

Passief Bouwen door luchtdicht bouwen

Luchtdicht bouwen, is de nieuwe manier van bouwen. Luchtdicht bouwen is niet moeilijk maar wel noodzakelijk. Vanaf 2015 zullen alle nieuwbouwwoningen moeten voldoen aan de PHPP, of terwijl het *PassiefHuisProtocol*. Dit is een richtlijn voor het bouwen van woningen en gebouwen die weinig tot geen energie verbruiken en toch een behaaglijk binnenklimaat kennen. Meest belangrijke factor bij het ontwerpen van een laagenergie- of passiefhuiswoning is het onderdeel luchtdicht bouwen.



OK HUIS

14 Energieneutrale woningen te Groningen Meerstad

Luchtdicht bouwen in de praktijk

Helaas treffen we nog vaak op bouwplaatsen en zelfs in details aan dat er wordt gedacht in het dichten van de elementen, waarbij de afdichting zo ver mogelijk naar buiten wordt gepositioneerd. De gedachtegang in deze is vaak dat we onder andere regenwater willen weren in de bouwkundige constructie. Andere voorbeelden zijn dat er bij (stel-) kozijnen enkel een slabbe aan de bovenzijde wordt aangebracht. Afstroomwater in de spouw kan hierdoor blijkbaar geen schade aanrichten en afgevoerd worden. Ook deze oplossing kan desastreus zijn voor de gehele constructie. Milieu en Co2 zijn zeer interessante speerpunten in marketinggeoriënteerde organisaties. Uiteraard ook bij ons, echter wij willen juist dat beetje extra leveren, de kennis. Veel toeleveranciers en producenten van (gevel)systemen voor bouwprojecten schermen met technische termen als hoge isolatie, HR++ glas, U-waarde, R-waarde, psi-waarde en nog veel meer van deze. Veel systemen zijn Technologies ver vooruit en beschikken daadwerkelijk over de beloofde waardes die hun fabrikant opgeeft. Maar wanneer deze elementen worden samengevoegd op de bouwplaats kan het goed fout gaan. Hoe zit het bij de aansluiting tussen de bouwkundige elementen van dezelfde of zelf verschillende gevelsystemen? Een geringe onder- of overdruk bij een luchtlek (lees incorrect afgedicht) kan leiden tot enorme schades.

Hoe de praktijk dit heeft vastgelegd valt allemaal te lezen in de EPC en PHPP berekeningen. Voor de huidige voorschriften is zelfs wettelijk vastgelegd in NEN normen hoe we moeten rekenen en bouwen.

Voorbeelden: NEN 1068, NEN 1087, NEN 2686, NEN 2778, NPR 2652, NEN 3661, NEN 5128, NEN 7120

Bouwfysica

Theorie en bouwfysica

De theorie achter luchtdicht bouwen of het passiefhuisprotocol is niet moeilijk. De bouwfysica beschrijft de fysische/natuurkundige aspecten van de gebouwde omgeving. Deze fysische aspecten zijn:

- warmte
- lucht
- vocht
- geluid

Warmte

Voor een behaaglijk binnenklimaat willen we afhankelijk van het seizoen de warmte binnen dan wel buiten houden. Voor het opwekken van warmte gebruiken we in de huidige situatie energiemiddelen die bij het proces schadelijke broeikasgassen uitstoten. Slecht geïsoleerde, vaak oudere, huizen zullen een veel hogere energienota hebben en dit vertaalt zich per direct in een hoge energienota.

De nieuwe manieren van het opwekken van warmte kan met groene stroom, hoogwaardiger isolatieglas en zonnecollectoren. Maar ook de positie van het huis en de plaatsing van de kozijnen spelen hier een rol van betekenis. Meer hierover in het hoofdstuk PassiefHuis. Het tegenovergestelde van warmte is koude. Als deze twee uiterste bij elkaar komen dan is het risico aanwezig dat er condensatie optreedt. Wanneer warme, vochtige lucht afkoelt, zal de waterdamp in deze lucht condenseren. Dat komt doordat warmere lucht meer water kan bevatten dan koude lucht. Denk daarbij maar aan stoom, waarbij de lucht bijna 100% water bevat, terwijl bij vrieskou de lucht maar heel weinig water kan bevatten. Condensatie geschiedt doordat de lucht door de koudere omgeving afkoelt en zodoende het dauwpunt bereikt.



