



Dr. Wolfgang Feist  
Rheinstr. 44  
D-64283 Darmstadt  
www.passivehouse.com



Dr. Wolfgang Feist  
Rheinstr. 44  
D-64283 Darmstadt  
www.passiv.de



## Appendix I

### Catalogue of Learning targets "Certified Passive House Designer"

Valid as of 01 May 2016

## Bijlage I

### Leerdoelencatalogus „Gecertificeerd Passiefhuisontwerper“

Geldig vanaf 01-05-2016

## 1 Introductory remarks

This catalogue of learning targets assumes that examination participants are already familiar with the rules of (conventional) construction and elementary principles of building physics relating to heat and moisture. Its purpose is to provide a substantiated additional qualification with reference to the planning and construction of Passive House buildings which also comprises some features of proper building operation and user instructions.

Some fundamental observations are made below which are generally applicable for the "Certified Passive House Designer" further training programme. The aim is to keep the description of the learning targets simple and uncluttered.

Presentation of the learning content based on the example of a cool, temperate climate with warm summers has proven to be successful and constitutes a multifaceted starting point as almost all important features of Passive House buildings can be presented here. Against this background, it is easy to translate knowledge to other climates. Moreover, basic knowledge of the consequences that various climatic boundary conditions would have for a Passive House building form a part of the learning targets.

In this knowledge transfer, an emphasis on residential use has proven to be just as successful. The main issues encountered during the planning and construction of Passive House buildings can be elaborated quite well here with almost constant indoor conditions; this includes fundamental features of large buildings, such as those occurring as a result of higher loads of the supporting structure and unheated adjacent areas. Basic knowledge should also be conveyed regarding the special requirements and boundary conditions for common non-residential uses (e.g. offices, schools, kindergartens).

The initial focus of the training is on new construction, as this is usually a

## 1 Opmerkingen vooraf

Deze leerdoelencatalogus gaat ervan uit dat de examenkandidaten de regels van (reguliere) bouwen en elementaire basiskennis van bouwfysica op het gebied van warmte en vocht al beheersen. Het doel is een gefundeerde aanvullende kwalificatie met betrekking tot het ontwerpen en bouwen van passiefhuizen, inclusief kenmerken van een goede werking van het gebouw en gebruikersinformatie.

Met het doel de leerdoelen eenvoudig en duidelijk leesbaar te houden volgen ter inleiding eerst enkele algemene principes met betrekking tot de vervolgopleiding "Certified Passive House Planner" (Passiefhuis-ontwerp en –constructie).

De presentatie van de leerinhoud aan de hand van een koel gematigd klimaat met warme zomers heeft zich als zinvol bewezen en vormt een veelzijdig uitgangspunt. Bijna alle belangrijke kenmerken van passiefhuizen kunnen hier worden gepresenteerd. De vertaling naar andere klimaten is relatief eenvoudig. Basiskennis van de gevolgen van verschillende klimatologische randvoorwaarden voor een passiefhuis maakt ook deel uit van de leerdoelen.

Bij deze kennisoverdracht is de nadruk op woonfuncties met vrijwel constante binnencondities net zo zinvol gebleken. Hier kunnen de belangrijkste problemen, die zich voordoen bij het ontwerpen en bouwen van Passiefhuizen, behoorlijk goed worden uitgewerkt. Dit behelst ook de basiskennmerken van grote gebouwen, zoals die optreden als gevolg van hogere belastingen op de draagconstructie en onverwarmde aangrenzende zones. Basiskennis moet ook worden overgebracht met betrekking tot de speciale eisen en randvoorwaarden voor veel voorkomende utiliteitsgebouwen (bijv. kantoren, scholen, kinderdagverblijven).

De training richt zich in eerste instantie op nieuwbouw, omdat dit meestal een eenvoudigere aanpak is. Daarnaast behoren principes voor het

more straightforward approach. In addition, principles for retrofitting buildings with Passive House components (EnerPHit), specific challenges, similarities and differences to the approach for new construction also belong to the essential contents of this training.

All of the subject areas are always directly linked to the balancing of the respective influences using the Passive House Planning Package (PHPP). Competent and proficient use of this important planning tool is a core objective of this training; all sub-tasks come together in this calculation model and become effective with diverse interactions. Targeted optimisation of the design and the construction – and thus also construction costs – can only take place if all these things are considered together as a whole. This includes gaining an insight into the balancing methodology as well as an understanding of elementary calculation methods (e.g. the makeup of the monthly balance, energy balances of individual components [e.g. windows, ventilation systems, thermal bridges], assessing the effects of errors and of changes to important input). Every course participant must work closely with this tool and become familiar with its use.

Testing of the acquired knowledge generally takes place through tasks which must be solved by selecting predefined elements, stating learnt knowledge, own calculation, sketches, and explanations.

renoveren van gebouwen met passiefhuiselementen (EnerPHit), specifieke uitdagingen, en overeenkomsten dan wel verschillen ten opzichte van nieuwbouw ook tot de essentiële inhoud van deze training.

Alle onderdelen zijn altijd direct gekoppeld aan de berekening van de bijbehorende invloed met behulp van het Passive House Planning Package (PHPP). Competent en vaardig gebruik van dit belangrijke ontwerphulpmiddel is een kerndoel van deze training; in het energiebalansmodel vloeien alle delen samen en worden ze inzichtelijk binnen een veelvuldig samenspel. Optimalisatie van het ontwerp en de constructie - en dus ook van de bouwkosten - kan alleen plaatsvinden als alles als één geheel wordt beschouwd. Dit omvat inzicht in de berekeningsmethodologie en begrip van deelberekeningen (bijv. de samenstelling van de maandelijkse balans, energiebalansen van afzonderlijke elementen [bijv. ramen, ventilatiesystemen, thermische bruggen], beoordeling van de impact van fouten en van wijzigingen van belangrijke invoergegevens). Elke cursist moet oefenen met dit rekenmodel en vertrouwd raken met het gebruik ervan.

