

Leerdoelencatalogus

“Gecertificeerd Passiefhuis-vakman”

Deze leerdoelen gaan ervan uit dat de deelnemers beschikken over bouw-gerelateerde basiskennis en vaardigheden, bijv. door het volgen van een afgesloten bouw-gerelateerde opleiding of relevante beroepservaring (MBO-niveau). De inhoud is daarom beperkt tot de belangrijkste specifieke kennis met betrekking tot passief bouwen. Deze leerdoelen vormen de basis van het examen voor "Gecertificeerd Passiefhuis-vakman".

1 Passiefhuis – vakoverschrijdende basisprincipes

1.1 Definitie Passiefhuis

Kennis van de klimaatonafhankelijke, functionele passiefhuisdefinitie en zijn afleiding:

Een passiefhuis is een gebouw waarin het thermisch comfort [ISO 7730] kan worden bereikt door de naverwarming of nakoeling van de verse lucht die noodzakelijk is voor voldoende luchtkwaliteit [DIN 1946] – dus zonder extra luchtcirculatie.

1.2 Passiefhuiseisen

Piekvermogen verwarming	$p_{\text{Max,verwarm}} \leq p_{\text{Luchtinlaat,max}}$ {algemeen}
Piekvermogen koeling	$p_{\text{Max,koeling}} \leq p_{\text{Luchtinlaat,max}}$ {algemeen}
Jaarlijkse energiebehoefte verwarming waarde geldt voor Midden-Europa}	$q_{\text{Max,verwarm}} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ {klimaatafhankelijk, deze}
Jaarlijkse energiebehoefte koeling waarde geldt voor Midden-Europa}	$q_{\text{Max,koeling}} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ {klimaatafhankelijk, deze}
Luchtdichtheid	$n_{50} \leq 0.6 \text{ h}^{-1}$ {algemeen}
Totale jaarlijkse energiebehoefte	$e_{\text{Max,prim}} \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ {algemeen}
Oververhittingspercentage	$t_{\text{Max},\vartheta > 25^\circ\text{C}} \leq 10\% t_{\text{gebruik}}$ {algemeen}

1.3 De 5 basisprincipes van het passiefhuis

- Hoogwaardig geïsoleerde gebouwschil
- Constructie zonder thermische bruggen
- Luchtdichtheid
- Kozijnen en solaire opbrengsten
- Ventilatie met warmteterugwinning

1.4 Ecologie en comfort

- Energieverbruik en klimaatverandering, CO₂, energiebesparingspotentiëlen
- Wooncomfort en een gezond binnenklimaat

1.5 PHPP en verdere ontwerpmethodes

- Oriëntatie van het gebouw
- Compactheid gebouw
- Het Passiefhuis als gebouwstandard en geen architectuurstijl
- Passiefhuis Planningspakket (PHPP)
- Totale energiebalans van het gebouw
- Resultaten van de PHPP berekening

1.6 Economie

- Huidige energieprijzen en theorieën over de energieprijzontwikkeling
- Economisch verantwoorde vastgoedontwikkeling, lange-termijn opbrengsten
- Vergelijking investeringskosten- besparing energiekosten
- Levenscycluskosten van een Passiefhuis in vergelijk met een standard gebouw, een gemiddelde energieprijz als uitgangspunt voor de te onderzoeken periode (20 jaar), Restwaarde van het gebouw aan het einde van deze periode
- De (onderhouds-)kosten die sowieso ontstaan en de kosten van een energiebesparende maatregel, het koppeling-principe, "Als je het doet, doe het dan goed"
- De economische aspecten van individuele maatregelen: isolatie, ramen, luchtdichtheid, ventilatie in passieve woningbouw en renovatie met passiefhuis-bouwelementen (EnerPHit)
- De kostenefficiëntie van een maatregelenpakket, documentatie aan de hand van gefactureerde kosten (Passiefhuis nieuwbouw en renovatie met passiefhuis bouwelementen (EnerPHit))

1.7 Bouwproces en kwaliteitsborging

- Verschillen in het bouwproces bij uitvoering van passiefhuizen ten opzichte van traditionele bouwwijzen, het toebedelen van de uitvoering van typische passiefhuis werkzaamheden aan specifieke disciplines
- Technische en economisch optimale volgorde van passiefhuis-specifieke werkzaamheden
- Onderlinge afhankelijkheden (qua tijd, ruimte en inhoud) van de betrokken bouwpartijen
- Vereiste uitvoeringskwaliteit en methodes om deze te bereiken
- Praktische kwaliteitsborging op de bouwplaats
- Certificaten en het nut van certificatie