OK HUIS
14 Energieneutrale woningen te
Groningen Meerstad

Lucht

Over lucht valt veel te vertellen, onder andere luchtdruk en luchtstroom. De natuur wil alles vanuit zichzelf nivelleren (in balans brengen). Vergelijk het maar met de wet van de communicerende vaten. Als we buiten een afwijkende luchtdruk hebben dan binnen, dan kan bij het uitblijven van een juiste luchtdichte aansluiting een luchttransport tot stand komen van buiten naar binnen of omgekeerd. Tel daarbij op hetgeen hierboven wordt verteld over het samenkomen van warme en koude lucht. Dit resulteert in vocht.

Vocht

Eigenlijk kunnen we nu al concluderen dat luchtdicht bouwen alleen maar voordelen heeft. Het draagt immers bij aan de duurzaamheid van het gebouw. Maar nog niets gezegd hebbende over vocht, tot nu dan. Wanneer een aansluiting niet luchtdicht is afgesloten krijgen we dus hinderlijke tocht, is het risico aanwezig op condensatie en staan binnen en buiten direct met elkaar in verbinding en zal de bouwkundige constructie functioneren volgens de wet van de communiceren vaten. We kunnen dus vocht verwachten op plaatsen waar we het niet willen. Vocht in de spouwconstructie draagt bij aan een kortere levensduur van de constructie en de bevestigingsmiddelen. Isolatiemateriaal dat nat wordt en blijft zal ook nooit de isolerende waarde behalen die de fabrikant opgeeft. Vocht is de bron van leven, dus ook die van ongedierte. Maar het belangrijkste probleem voor onze gezondheid is dat vocht schimmelvorming kan veroorzaken. Schimmels kunnen nadelig uitpakken voor onze gezondheid, tot dodelijk zijn.

Geluid

Geluid is een kleine verandering in de luchtdruk. Geluid kan zich op twee manieren voortplanten, door de lucht (luchtgeluid) en door een massa (contactgeluid). Luchtdicht bouwen staat voor luchtdicht en luchtgeluid wordt hiermee dus geëlimineerd. Maar ook de thermisch isolerende eigenschappen van diverse producten verhinderen contactgeluid.

De geschiedenis van het PassiefHuis

Reeds lange tijd zijn er creatieve architecten gefascineerd om een huis te verwezenlijken met een behaaglijk binnenklimaat zonder gebruik te maken van verwarmingsbronnen. Omstreeks 1965 werd het zogenaamde MIT-huis geïntroduceerd. 38 mm² zonnecollectoren en een 66 mm³ reservoirtank voorzien van een 1 meter dikke isolatielaag. Doel was om de zomerwarmte op te slaan en 's winters te gebruiken. Beide systemen functioneerden naar tevredenheid en waren betaalbaar.

Halverwege de jaren tachtig werd de Duitse bouwfysicus en energiebesparingexpert Dr. Wolfgang Feist benaderd door de toenmalige Duitse minister van Milieu Joschka Fischer. De opdracht was om het idee dat Dr. Feist had, zijn "bijna-nul-energiewoningen", voor midden Europa te onderzoeken op haalbaarheid en betaalbaarheid.

Eind jaren tachtig, 1988 om precies te zijn, legt Dr. Feist de basis voor de "bijna-nul-energiewoningen" mede met de bevindingen van de Zweedse bouwfysicus Prof. Dr. Bo Adamson. Dr. Adamson heeft namelijk een dergelijk project in India gerealiseerd. Dr. Feist ontwikkelde computersimulators aan de hand van deze bevindingen, die we vandaag de dag nog gebruiken.