Het toetsen van de verworven kennis vindt meestal plaats door middel van opdrachten die moeten worden opgelost door het selecteren van aangegeven elementen, het vermelden van geleerde kennis, eigen berekeningen, schetsen en uitleg.

## 2 Passive House definition

- Understanding of the climate-independent Passive House definition and its derivation:

"A Passive House is a building, for which thermal comfort (ISO 7730) can be achieved solely by post-heating or post-cooling of the fresh air mass, which is required to achieve sufficient indoor air quality conditions – without the need for additional recirculation of air".

- Understanding of the requirements for hygienic air, fresh air quantity that is necessary per person, extract air demand, minimum air change rate.
- Understanding of the relationship between relative indoor air humidity and effective air exchange.
- Basic principles of the methodology for evaluation of thermal comfort based on ISO 7730.

## 2 Passiefhuis-definitie

- Inzicht in de klimaatonafhankelijke passiefhuisdefinitie en de afleiding daarvan:

“Een passiefhuis is een gebouw waarin het thermisch comfort (ISO 7730) kan worden gewaarborgd door uitsluitend de luchtvolumestroom, die nodig is voor voldoende luchtkwaliteit (DIN 1946), na te verwarmen of te koelen - zonder gebruik van recirculatielucht.“

- Inzicht in de eisen voor gezonde lucht, de benodigde hoeveelheid verse lucht die per persoon, de vereiste hoeveelheid luchtafvoer en de minimale ventilatievoud.
- Begrip van de relatie tussen relatieve luchtvochtigheid binnenshuis en effectieve luchtverversing.
- Basisprincipes van de beoordelingsmethode van thermisch comfort gebaseerd op ISO 7730.

### **3 Passive House criteria**

- Understanding of the certification criteria for Passive House buildings and retrofits using Passive House components (EnerPHit).
- Knowledge of the key parameters (e.g. in the Verification worksheet of the PHPP) heating load, cooling load, annual heating demand, annual cooling and dehumidification demand,  $n_{50}$  value, primary energy (non-renewable and renewable PER), final energy, energy services, frequency of overheating.
- Definition and influence of the reference areas and volumes used in Passive House design and certification.
- Basic understanding of the issue of assessing sustainability of the energy demand of buildings in the context of a changing energy supply system.

### **3 Passiefhuis-eisen**

- Inzicht in de certificeringseisen voor passiefhuizen en renovaties met passiefhuiscomponenten (EnerPHit).
- Kennis van de belangrijkste parameters (zie bijv. in het werkblad Eindresultaat van het PHPP): pieklast verwarming, pieklast koeling, jaarlijkse energiebehoefte voor verwarming, jaarlijkse energiebehoefte voor koeling- en ontvochtiging,  $n_{50}$ -waarde, primaire energie (niet-hernieuwbare en hernieuwbare PER), eindenergie, energievoorzieningen, frequentie van oververhitting.
- Definitie en invloed van de referentie-oppervlaktes (verwarmde vloeroppervlakte en bebouwde terreinoppervlakte) die worden gebruikt bij het ontwerpen en certificeren van passiefhuizen.
- Basiskennis van de beoordeling van de robuustheid van de energiebehoefte van gebouwen in de context van een veranderend energievoorzieningssysteem.

## **4 Basic principles of Passive House planning**

### **4.1 Basic principles for the thermally insulating envelope**

- The principle behind the thermal envelope. Quality of thermal protection for a Passive House with reference to insulation thicknesses/quality and avoidance of thermal bridges. Relationship between complex thermal envelopes and the construction costs.
- Relationship between the U-value and interior surface temperature.
- Typical U-values of opaque building components for Passive House envelopes.
- Typical assemblies/structures in lightweight and solid construction which are suitable for Passive House buildings.
- Acquaintance with thermal bridge coefficients (exterior and interior dimensions) and qualitative analyses of building envelopes with regard to potential thermal bridges.
- Understanding of the principle of thermal bridge free design. Approach to be used for cases where a completely thermal bridge free solution is not feasible.
- Quantitative estimation of simple thermal bridges.
- Knowledge of suitable insulating materials and their main characteristics.
- Moisture transport mechanisms in building components and their scale, occurrence of moisture-related structural damage caused by convection, also diffusion where applicable. Appraisal of

## **4 Basisprincipes passiefhuisontwerp**

### **4.1 Basisprincipes van de thermische schil**

- Het principe van de thermische schil. Kwaliteit van thermische isolatie voor een passiefhuis met betrekking tot isolatiedikte/-kwaliteit en het vermijden van thermische bruggen. De relatie tussen een complexe thermische schil en de bouwkosten.
- Verband tussen de U-waarde en de binnen-oppervlaktemperatuur
- Typische U-waarden van niet-transparante bouwelementen voor passiefhuizen.
- Typische samenstellingen/constructies in lichte en massieve constructies die geschikt zijn voor passiefhuizen.
- Kennis van thermische-brugcoëfficiënten (buiten- en binnenmaten) en kwalitatieve analyses van de gebouwschil met betrekking tot mogelijke thermische bruggen.
- Begrip van het principe van ontwerpen zonder thermische bruggen. Aanpak voor situaties waarin een volledige oplossing van thermische bruggen niet mogelijk is.
- Kwantitatieve schatting van eenvoudige thermische bruggen.
- Kennis van geschikte isolatiematerialen en hun belangrijkste eigenschappen.
- Vochttransportmechanismen in bouwelementen en hun schaal, optreden van vochtgerelateerde constructieschade veroorzaakt door convectie en, indien van toepassing, diffusie. Beoordeling van binnenisolatie, uitdagingen, voorwaarden voor toepassing ervan, opbouw, beperkingen ervan en de mate van de haalbare

interior insulation, challenges, prerequisites for its use, build-ups, limitations to its use, and the level of efficiency that is achievable.