1.8 Informatie voor de eindgebruiker en ondersteuning

- Welke informatie hebben gebruikers van passiefhuizen nodig?
- Het openen van ramen: invloed in winter; invloed in zomer
- Tijdelijke zonwering: invloed in winter; invloed in zomer
- Ventilatie systeem, bijzonderheden, onderhoud
- Vermijding droge lucht in de winter
- Informatiebronnen

1.9 Basisprincipes: Thermische isolatie passiefhuis

- Het principe van de geïsoleerde gebouwschil
- Een globaal overzicht van op de markt verkrijgbare isolatiematerialen en hun eigenschappen
- Warmtegeleidingscoëfficiënt, eenvoudige U-waarde-berekening
- Typische U-waarden in het passiefhuis in Midden-Europa en de daaruit voortvloeiende typische isolatiediktes
- De correcte verwerking van isolatiematerialen

1.10 Basisprincipes: constructie zonder thermische bruggen

- Wat is een thermische brug?
- Bouwschade als gevolg van thermische bruggen, oppervlaktetemperaturen
- Thermische geleidbaarheid van verschillende bouwmaterialen
- Inschatting van warmteverliezen bij verschillende thermische bruggen
- Basisregels ter voorkoming van thermische bruggen
- Optimalisatie van thermische bruggen bij kozijn-inbouw

1.11 Basisprincipes: Passiefhuis-kozijnen

- Functie van de ramen in het algemeen en met betrekking tot het passiefhuis: Uitzicht, thermische isolatie, solaire opbrengsten, dag en nachtventilatie
- Comfort in passiefhuizen en de daarvan afgeleide eisen aan kozijnen, ramen, deuren, de temperaturen bij het raam
- Algemene en passiefhuis-specifieke eisen aan ramen: dicht sluitend, thermische isolatie (U-waarde), lichtdoorlatendheid, indien gewenst te openen, zonwering, inbouw met minimale thermische bruggen en luchtdichte inbouw
- Beglazing en glasrand, overzicht van eisen, g-waarde

1.12 Luchtdichtheid

- Redenen voor de noodzaak van de luchtdichtheid van een gebouw
- Principe van luchtdichte laag (pen-regel en principe van één doorgaande luchtdichte laag)
- Verschil luchtdicht - winddicht
- Typische zwakke plekken bij onvoldoende luchtdichtheid,

- Meetmethode van luchtdoorlatendheid (voorbereiding, uitvoering, foutmarges), typische meetresultaten, methoden voor het opsporen van zwakke plekken.
- Beoordeling van de verschillende lekken
- Geschikte en ongeschikte materialen voor de luchtdichte laag en verbindingen (met verschillende bouwmethodes zoals massiefbouw, lichte constructie en gemengd), geschikte luchtdichtingsmaatregelen bij doorvoeringen, specifieke producten
- Aanpak uitvoering / werkvolgorde met betrekking tot de luchtdichtheid
- De duurzaamheid van methoden voor luchtdichtheid

1.13 Basisprincipes: Balansventilatie

- Relatie tussen luchtdichtheid, ventilatie, luchtvochtigheid, problemen met hygiëne en de noodzaak van mechanische ventilatie
- Luchtkwaliteit
- Principe van dwarsventilatie - gerichte doorstroming
- Opbouw van een ventilatiesysteem – belangrijke (vakgebied overstijgende) onderdelen
 - WTW toestel
 - Het kanaalsysteem en thermische isolatie van koude kanalen, dampdichte materialen
 - Ventielen toevoerlucht / afvoerlucht
 - Overstroom-elementen: inzicht over de noodzaak en de wijze van uitvoering
 - Buitenluchtinlaat en luchtuitlaat en hun opstelling
- Principe van warmteterugwinning
- Raakvlakken met bouwschil: een luchtdichte aansluiting met minimale thermische bruggen van buitenluchttoevoer- en afvoerkanalen
- Noodzaak voor en mogelijkheden van de installatie van ventilatiesystemen in bestaande gebouwen

1.14 Basisprincipes warmtevoorziening

- Warmtevraag en het vereiste vermogen in het passiefhuis
- Transport van vereiste warmte via de ventilatieluchttoevoer
- Plaatsing van radiatoren in het passiefhuis
- Warmwatervoorziening
- Conventionele warmtebronnen in passiefhuizen
- Het gebruik van hernieuwbare energie in het passiefhuis
- Warmteverlies door warmtebronnen en leidingen
- Luchtdichte huisaansluiting
- Haarden in het passiefhuis
- Gebruik van bestaande warmtebronnen