Vanaf de jaren negentig gaat het gedachtegoed om. Daar waar we in het verleden veel aandacht besteden aan de energieproductie, wordt vanaf nu een begin gemaakt met juist de energiebesparing. Het zogenaamde Zonnehuis kreeg dikkere geïsoleerde muren (300 mm) en daken (400 mm) en een 10.000 liter tellende goed geïsoleerde waterreservoir. Het zonnestelsel, vertaalde opbrengst in energie voor gebruik in de winter. Voor de eerste maal in de geschiedenis werd aantoonbaar gemaakt dat energiebesparing goedkoper is wanneer de energie ook nog eens door de zon geproduceerd wordt. Technische complexiteit en hoge kosten zorgden ervoor dat het project uiteindelijk toch nog mislukt, maar dit nam niet weg dat het Zonnehuis of zoals later bekend het PassiefHuis op de juiste weg was om te leiden tot een succes.

Sinds 15 jaar wordt het PassiefHuisconcept van Dr. Wolfgang Feist, zoals we dat op de dag van vandaag kennen, toegepast in Duistland en met succes. Waarom juist het PassiefHuisconcept zo revolutionair is? Dr. Wolfgang Feist weet een bijna-nul-energiewoning (PassiefHuis) te realiseren met slechts geringe extra bouwkosten.

PassiefHuis

In het PassiefHuis gaat de behoefte aan comfort van de moderne mens samen met een minimaal verbruik van energie. Het is een krachtig bouwconcept, een bundeling van briljante ideeën en uitvindingen. Een efficiënte bouwuitvoering (veelal prefab) en de lage woonlasten maken passiefhuizen ook economisch verantwoord. Niet voor niets dat dit concept wereldwijd en op steeds grotere schaal toepassing vindt. "Passief" in PassiefHuis betekent dat natuurlijke energiebronnen zonder technische installaties zoals zonneboilers (=actief) een essentiële bijdrage leveren aan de energiehuishouding en conditionering van het gebouw. Zo werkt drievoudig glas bijvoorbeeld bij voldoende zoninstraling als een kachel en hoeft het gebouw maar op enkele zeer koude of zonloze dagen naverwarmd te worden. In een passief gebouw vormen deze "kachelramen" samen met een goed geïsoleerde, kierdichte schil, een op de zon georiënteerd compact bouwvolume, zonwering en intelligente installatietechniek een synergetische eenheid. De schil van het PassiefHuis werkt volgens het principe van een thermoskan: Hoogwaardige isolatie, kierdichte constructiedelen en aansluitingen, minimale warmtebruggen en een compacte vorm zorgen voor een extreem beperkt warmteverlies via de constructie. Passiefhuizen kunnen zowel worden gebouwd met traditionele als met moderne bouwmaterialen, van stobalen tot prefab sandwichpanelen. Het PassiefHuisconcept laat de keuzes op de weg naar energie-efficiëntie geheel over aan de ontwerpende partijen en de voorkeur van de

opdrachtgevers. De uitvinders van het PassiefHuisprincipe, Bo Adamson en Wolfgang Feist ontdekten dat een zeer goed geïsoleerd gebouw volstaat zonder conventionele verwarming: Een gebouw met een warmtevraag van maximaal 15kWh/m²a oftewel een maximale energielast van 10 W/m² (= PassiefHuisnorm) kan worden verwarmd via de op temperatuur gebrachte ventilatielucht. Anders dan bij een conventionele luchtverwarming wordt de lucht daarbij niet warmer dan 55°C (gaat niet schroeien) en blijft de hoeveelheid opgewarmde lucht beperkt tot de werkelijk benodigde ventilatielucht. Resultaat is een zeer comfortabele, gezonde verwarmingsmethode waarbij gebruik kan worden gemaakt van het distributienet voor ventilatie. Dit spaart materiaal, ruimte en kosten voor een aparte verwarmingsinstallatie.