#### **4.2 Basic principles for the airtight building envelope**

- The principle behind an airtight building envelope. Importance of airtightness in buildings, e.g. with reference to energy demand, heating load, thermal comfort and structural integrity.
- Knowledge of airtight envelope designs in solid construction and lightweight construction.
- Knowledge of suitable airtight building component connections for lightweight, solid and mixed construction.
- Knowledge of suitable airtight sealing methods for penetrations.
- Awareness of potential weak spots.
- Understanding of the planning task "airtightness".
- Knowledge of test procedures for the airtightness measurement and requirements. Determination of the reference volume, carrying out a measurement, understanding of the contents of the measurement report, quality assurance.
- The appropriate time for the measurement.
- Assessment of basic leakages (e.g. holes from nails, power sockets, window connection joints, unplastered exterior wall surfaces, sheeting that has come loose, penetrations that have not been airtightly sealed, open downpipes).

efficiëntie.

#### **4.2 Basisprincipes van een luchtdichte gebouwschil**

- Het principe van een luchtdichte gebouwschil. Het belang van de luchtdoorlatendheid van gebouwen, bijv. met betrekking tot energiebehoefte, pieklast verwarming, thermisch comfort en schadevrijheid van bouwconstructies.
- Kennis van een luchtdichte opbouw van massieve en lichtgewicht bouwconstructies.
- Kennis van geschikte luchtdichte aansluitingen bij lichte, massieve en gemengde bouwconstructies.
- Kennis van geschikte luchtdichte afdichtingsmethoden voor doorvoeren.
- Bewustzijn van potentiële zwakke plekken.
- Bewustzijn van de ontwerpopgave "luchtdichtheid".
- Kennis van testprocedures voor het meten van luchtdichtheid en bijbehorende eisen. Bepaling van het referentievolume, uitvoeren van een meting, begrip van de inhoud van het meetrapport, kwaliteitsborging.
- Het juiste tijdstip van een meting.
- Beoordeling van simpele luchtlekken (bijv. spijkergaten, stopcontacten, aansluitnaden van ramen, ongepleisterde buitengevels, loslatende kleefverbinding bij folies, niet luchtdicht afdichte doorbreking, open standleidingen).
- Kennis van methoden voor het permanent afdichten van simpele

- Knowledge of methods for permanent fixing of simple leaks.
- Assessment of serious leakages (ends of wooden beams in masonry construction, unplastered exterior walls behind interior cladding (e.g. stairs), regularly occurring penetrations (e.g. due to continuous rafters)
- Knowledge of methods for avoiding serious leaks.

### 4.3 Basic principles for transparent exterior components

#### 4.3.1 Heat losses from transparent building components

- Calculation of window U-values in accordance with EN 10077-1
- Basic understanding of how specific values of frames can be reliably determined in accordance with EN 10077-2 through *calculation*. The importance of this approach for comparability and significance of the determined values.
- Understanding of the significance, composition and function of thermally favourable glazing spacers, interaction with the window frame (glazing rebate).
- Familiarity with the values  $U_g$ ,  $U_f$  and  $\Psi_g$  and the installation thermal bridge coefficient  $\Psi_{install}$ . Difference between a "Certified Passive House window frame" and an "Approved (window) connection detail".
- Understanding of the influences on the thermal quality of mullion-transom facades, the important effects in the case of sloping or

luchtlekken.

- Beoordeling van ingewikkelde luchtlekken (uiteinden van houten balken in gemetselde constructies, ongepleisterde buitenmuren achter binnenbekleding (bijv. tpv. trappen), regelmatig voorkomende doorbrekingen (bijv. bij doorlopende dakspanten).
- Kennis van methoden om ingewikkelde luchtlekken te voorkomen.

### 4.3 Basisprincipes voor transparante bouwdeelen

#### 4.3.1 Warmteverliezen van transparante bouwdeelen

- Berekening van U-waarden van ramen volgens EN 10077-1.
- Basiskennis van hoe de specifieke waarden van kozijnen door berekening volgens EN 10077-2 betrouwbaar kunnen worden bepaald. Het belang van deze aanpak voor de vergelijkbaarheid en informatiewaarde van de berekende waarden.
- Inzicht in de betekenis, samenstelling en functie van thermisch gunstige afstandhouders van beglazing, interactie met het kozijn (glassponning).
- Bekendheid met de waarden  $U_g$ ,  $U_f$  en  $\Psi_g$  en de inbouw thermische brugcoëfficiënt  $\Psi_{inbouw}$ . Verschil tussen een "gecertificeerd Passiefhuis-raamkozijn" en een "goedgekeurd (raam)aansluitdetail".
- Inzicht in de invloeden op de thermische kwaliteit van vliesgevels, de belangrijke effecten in het geval van schuine of horizontale beglazing.



horizontal glazing.

- Understanding of the thermal comfort requirements (interior surface temperature criterion) for Passive House suitable windows and the hygiene requirement in this regard.
- Estimation and determination of frame ratios.
- Build-up of triple low-e glazing systems and knowledge of the main heat transfer mechanisms in windows (heat conduction in the filling gas, heat radiation and low-e coating, convection).
- What properties are necessary for a window in a Passive House building? (Knowledge of all specific values, any compensating heating surfaces that are necessary).

#### 4.3.2 Heat gains through transparent building components

- Knowledge of the g-value according to EN 410. Importance of giving the value to two decimal places. Difference from light transmittance (ISO 9050). Knowledge of typical values for different types of glazing.
- What other factors influence the solar energy gains? (Angle of incidence, dirt, frame ratio, shading, reflection).
- Estimation and determination of frame ratios.
- Simple cases of energy flows from windows (cold day, heating period, hot day).
- Knowledge of the energy criterion for glazing:  
 $U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot g \leq 0$  and its application (e.g. efficiency classes

- Inzicht in de vereisten voor thermisch comfort (binnenoppervlaktemperatuur-criterium) voor ramen die geschikt zijn voor passiefhuizen en de bijbehorende hygiëne-eisen.
- Schatting en bepaling van kozijnaandelen.
- Opbouw van drievoudige beglazingssystemen en kennis van de belangrijkste mechanismen voor warmteoverdracht in ramen (warmtegeleiding in het vulgas, warmtestraling en low-e coating, convectie).
- Welke eigenschappen zijn nodig voor een raam in een passiefhuis (kennis van alle specifieke waarden, eventuele extra verwarmingsafgifte ter compensatie).