- Leidingen, radiatoren bij energetische renovatie

2 Specialisatie - Gebouwschil

2.1 Thermische isolatie in het Passiefhuis

De volgende onderwerpen zijn aanvullend op hoofdstuk 1.9 van belang:

- Vochttransport door diffusie (damprem, dampdichte laag, vochtregulerende damprem)
- Verdieping op de op de markt verkrijgbare isolatiematerialen en hun eigenschappen
- Voor een passiefhuis geschikte gevelconstructies en hun samenstelling, geminimaliseerde thermische bruggen bij bevestigingsmiddelen en aansluitingen:
 - Massief constructie met gevelisolatie-systeem
 - Monolithische constructie
 - Lichtgewichtconstructie: luchtdichtheid, bescherming tegen vocht
 - Geventileerde gevels
 - Thermische isolatie bij bouwdelen in contact met bodem
- Geschikte dakconstructies:
 - Toepasbare materialen en constructies
 - Mogelijkheden dakopbouw
 - Hellende daken, platte daken bij massiefbouw, platte daken bij lichte bouwconstructies
 - Isolatie tussen de balken, warmdakconstructie, gecombineerde constructies
- Geschikte constructies van de gebouwschil bij/in de grond:
 - Thermische isolatie van kelderplafond
 - Thermische isolatie van de vloerplaat
 - Mogelijke constructies
 - Brandbeveiliging, goedkeuring bouw- en woningtoezicht, aansprakelijkheid in individuele gevallen

2.2 Constructie zonder thermische bruggen

Bovenop hoofdstuk 1.10 zijn de volgende onderwerpen van belang:

- Constructieve en geometrische thermische bruggen
- Puntvormige en lineaire thermische bruggen, de termen χ -waarde en ψ -waarde
- Wat betekent een ψ -waarde, wat betekent "zonder thermische bruggen" in een passiefhuis?
- Inschatting van thermische bruggen in voorbeeldconstructies
- Inschatting van de thermische geleidbaarheid van verschillende materialen
- Een grondige beoordeling van het warmteverlies door thermische bruggen
- Invloed van thermische bruggen op de passiefhuis standaard
- Vermijden van thermische bruggen in metselwerk en houtbouw

- Kennis van oplossingen voor fundering, kim/begane grondvloer, oplegging verdiepingsvloer, dakgootdetail, dakranden, opstaande dakranden, doordringing van de isolatielaag bij buitengevelisolatiesystemen en vliesgevel, het vermijden van uitkragingen

2.3 Ramen en andere transparante schil-elementen

Bovenop hoofdstuk 1.11 zijn de volgende onderwerpen van belang:

- Thermische eigenschappen van kozijnen: U-waarde, verschillende invloeden op de totale U-waarde van een kozijn
- Ramen: U-waarde van raamkozijn, opbouw van een passiefhuis-raam, invloed van aanzichtbreedte (raam-) kozijn
- Inbouw zonder thermische brug - inpakken kozijn, beschaduwing glasoppervlak door diepe negge, luchtdichtheid van het raam, luchtdichte inbouw, beglazing, glasrand
- Samenspel van verschillende invloeden: Optimalisatie van beglazing U- en g-waarde, aandeel niet transparante oppervlakte (kozijn) en zonnearmteopbrengst
- Dakramen, hulpstukken t.b.v. inbouw voor dakramen, schuine beglazing (hogere U-waarde door convectie)
- Indeling en certificering van ramen, categorieën van passiefhuis energie-efficiëntie voor transparante bouwdeelen, certificatie van passiefhuizen ramen, praktisch nut van het certificaat
- Passiefhuis-deuren

2.4 Zomercomfort

- Eisen voor thermische behaaglijkheid
- Invloeden op zomercomfort
- Natuurlijke luchtverversing – hoe in te schatten? Wat zijn manieren om die te verhogen?
- Impact zoninstraling: Betekenis, afhankelijkheid oriëntatie, afhankelijkheid van de grootte van de transparante oppervlakken, zonwering, tijdelijke beschaduwing, effectiviteit van binnen- en buitenzonwering
- Invloed van interne warmtebronnen. Hoe kunnen deze worden verminderd? Invloed van de kleur aan buitenkant, de thermische isolatie en de warmteaccumulatie bouwmassa