Eerste passiefhuis in Duitsland gebouwd in 1990.

Wat is een PassiefHuis

De term *PassiefHuis* verwijst naar een bouwnorm. Deze norm kan behaald worden als we een diversiteit aan technologieën, ontwerpen en materialen op een correcte manier samenvoegen. De bouwnorm *PassiefHuis* is een verbetering op de norm *Laagenergie Huis*. Passieve huizen zijn gebouwen waarin gegarandeerd wordt dat er een prettiger en behaaglijker binnenklimaat heerst gedurende het gehele jaar zonder een conventioneel verwarmingssysteem. In deze norm is vastgelegd dat de jaarlijkse behoefte om een ruimte te verwarmen niet boven de 15 kWh/(m²a) komt. De minimale behoefte voor verwarming kan worden geleverd door het verwarmen van de lucht in het ventilatiesysteem, een systeem dat overigens nodig is in iedere situatie. Passieve huizen verbruiken ongeveer 85% minder energie dan de huidige huizen die zijn gerealiseerd volgens de huidige bouwnormen. De norm *PassiefHuis* is zo gekozen omdat de passieve warmtevoorziening extern wordt geleverd door zonnestralen door de ramen en intern door de warmte-emissie van de installatie en bewoners/gebruikers van het object. Uiteindelijk genereert dit voldoende om het comfortabele binnenklimaat te behalen en te behouden.

	<p>1. Warmteverliezen beperken door ver doorgedreven isolatie</p> <p>Maatregelen U-waarde van vloeren, muren, daken < 0,15 W/m²K U-waarde van buitenschrijnwerk < 0,8 W/m²K U-waarde van beglazing < 0,8 W/m²K Lineaire warmtedoorgangscoefficiënt < 0,01 W/m²K</p>		<p>2. Warmteverliezen beperken door zeer goede luchtdichtheid van het gebouw</p> <p>Maatregel n₅₀-waarde < 0,6 h⁻¹</p>
	<p>3. warmtewinsten optimaliseren door gebruik van passieve energie</p> <p>Maatregel g-waarde van beglazing > 50%</p>		<p>4. Luchtkwaliteit waarborgen door ventilatie met warmterugwinning</p> <p>Maatregelen efficiënte gelijkstroomventilator $\eta < 0,45 \text{ W}/(\text{m}^3\text{h})$ rendement warmterecuperatie > 75%</p>
	<p>5. Laag energiegebruik door efficiënte apparaten</p> <p>Maatregel energie-efficiënte huishoudapparaten met A+ label</p>		<p>6. Hernieuwbare energie</p> <p>Maatregelen Zorg eerst voor goede isolatie, luchtdichting, ventilatie en passieve warmtewinsten. Overweeg daarna de installatie van zonnepanelen</p>

Waarom een PassiefHuis

De norm *PassiefHuis* is tweeledig. Enerzijds biedt het een kostefficiënte manier om de energiebehoefte te minimaliseren in nieuw te bouwen objecten overeenkomstig het wereldwijde model van duurzaam bouwen (sustainability). Anderzijds genereert een passief huis een comfortabeler en gezonder binnenklimaat. De PassiefHuis filosofie is gefundeerd op twee principes:

Principe 1:

Optimaliseer hetgeen essentieel is

Wat deze aanpak zo rendabel maakt is de eenvoud. Optimaliseer die componenten van een gebouw die bijdragen aan het totaal. De gevel, de kozijnen en het ventilatiesysteem. Verbeter de efficiëntie van de componenten afzonderlijk zodat de investering van een verwarmingssysteem kan worden gestoken in de verbetering van de afzonderlijke componenten.

Principe 2:

Minimaliseer het verlies zodat het maximum behaald wordt

Een passief huis verhindert dat de beschikbare warmte niet verloren gaat. Het luchtdichtbouwen principe ligt hier aan ten grondslag.