#### 4.3.2 Warmtewinsten door transparante bouwdelen

- Kennis van de g-waarde volgens EN 410. Het belang van het geven van de waarde met twee decimalen. Verschil met lichttransmissie (ISO 9050). Kennis van typische waarden voor verschillende soorten beglazing.
- Welke andere factoren beïnvloeden de zonne-energiewinst? (Invalshoek, vervuiling, raamverhouding, zonwering, reflectie).
- Schatting en bepaling van kozijnaandelen.
- Energiestromen bij ramen in typische situaties (koude dag, verwarmingsperiode, warme dag).
- Kennis van het energiecriterium voor beglazing:  
 $U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) - g \leq 0$  en de toepassing ervan (bijv.

for windows).

- Understanding of the influence of orientation on the availability of solar energy.
- Understanding of the influence of typical shading on the solar energy gains caused by the building itself.

#### **4.3.3 Influence of transparent building components on thermal comfort under summer conditions**

- Solar heat loads under summer conditions: why is it so high?
- Dependence of solar heat loads on orientation under summer conditions (qualitatively).
- Effective ways to counteract high solar heat loads (qualitative understanding).
- Awareness of the limit for transparent areas without temporary shading.
- Knowledge of characteristics and differences of internal and external temporary shading.

efficiëntieklassen voor ramen).

- Inzicht in de invloed van oriëntatie op de beschikbaarheid van zonne-energie.
- Inzicht in de invloed van typische beschaduwning op de zonne-energiewinst veroorzaakt door het gebouw zelf.

#### **4.3.3 Invloed van transparante bouwdelen op thermisch comfort onder zomerse omstandigheden**

- Zonnewarmtelast onder zomerse omstandigheden: waarom is deze zo hoog?
- Invloed oriëntatie op zonnewarmtelast in zomersituatie (kwalitatief begrip).
- Effectieve manieren om hoge zonnewarmtelast tegen te gaan (kwalitatief begrip).
- Bewustzijn van de beperkingen van transparante vlakken zonder tijdelijke beschaduwning.
- Kennis van kenmerken en verschillen van interne en externe tijdelijke zonwering.

## **5 Basic principles of Passive House ventilation**

### **5.1 Why is ventilation essential?**

- Knowledge of the most important indoor air contaminants. Knowledge of the CO<sub>2</sub> criterion. Resultant fresh air volume flows for hygienically adequate ventilation.
- Relationship between relative indoor air humidity and sources of humidity inside the building, fresh air supply rate, and external temperature. Risks relating to high air change rates at low external temperatures. What can be done if this cannot be avoided for some important reason?

### **5.2 Natural ventilation**

- Driving forces of natural ventilation (qualitative understanding).
- Types of natural ventilation: joints and cracks, tilted windows, intensive ventilation through windows).
- Influences on natural ventilation: typical air change rates (qualitative understanding).
- Why is natural ventilation unsuitable for Passive Houses in regions with significant temperature differences between the inside and outside? (Unreliability, heat loss).

### **5.3 Extract air systems**

- Basic structure of an extract air ventilation system. Supply air zone, air transfer zone, extract air zone (ability to identify these in a floor plan). Fresh air inlets, extract air outlets, filters, exhaust air

## **5 Basisprincipes van ventilatie in een passiefhuis**

### **5.1 Waarom moet er geventileerd worden?**

- Kennis van de belangrijkste verontreinigingen in de binnenlucht. Kennis van het CO<sub>2</sub>-criterium. Resulterende verse lucht volumestromen voor gezonde binnenlucht.
- Relatie tussen relatieve luchtvochtigheid binnenshuis en vochtbronnen in het gebouw, luchtverversing en buitentemperatuur. Risico's van hoge luchtwisseling bij lage buitentemperaturen. Wat kun je doen als dit om een belangrijke reden onvermijdbaar is?

### **5.2 Raamventilatie**

- Drijvende krachten bij raamventilatie (kwalitatief begrip).
- Soorten natuurlijke ventilatie: naden en kieren, gekantelde ramen, spuiventilatie door ramen.
- Invloeden op natuurlijke ventilatie. Typische luchtverversing (kwalitatief begrip).
- Waarom is natuurlijke ventilatie ongeschikt voor passiefhuizen in regio's met aanzienlijke temperatuurverschillen tussen binnen en buiten? (Onbetrouwbaarheid, warmteverlies).

### **5.3 Luchtafvoersystemen**

- Opbouwprincipes van een ventilatiesysteem met afvoerlucht. Toevoerzone, overstroomzone, afvoerzone (in staat om deze te identificeren in een plattegrond). Toevoerluchtinlaat,

fan.

- Aspects relating to comfort (preheating of air at the fresh air inlet, prevention of draughts).
- Advantages of extract air systems over natural ventilation.
- Why are extract air systems unsuitable for Passive Houses in regions with significant temperature differences between the inside and outside? (Heat loss).
- Rough estimation of the costs for a technically functioning extract air system compared with a balanced supply and extract air system with heat recovery.