2.5 Renovatie met gebruik van Passiefhuisbouwelementen

- Voordelen van passiefhuisbouwelementen bij de renovatie met betrekking tot de typische problemen bij bestaande gebouwen: condensatie en schimmelvorming, onvoldoende behagelijkheid, slechte luchtkwaliteit, hoge stookkosten, milieu-impact
- Waarom is de passiefhuis-standaard voor bestaande gebouwen vaak niet haalbaar?
- EnerPHit-certificering, principiële eisen en voordelen
- Bepaling van een zinvolle thermische isolatiewaarde bij alle maatregelen
- Omvang van de potentiële energiebesparingen
- Omgaan met specifieke problemen van bestaande gebouwen: Gevel, kelderplafond / vloerplaat, dak, plafond bovenste verdieping, thermische bruggen,

- ramen (inbouwpositie kozijn, daglichttoetreding), luchtdichtheid, binnen-isolatie (risico en nadelen maar ook besparingen, dampdicht en dampdoorlatende constructieopbouw)
- Stapsgewijze renovatie

3 Specialisatie - Installatietechniek

3.1 Passiefhuis-ventilatie

Bovenop hoofdstuk 1.13 zijn de volgende onderwerpen van belang:

- Waarom moet er worden geventileerd?
 - Luchtvervuiling binnenshuis
 - Samenhang van de relatieve vochtigheid met vocht bronnen in de ruimte, debiet luchtverversing en buitentemperatuur
 - Voorkoming van schimmelvorming
- Balansventilatie met warmteterugwinning
 - Warmteterugwinning, principe dwarsventilatie
 - Verschillende ventilatie-concepten (centrale en decentrale ventilatiesystemen)
 - Basiskennis over afmetingen toestel, type selectie, installatie
- Onderdelen ventilatiesysteem
 - Buitenluchtinlaat en -uitlaat, filters, warmteterugwinning, condensafvoer, materiaal kanalen, beperking drukverlies in kanalenstelsel, basiskennis dimensionering kanalen, leidingisolatie, luchtdichtheid kanaalstelsel, keuze van ventielen voor luchttoevoer en afzuiging, overstroomelementen, luchtdichte doorvoeringen buitenluchtinlaat en afvoer zonder thermische onderbreking
- Verwarming van passiefhuizen via de ventilatielucht:
 - Voorwaarden
 - Een correcte installatie van de naverwarmer
- Belangrijke beschermende maatregelen van een ventilatiesysteem en de goede uitvoering
 - Demping contactgeluid en overspraak
 - Verschillende types vorstbeveiliging
 - Brandwering rookbeveiliging
- Ingebruikname
 - Noodzaak van inregeling
 - Uitvoering van de inregeling
- Zomernachtventilatie
- Ventilatiesystemen in bestaande gebouwen, voorwaarden en voordelen, ruimtebesparende apparaten en kanalen

3.2 Verwarming in het passiefhuis

Bovenop hoofdstuk 1.14 zijn de volgende onderwerpen van belang:

- Warmte-opwekking en distributie in het passiefhuis
 - Voorwaarde, opbouw en functie van ventilatielucht-verwarming
 - Beoordeling van een conventioneel verwarmingssysteem in een passiefhuis
 - Warmtevraag en benodigde warmte voor warmtapwater en verwarming
 - Warmwateropslag: afstemming met warmtebron, isolatie van opslagtank, maatregelen t.a.v. legionella-problematiek
 - Warmte-opwekking en warmwaterinstallatie in eengezinswoningen en appartementenbouw
 - Ongeschiktheid van conventionele warmteopwekking in passiefhuis eengezinswoningen
 - Toepasbaarheid van hernieuwbare energiebronnen
 - Warmteopslag en regeling bij kleinere warmtebronnen
 - Beoordeling van verschillende warmtebronnen voor toepassing in passiefhuis
 - Typische installatieopbouw in een passiefhuis eengezinswoning
 - Opbouw, functie en beoordeling van compacttoestellen
 - Principe en de opbouw van een warmtepompsysteem
 - Opbouw en functie van een aardwarmte warmtepomp-compacttoestel
 - Veiligheidsmaatregelen en buitenluchtafhankelijkheid bij de verbrandingsprocessen in een passiefhuis
 - Gas-compacttoestel
 - Opbouw en functie van een houtpelletkachel (direct)
 - Typisch installatieontwerp met geïntegreerde (indirecte) pelletkachel

- Relevante Uitvoeringsdetails
 - Thermische isolatie van leidingen en assemblage, bruikbare en niet-bruikbare warmteverliezen, benodigde ruimte voor isolatie
 - Planning-principes van het verwarming/warmwater/ventilatie- leidingennet
 - Doordringingen van de luchtdichte laag met verwarmingsleidingen
 - Vermindering van het energieverbruik van circulatiepompen
 - Vermindering van de drukverliezen in leidingsystemen
 - Voordelen en maatregelen van een hydraulische balans