Wat maakt een PassiefHuis

Passieve opbrengst zonne-energie

Op het zuiden gesitueerde passiefhuizen worden ook wel solar houses genoemd. De passieve opbrengst van zonne-energie door glas kan door de juiste afmeting en situatie voldoende daglicht toelaten zodat het ongeveer 40% van het geminimaliseerde warmteverlies opvangt. Om dit te bereiken zullen we de nieuwste technologieën moeten inzetten zoals laagemissie driedubbelglas en superisolerende kozijnen. Dit laat meer zonne-energie (warmte) toe dan dat het kan verliezen. Voor het hoogste haalbaar rendement zal dit kozijn georiënteerd moeten zijn op het zuiden en niet in een schaduwrijke omgeving.

Superisolatie

De gevels van passieve huizen zijn exceptioneel goed geïsoleerd, voorkomen thermische bruggen en kennen geen luchtlekken. Een actieve installatie voor verwarming, ventilatie en luchtvochtigheid zal vragen om een minimale eis met betrekking tot de kwaliteit van de isolatie.

Combineren warmte terugwinning met aanvullende luchtverwarming

Passieve huizen hebben een ononderbroken toevoer van verse lucht dat wordt geoptimaliseerd om het leefcomfort te verzekeren. De toevoer van verse lucht is precies afgesteld op de inhoud van het gebouw op de binnenluchtkwaliteit die wordt vereist. Een hoogwaardige warmtewisselaar wordt gebruikt om de warmte van de geventileerde binnenlucht over te brengen op de inkomende verse lucht. De twee luchtstromen worden niet met elkaar vermengd. Op koude dagen kan de stroom binnenlucht de koude verse lucht opwarmen.

Concreet dient men bij passief bouwen rekening te houden met 6 belangrijke punten:

- Warmteverliezen beperken door ver doorgedreven isolatie
- Warmteverliezen beperken door zeer goede luchtdichtheid van het gebouw
- Warmtewinsten optimaliseren door gebruik van passieve energie
- Luchtkwaliteit waarborgen door ventilatie met warmteterugwinning
- Laag energiegebruik door efficiënte apparaten
- Hernieuwbare energie

Meer informatie over passiefbouwen kunt u ook terecht op passiefhuisplatform.be en op passiefhuisplatform.be/luchtdichtbouwen.

PassiefHuisprotocol

Het PHPP (PassiefHuisProjectenrekenPakket), ontwikkeld door het Passiv Haus Institut in Darmstadt door Dr. Wolfgang Feist, is een nuttig maar ook noodzakelijk instrument bij het ontwerpen van een PassiefHuis. Deze zeer uitgebreide berekeningsmethode geeft onder andere zeer nauwkeurig het te verwachten energieverbruik, de invloed van de luchtdichtheid en de kwaliteit van het comfort aan, en koppelt de resultaten aan duidelijk meetbare prestatie-eisen die in z'n geheel de kwaliteit van het PassiefHuis garanderen. Een PassiefHuis heeft per jaar een energiebehoefte voor ruimteverwarming van 15 kWh/m², dit komt ongeveer overeen met een gasverbruik van 1.5 m³ gas/m² vloeroppervlak. Dit betekent dat twee gloeilampen van 100 Watt genoeg zouden zijn om een kamer van 20 m² te verwarmen of dat een haarföhn zou volstaan om een PassiefHuis van 100 m² te verwarmen. Een PassiefHuis verbruikt 10 keer minder energie voor verwarming dan een gemiddelde bestaande woning en 4 à 5 keer minder dan de huidige nieuwbouwwoning uitgevoerd conform het Nederlandse Bouwbesluit.

Het PHPP-pakket is oorspronkelijk ontwikkeld in Duitsland waar het reeds vele jaren fungeert als "het ontwerpinstrument" van de Duitse PassiefHuisprojecten. Het Duitstalige PassivHaus Projektierungs Paket (PHPP) heeft zich als rekenprocedure reeds in duizenden passieve gebouwen in Duitsland (6000 Passiefhuizen), Oostenrijk en Zwitserland bewezen als doeltreffend ontwerpmiddel voor het realiseren van zeer comfortabele gebouwen met een factor vier minder energieverbruik t.o.v. de huidige nieuwbouwstandaard en voor het verifiëren van de PassiefHuis prestatiecriteria. Het is dan ook grondig getest en gecontroleerd.