#### **5.4 Balanced supply and extract air system with heat recovery**

- Zoning in a floor plan: supply air zone, air transfer zone, extract air zone. Possibilities and limitations of simplified approaches for saving expenditure for ductwork (e.g. advanced cascade ventilation, single-room ventilation).
- Knowledge of the essential components: supply air inlet, supply air ductwork, air transfer openings, extract air outlet, extract air ductwork, sound attenuators, fresh air filter extract air filter, central unit, penetration through the exterior wall, condensate drain.
- Knowledge of typical dimensioning of such systems for Passive House buildings.
- Knowledge of air flow conditions in the room: mixed air ventilation. Understanding of the Coanda effect.

afvoerluchtventielen, filters, afvoerluchtventilator.

- Aspecten met betrekking tot comfort (voorverwarming van de toevoerlucht, voorkomen van tocht).
- Voordelen van afvoerluchtssystemen ten opzichte van natuurlijke ventilatie.
- Waarom zijn luchtafvoersystemen ongeschikt voor passiefhuizen in regio's met aanzienlijke temperatuurverschillen tussen binnen en buiten? (Warmteverlies).
- Ruwe schatting van de kosten voor een technisch functionerend luchtafvoersysteem in vergelijking met een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning.

#### **5.4 Balansventilatie met warmteterugwinning**

- Zonering in een plattegrond: toevoerzone, overstroomzone, afvoerzone. Mogelijkheden en beperkingen van een vereenvoudigde aanpak om kosten voor kanalen te besparen (bijv. uitgebreide cascadeventilatie (actieve doorstroomventilatie met overstroomventielen), decentrale ventilatie).
- Kennis van de basisonderdelen: toevoerluchtventiel, toevoerluchtkanaal, overstroomopeningen, afvoerluchtventiel, afvoerluchtkanaal, geluiddempers, buitenluchtfilter, afvoerluchtfilter, centraal ventilatietoestel, doorvoeren naar buiten, condensafvoer.
- Kennis van typische dimensionering van dergelijke systemen voor passiefhuizen.
- Kennis van luchtstromingscondities in een ruimte:

- Possible solutions and limitations of decentral systems. Typical solutions and their assessment.
- Knowledge of required filter qualities and the reasons for these.
- Knowledge of the hygiene requirements for a Passive House ventilation system (no cooling, no active dehumidification, continuous/reliably dry operation, filter class F7 or better for the fresh air filter at the front).
- Outdoor air intake openings and positioning, protection from the effects of weather, condensation and frost, noise protection).
- Knowledge about suitable duct systems. Basic principles for planning of ducts (short lines, smooth surfaces, fittings, typical air velocities and cross-sections, airtightness). Influence of duct pressure losses on energy demand for air transport and operating costs.
- Necessity and suitable implementation of thermal insulation of ventilation ducts (cold duct in warm room, warm duct in cold room, with post-heating).
- Planning for penetrations in the building envelope by ventilation ducts (airtightness, thermal insulation, if necessary diffusion resistance).
- Recuperative and regenerative heat recovery, principles and common implementations.
- Knowledge of requirements for central ventilation units that are suitable for Passive House buildings. Which features influence the efficiency of heat recovery (qualitative understanding: heat flows through the casing, internal/external leakages, type and dimensioning of heat exchangers) and the overall device

luchtvermenging. Begrip van het Coanda-effect.

- Mogelijke oplossingen en beperkingen van decentrale systemen. Typische oplossingen en hun beoordeling.
- Kennis van de vereiste filterkwaliteiten en de redenen daarvoor.
- Kennis van de hygiëne-eisen voor een passiefhuis-ventilatiesysteem (geen koeling, geen actieve be- en ontvochtiging, continue/betrouwbaar droge werking, buitenluchtfILTER filterklasse F7 of beter).
- Uitvoering en positionering van de buitenluchttoevoer, bescherming tegen weersinvloeden, condensatie en vorst, geluidsbescherming.
- Kennis over geschikte kanaalsystemen. Basisprincipes voor het ontwerpen van kanalen (korte kanaallengtes, gladde oppervlakken, hulpstukken, typische luchtsnelheden en doorsneden, luchtdichtheid). Invloed van drukverliezen in kanalen op de energiebehoefte voor luchttransport en bedrijfskosten.
- Noodzaak en geschikte toepassing van thermische isolatie van ventilatiekanalen (koud kanaal in warme ruimte, warm kanaal in koude ruimte, ingeval van naverwarming).
- Ontwerp van doorvoeren van ventilatiekanalen door de thermische schil (luchtdichting, thermische isolatie, eventueel diffusieweerstand).
- Recuperatieve / regeneratieve warmteterugwinning (kruisstroomwisselaars, tegenstroomwisselaars / accumulerende warmteterugwinsystemen en warmtewiel), principes en gangbare toepassingen.

(qualitative understanding: fans and motors, control unit, filters and fixtures), significance and determination of the effective dry heat recovery rate, significance and determination of the specific electricity consumption.

- Fundamental characteristics, potentials and limitations of moisture recovery in the ventilation system.
- Appropriate positioning of the central units. Basic principles of noise protection, hygiene, maintenance.
- Commissioning and flow rate adjustment of the ventilation system. Influence of balance settings. Regulation of planned flows in rooms. Achieved pressure losses compared with calculation for ductwork.

- Kennis van de vereisten voor centrale passiefhuisventilatie-toestellen. Welke eigenschappen zijn van invloed op de efficiëntie van warmteterugwinning (kwalitatief begrip: warmtestromen door de behuizing, interne/externe lekkages, type en dimensionering van de warmtewisselaars) en het totale toestel (kwalitatief begrip: ventilatoren en motoren, regeling, filters en armaturen), betekenis en bepaling van de effectieve droge warmteterugwinningspercentage, betekenis en bepaling van het specifieke elektriciteitsverbruik.
- Basiskennissen, mogelijkheden en beperkingen van vochtterugwinning van ventilatielucht.
- Geschikte positionering van het ventilatie-toestel. Basisprincipes van geluidswering, hygiëne, onderhoud.
- Inbedrijfstelling en inregeling van het ventilatiesysteem. Invloed van de balansinstelling. Controle van de ontworpen debieten per ruimte. Behaalde drukverliezen in vergelijking met berekening kanalenstelsel.

