaus Institut Darmstadt, 2004 (Link zur Beschreibung:
[PHPP-Inhalte](#)).



Un modèle complexe qui schématise bien tous les mécanismes physiques de transport de la chaleur est bien adapté aux analyses scientifiques systématiques. Le "schéma de connexion" ci-dessus montre un détail (une pièce) issu du modèle DYNBIL utilisé pour la maison passive de Kranichstein à Darmstadt. Avec ce modèle les analyses fondamentales ont été réalisées et la comparaison entre la simulation et les mesures. (Schéma [2 en haut à gauche](#)). Ce modèle a aussi été utilisé pour calibrer le fonctionnement du PHPP.

(actualisé le 31.10.2006 Auteur: Dr. Wolfgang Feist © Passivhaus Institut; Reproduction autorisée sans modification et mention de la source. Ces pages sont régulièrement actualisées et augmentées. Traduction:lamaisonpassive.fr)