In het bijzonder heeft het Europese CEPHEUS-project (250 passiefhuizen in 5 Europese landen) uitgewezen dat de voor de PHPP ontwikkelde rekenprocedures voor het berekenen van de warmtebehoefte, in vergelijking met klassieke rekenmethodes, een beter aanvaardbare voorspelling geven van de praktijk. De PHPP-berekening is gebaseerd op Europese normen en legt een karakteristiek energiegetal vast voor elk uniek gebouw.

PHPP is een MS Excel rekenblad waar men op een eenvoudige en overzichtelijke wijze alle gebouw- en installatieparameters kan inbrengen waarbij men hun effect op het eindverbruik kan evalueren. Men kan dus aan de hand van de berekening het ontwerp bijsturen tot men een uiterst energiezuinig gebouw bekomt. Aan de hand van metingen in diverse PassiefHuis-projecten werd de validiteit van PHPP tevens kritisch onderzocht, wat leidde tot herwerkte versies en het gebruik van het programma voor de certificatie van passiefhuizen en voor de integratie in regelgevingen en subsidievormen.

Voorbeeld PHPP Rekenblad

Passive House Verification - FREE DEMO VERSION

			
Building:	End-of-Terrace Passive House Kranichstein		
Location and Climate:	Darmstadt Kranichstein Standard Germany		
Street:			
Postcode/City:	D-64289 Darmstadt		
Country:	Germany/Hesse		
Building Type:	Terraced House/Dwelling		
Home Owner(s) / Client(s):	Bauherrengemeinschaft Passivhaus		
Street:			
Postcode/City:	D-64289 Darmstadt		
Architect:	Prof. Bott/Ridder/Westermeyer		
Street:	Jahnstr. 8		
Postcode/City:	D-64285 Darmstadt		
Mechanical System:	Seb Dipl.-Ing. Norbert Stärs		
Street:	Bahnhofstr. 49		
Postcode/City:	D-64319 Pfungstadt		
Year of Construction:	1991		
Number of Dwelling Units:	1	Interior Temperature:	20,0 °C
Enclosed Volume V _e :	665,0 m ³	Internal Heat Gains:	2,1 W/m ²
Number of Occupants:	4,0		

Specific Demands with Reference to the Treated Floor Area				
Treated Floor Area:		Applied:	PH Certificate:	Fulfilled?
156,0 m ²		Monthly Method		
Specific Space Heat Demand:	13 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	Yes	
Pressurization Test Result:	0,2 h ⁻¹	0,5 h ⁻¹	Yes	
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating, Cooling, Auxiliary and Household Electricity):	65 kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	Yes	
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating and Auxiliary Electricity):	37 kWh/(m ² a)			
Specific Primary Energy Demand Energy Conservation by Solar Electricity:	kWh/(m ² a)			
Heating Load:	10 W/m ²			
Frequency of Overheating:	3 %	over 25 °C		
Specific Useful Cooling Energy Demand:	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)		
Cooling Load:	9 W/m ²			

In Nederland is **OKHUIS** (spreek uit als Okeehuis) nu een van de voorlopers om het luchtdicht bouwen concept pragmatisch in de markt te brengen. De door **OKHUIS** toegepaste bouwmethode past uitstekend bij het passief / luchtdicht bouwen concept. De bouwpreizen zijn iets hoger dan bij een traditioneel gebouwde woning doch daar krijgt men ook een veel betere woning voor met aanmerkelijk lagere energiekosten.

Bronnen: www.ikbouwpassief.nl, www.luchtdichtbouwen.nl, www.passiefbouwen.nl, www.okhuis.nl