## 6 Knowledge of the heat supply system

- Knowledge of the heating load criterion. Differences between the heating load and the space heating demand.
- Knowledge of thermal comfort requirements [ISO 7730]. What is the operative temperature? How significant are draughts? What is the maximum difference between the air temperature and average surface temperature in a Passive House building? (Ability to calculate a simplified example and provide qualitative estimations).
- Why is thermal comfort in a Passive House building in summer and in winter largely independent of the way of heat supply/extraction? Knowledge of typical heating/cooling loads.
- Knowledge of typical heat supply systems for Passive House buildings. Under what conditions are radiators required beneath windows?
- Ability to sketch a heat supply system in the floor plan of a Passive House building.
- What needs to be kept in mind in the case of air heater coils and supply air heating? (E.g. dependence of the available heating capacity on volume flow, insulation of the duct downstream of the heater coil).
- Why can't one simply increase the fresh air flow rate?
- Determination of the heating load for Passive House buildings. Reason for the two-day method.
- What needs to be kept in mind when dimensioning the heat distribution system and the central heat generator? (It must also

## 6 Kennis van het verwarmingssysteem

- Kennis van het eis voor pieklast voor verwarming. Verschillen tussen de pieklast voor verwarming en de energiebehoefte voor verwarming.
- Kennis van eisen voor thermisch comfort [ISO 7730]. Wat is de operatieve temperatuur? Wat is de invloed van tocht? Wat is het maximale verschil tussen de luchttemperatuur en de gemiddelde binnenoppervlakttemperatuur in een passiefhuis (in staat om een vereenvoudigd voorbeeld te berekenen en kwalitatieve schattingen te geven).
- Waarom is thermisch comfort in een passiefhuis in de zomer en in de winter grotendeels onafhankelijk van de manier van warmtetoever-/afvoer? Kennis van typische warmte- / koellasten.
- Kennis van typische warmtedistributiesystemen voor passiefhuizen. Onder welke omstandigheden zijn radiatoren onder ramen nodig?
- In staat zijn om een warmtedistributiesysteem in de plattegrond van een passiefhuis in te tekenen.
- Waar moet je op letten bij kanaalverwarmers en naverwarming ventilatielucht? (bijv. afhankelijkheid van de beschikbare verwarmingscapaciteit van de volumestroom, isolatie van het toevoerkanaal na de naverwarmer).
- Waarom kan men niet gewoon de luchtvolumestroom verhogen?
- Bepaling van de pieklast voor verwarming bij passiefhuizen. Reden voor de methode met twee referentiedagen.
- Waar moet je op letten bij het dimensioneren van het

be possible to meet the overall heating load)

- How and to what extent can temperature differences be achieved in a Passive House building?
- What effects do the following have on the maximum heating load (qualitative understanding): large leaks, constantly tilted windows, temporary opening of windows, opening of entrance doors?
- Knowledge of the limitations of the central supply air post-heating (disconnected rooms, extract air rooms). Solutions for such cases.
- Correct positioning of a thermostat inside a home.

warmte-distributiesysteem en de centrale warmteopwekker? (De totale pieklast moet gedekt zijn)

- Hoe en in welke mate kunnen temperatuurverschillen worden bereikt binnen een passief gebouw?
- Welke effecten hebben de volgende zaken op de maximale pieklast voor verwarming (kwalitatief begrip): grote luchtlekken, constant gekantelde ramen, tijdelijk geopende ramen, openen van toegangsdeuren?
- Kennis van de beperkingen van de centrale luchttoevoer na verwarming (geëxponeerde ruimtes, afvoerruimtes). Oplossingen voor dergelijke situaties.
- Correcte plaatsing van een thermostaat in een woning.



## 7 Hot water generation

- Comparison of the space heating load with the power requirement for hot water provision. Conclusions for designing the hot water generation system.
- Temporal correlation of the energy demand for space heating and hot water generation with renewable energy supply.
- Typical hot water demand per person and the scope of the anticipated user dependence. The main applications for hot water, quantitatively.
- Requirements for an energy efficient hot water system, insulation levels for the storage cylinder, pipes and fittings, principle of absence of thermal bridges.
- Significance of hot water circulation pipes for heat losses of the hot water system and approaches for optimisation.
- Optimisation possibilities of fittings with reduced water flow and heat recovery.

## 7 Warmwaterproductie

- Vergelijking van de pieklast voor verwarming met het benodigde vermogen voor de warmwatervoorziening. Conclusies voor het ontwerp van het systeem voor warmtapwaterbereiding.
- Gelijktijdigheid van de energiebehoefte voor verwarming en de warmtapwaterbereiding met hernieuwbare energievoorziening.
- Typische warmtapwaterbehoefte per persoon en de te verwachten omvang van gebruikersinvloed. De kwantitatief belangrijkste warm watertoepassingen.
- Vereisten voor een energie-efficiënt warmwatersysteem, isolatiekwaliteit van warmwateropslagvaten, leidingen en fittingen, distributiesystemen zonder thermische bruggen.
- Invloed van warmwatercirculatieleidingen op warmteverliezen van het warmwatersysteem en optimalisatiemogelijkheden.
- Mogelijkheden voor optimalisatie door armaturen met waterdebietbeperking en warmteterugwinning.