- Renovatie van bestaande gebouwen
 - Renovatie van het verwarmingssysteem tijdens complete renovatieaanpak
 - Vermogen en modulatiebereik bij warmwaterbereiding en verwarming bij renovatie
 - Geschiktheid van bestaande radiatoren en leidingen na de renovatie
 - Inbouw van gasafvoeren achteraf

4 **Bronnen**

Passipedia – das Passivhauslexikon, alles Wissenswerte rund um das Passivhaus:

<http://passipedia.de>

[AkkP 5] Energiebilanz und Temperaturverhalten; Protokollband Nr. 5 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1997

[AkkP 9] Nutzerverhalten, Protokollband Nr. 9 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase II; Passivhaus Institut; Darmstadt 1997.

[AkkP 14] Passivhaus-Fenster, Protokollband Nr. 14, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1998

[AkkP 15] Passivhaus-Sommerfall, Protokollband Nr. 15 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage; Passivhaus Institut, Darmstadt 1999

[AkkP 16] Wärmebrückenfreies Konstruieren; Protokollband Nr. 16 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1999

[AkkP 20] Passivhaus-Versorgungstechnik; Protokollband Nr. 20 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 2000

[AkkP 21] Architekturbeispiele: Wohngebäude, Protokollband Nr. 21 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2002.

[AkkP 24] Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung; Protokollband Nr. 24 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2003.

[AkkP 25] Temperaturdifferenzierung in der Wohnung, Protokollband Nr. 25 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2003.

[AkkP 26] Neue Passivhaus – Gebäudetechnik mit Wärmepumpen; Protokollband Nr. 26 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2004.

[AkkP 27] Wärmeverluste durch das Erdreich, Protokollband Nr. 27 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2004.

[AkkP 29] Hochwärmegedämmte Dachkonstruktionen, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Protokollband Nr. 29. Passivhaus Institut, Darmstadt, 2005.

[AkkP 30] Lüftung bei Bestandsanierung; Protokollband Nr. 30 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2004.

[AkkP 32] Passivhauskomponenten + Innendämmung, Protokollband Nr. 32, Passivhaus Institut, Darmstadt

[AkkP 32] Schulen im Passivhaus-Standard, Protokollband Nr. 33 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut, 1. Auflage, Darmstadt 2006

[AkkP 35] Wärmebrücken und Tragwerksplanung - die Grenzen des wärmebrückenfreien Konstruierens; Protokollband Nr. 35 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, Phase IV, Passivhaus Institut, Darmstadt 2007

[Bisanz 1999] Bisanz, C.: Heizlastauslegung im Niedrigenergie- und Passivhaus, 1. Auflage, Darmstadt, Januar 1999

[DIN 1946] DIN 1946 Teil 6: Raumluftechnik Lüftung von Wohnungen Anforderungen, Ausführung, Abnahme; Beuth Verlag; Berlin 2009. [EN 10077] Fenster-U-Wert

[ISO 7730] DIN EN ISO 7730: Gemäßigtes Umgebungs-klima; Beuth Verlag, Berlin 1987.

[Kah/Feist 2005] Wirtschaftlichkeit Wärmedämmung, Passivhaus Institut, Internetveröffentlichung unter www.passiv.de

[Peper 1999] Peper, Sören: Luftdichte Projektierung von Passivhäusern. Fachinformation PHI-1999/6, CEPHEUS-Projektinformation Nr. 7, Passivhaus Institut, Darmstadt 1999

[Feist 2007] Feist, W.: Passivhäuser in der Praxis, Bauphysik Kalender 2007, Verlag Ernst &

Sohn, Berlin 2007

[PHPP 6.1] Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders, J.; Kah, O.: Passivhaus Projektierungs Paket 6.1, Passivhaus Institut Darmstadt, 2011

[IBO 2008] IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie) Herausgeber. Waltjen, Tobias (Projektleitung); Autoren Technik: W. Pokorny, T. Zelger, K. Torghele. Beiträge von W. Feist, S. Peper, J. Schnieders. Autoren Ökologie: H. Mötzel, B. Bauer, P. Boogmann, G. Rohregger, U. Unzeitig, T. Zelger. Konsulenten: F. Kalwoda, J. Seidel, H. Geza Ambrozy, W. Luggin. Passivhaus-Bauteilkatalog, Ökologische bewertete Konstruktionen. Springer Wien New York. Zweite erweiterte Auflage Wien 2008. ISBN 978-3-211-29763-6

Meer artikelen en vakliteratuur over het thema passiefhuis zijn op internet te vinden:

<http://www.passiv.de/>