## 8 Summer comfort and space cooling

- Knowledge of summer thermal comfort standards [ISO 7730]
- Solar load: significance, dependence on orientation, dependence on the size of the transparent areas, shading, temporary shading, effectiveness of shading devices on the inside and outside. Colour of the façade/surface (also: cool colours), influence of thermal insulation.
- Influence of internal heat gains. Reduction potential?
- Influence of the internal thermal mass (qualitative understanding).
- Influences on summer comfort (qualitative understanding) in case of mainly passive heat removal: air exchange – how can this be estimated? What possibilities exist for increasing this?
- Qualitative understanding: special characteristics in case of strongly fluctuating internal loads (e.g. school, meeting room).
- Assessment of PHPP results for expected frequency of overheating.
- Limitations of free cooling, possibility of heat removal through coupling with the ground by means of a circulating medium (e.g. concrete core activation).
- Energy efficient and cost-effective cooling solutions for Passive House buildings, including distribution systems.
- Specific values for cooling devices available on the market and their meaning in terms of energy efficiency rating.
- Temporal correlation of energy demand for space cooling with

## 8 Zomercomfort en koeling

- Kennis van eisen voor thermisch zomercomfort [ISO 7730].
- Zonbelasting: betekenis, afhankelijkheid van oriëntatie, afhankelijkheid van de grootte van de transparante vlakken, zonwering, tijdelijke zonwering, effectiviteit van zonweringen aan de binnen- en buitenkant. Kleur van de gevel/ geveloppervlak (ook: koele kleuren), invloed van thermische isolatie.
- Invloed van interne warmtewinsten. Mogelijkheid voor reductie?
- Invloed van de thermische massa (kwalitatief begrip).
- Invloeden op het zomercomfort (kwalitatief begrip) in geval van voornamelijk passieve warmteafvoer: luchtwisseling - hoe kan dit worden ingeschat? Welke mogelijkheden zijn er om dit te verhogen?
- Kwalitatief begrip: bijzonderheden bij gebouwen met sterk fluctuerende interne warmtelasten (bijv. school, vergaderruimte).
- Beoordeling van PHPP-resultaten voor verwachte frequentie van temperatuuroverschrijding.
- Grenzen van vrije koeling, mogelijkheid van warmteafvoer door koppeling met de grond middels een circulatiemedium (bijv. betonkernactivering).
- Energie-efficiënte en kosteneffectieve koeloplossingen voor passiefhuizen, inclusief distributiesystemen.
- Gebruikelijke specifieke kengetallen van koel-toestellen en hun beoordeling m.b.t. de energie-efficiëntie.

renewable energy supply.

- Fundamental relationships of cooling and dehumidification, when is dehumidification necessary, approaches for energy efficient solutions.

## 9 Electrical energy

- Characteristics of electrical energy (versatile and high quality, increased use of primary energy from non-renewable sources when produced conventionally, problem of storage). Why is energy efficiency of particular importance in the case of electrical energy?
- Typical electricity applications for Passive House building services (auxiliary electricity), energy efficiency criteria for auxiliary electricity consumption.
- Typical electricity applications of domestic electricity. Improved energy efficiency for domestic electricity uses, typical values for conventional and efficient appliances.
- Typical electricity uses for office applications (lighting, IT) improved energy efficiency for office applications and special significance of these due to the avoided cooling demand.
- Production of renewable energy on/near the building, potentials and limitations. Evaluation system and reference value for the produced energy. Structure of a photovoltaic system and basic points to be considered for installation of the individual components.
- Potential of energy generation on the building/on site during the

- Gelijktijdigheid van de energiebehoefte voor koeling en hernieuwbare energievoorziening.
- Basissamenhang tussen koeling en ontvochtiging, wanneer is ontvochtiging noodzakelijk, benaderingen voor energie-efficiënte oplossingen.

## 9 Elektrische energie

- Bijzonderheden van elektrische energie (veelzijdig en van hoge kwaliteit, hoge niet-hernieuwbare primaire energie bij conventionele opwekking, opslagprobleem). Waarom is energie-efficiëntie van bijzonder belang in het geval van elektrische energie?
- Typische elektriciteitsverbruikers in passiefhuis-installaties (hulpenergie), energie-efficiëntie-eisen voor hulpenergieverbruik.
- Typische elektriciteitsverbruikers voor huishoudelijke toepassing. Verbeterde energie-efficiëntie voor huishoudelijke energieverbruik, typische waarden voor conventionele en efficiënte apparaten.
- Typische elektriciteitsverbruikers voor kantoortoepassingen (verlichting, IT). Verbeterde energie-efficiëntie voor kantoortoepassingen en het speciale belang hiervan vanwege de vermeden koelbehoefte.
- Opwekking van hernieuwbare energie op/nabij het gebouw, mogelijkheden en grenzen. Beoordelingssysteem en referentiewaarde voor de hernieuwbare energieopwekking. Opbouw van een fotovoltaïsch systeem en aandachtspunten bij de installatie van de afzonderlijke componenten.
- Potentieel van energieopwekking op het gebouw / op het perceel

course of the year, dependence on the location and shading.

- Potentials and limitations of electrical energy storage over different time periods.

## 10 Energy balancing

- Basic principles of energy balancing: balance boundary, balance envelope, balance equation.
- Contributions to heat loss: transmission if applicable, ventilation/infiltration, cooling if applicable.
- Contributions to heat gains: transmission if applicable, internal heat gains, passive solar gains, heating if applicable.
- Calculation of transmission and ventilation heat flows. Estimation of amounts.
- Calculation of solar heat gains through windows taking into account any shading.
- Significance of internal heat gains
- Sustainability evaluation in the context of the overall energy supply system (primary energy non-renewable/primary energy renewable PER).

gedurende het jaar, afhankelijkheid van de locatie en beschaduwing.

- Potentieel en beperkingen van opslag van elektrische energie gedurende verschillende tijdsperioden.

## 10 Energiebalans

- Basisprincipes van de energiebalans: balansgrens, verloop van de thermische schil, balansberekening.
- Bijdragen aan warmteverlies: indien van toepassing transmissie, ventilatie / infiltratie, indien van toepassing koeling.
- Bijdragen aan warmtewinsten: transmissie indien van toepassing, interne warmtewinsten, passieve zonnwinsten, verwarming indien van toepassing.
- Berekening van transmissie- en ventilatiewarmtestromen. Schatting van de hoeveelheden.
- Berekening van zonnwarmtewinsten door ramen, rekening houdend met beschaduwing.
- Belang van interne warmtewinsten
- Beoordeling duurzaamheid in de context van het totale energievoorzieningssysteem (niet-hernieuwbare primaire energie / hernieuwbare primaire energie PER).

## 11 Economic efficiency calculation

- Understanding of the payback period, present value method, annuity method.
- Which calculation approaches make sense for determining the economic efficiency of energy efficiency measures for buildings and why?
- Applying the annuity method in simple cases. Correct determination of extra investments (costs incurred anyway). Life cycle analysis, residual value. Economically effective level of insulation.
- Advantage of calculating an equivalent price for each kilowatt hour saved (independently of energy prices). Calculation of this value.

## 12 Invitation to tender, construction management and quality assurance

- Special necessity for exact specification of services and products (specific values!) and clear allocation based on individual specifications of services/trade disciplines.
- Clear specification of accountabilities and responsibilities.
- Clarification where trades overlap, particularly at complicated connection points. Special features of construction time planning (e.g. interior plaster before technical installations, screed after interior plaster)
- Which trade disciplines are affected with reference to airtightness and avoidance of thermal bridges? Necessary communications

## 11 Berekening van de economische efficiëntie

- Kennis van de terugverdientijd, netto contante-waardemethode, annuïteitenmethode.
- Welke berekeningsmethoden zijn zinvol om de economische haalbaarheid van energie-efficiëntiemaatregelen voor gebouwen te bepalen en waarom?
- De annuïteitenmethode toepassen in eenvoudige situaties. Juiste bepaling van extra investeringen (kosten die toch al gemaakt worden). Levenscyclusanalyse, restwaarde. Economisch effectieve isolatiekwaliteit.
- Voordeel van het berekenen van een equivalente prijs voor de bespaarde kilowattuur (onafhankelijk van energieprijzen). Berekening van deze waarde.

## 12 Aanbesteding, bouwbegeleiding en kwaliteitsborging

- Speciale noodzaak voor exacte specificatie van diensten en producten (specifieke kengetallen!) en duidelijke toewijzing op basis van individuele specificaties van diensten/disciplines.
- Duidelijke specificatie van verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden.
- Verduidelijking raakvlakken van disciplines, vooral bij ingewikkelde aansluitingen. Speciale kenmerken van uitvoeringsplanning (bijv. binnenpleister vóór technische installaties, dekvloer na binnenpleister).
- Welke vakdisciplines zijn betrokken bij de realisatie van de

during meetings with craftsmen before the start of construction work.

- Checking of material deliveries and results, procedures.
- Typical defects in airtightness of standard surfaces and building connection details/ penetrations.
- Absence of thermal bridges in accordance with the planning, avoidance of unplanned penetrations.
- Window installations, checking of specific values of frames and glazing.
- Thermal insulation, thermal conductivities of the used insulation materials, avoidance of gaps, application of insulation without any air flow behind it,
- Air ducts: airtight, in accordance with plans, insulation, protection against condensation, protection against dirt on-site, anti-static, decoupling of structure-borne sound, sound attenuators.
- Ventilation system: in accordance with plans, checking of volume flows.
- Space heating system: in accordance with plans, full insulation of heat-carrying pipes (including fittings, pumps etc.), running times of pumps, test run.
- Hot water system: in accordance with plans, complete insulation of heat-carrying pipes (including fixtures, pumps etc.), running times of pumps, test run.
- Which quality assurance measures must be performed? Pressurisation test, specific dates for quality assurance for window

luchtdichtheid en bij het vermijden van thermische bruggen? Noodzakelijke communicatie tijdens vergaderingen met uitvoerenden voor het begin van de bouwwerkzaamheden.

- Controle van materiaalleveringen en resultaten, procedures.
- Typische gebreken in de luchtdichting van oppervlakken, aansluitdetails en doorvoeren.
- Vermijden van thermische bruggen in overeenstemming met het ontwerp, vermijden van ongeplande doorvoeren.
- Raam-inbouw, controle van specifieke waarden van kozijnen en beglazing.
- Thermische isolatie, thermische geleidbaarheid van de gebruikte isolatiematerialen, aaneengesloten isolatielaag, aanbrengen van isolatie zonder valse spouw
- Luchtkanalen: luchtdicht, in overeenstemming met het ontwerp, isolatie, bescherming tegen condensatie, bescherming tegen vervuiling op de bouwplaats, antistatisch, ontkoppeling van contactgeluid, geluidsdempers.
- Ventilatiesysteem: in overeenstemming met het ontwerp, controle van luchtdebieten.
- Verwarmingssysteem: conform ontwerp, volledige isolatie van warme leidingen (inclusief appendages, pompen enz.), bedrijfstijden van pompen, proefdraaien.
- Warmwatersysteem: conform ontwerp, volledige isolatie van warme leidingen (inclusief armaturen, pompen enz.), looptijden van pompen, proefdraaien.

installation, for implementation of the airtight envelope, for carrying out insulation work, work for the air distribution system, final inspection of the ventilation system.

- Handing over of the building in the warm state (cold external temperatures) or in the cool state (warm external temperatures).

### 13 User information and support

- Information for users of Passive House buildings:
  - Opening windows: effect during summer and during winter.
  - Temporary shading: effect in winter and in summer.
  - Ventilation system: is not an air conditioning system; replacing of filters; continuous operation or shut-down with dry filters. How to operate. How to avoid dry air during low external temperatures.
  - Heating: night-time setback barely effective as a rule, small heating power supplied without interruption.
  - Significance of efficient electrical appliances.
  - Cooling: no peak loads; small, almost constant demand.
- Who to contact in case of questions.

- Welke kwaliteitsborgingsmaatregelen moeten worden uitgevoerd? Luchtdoorlatendheidstest, specifieke momenten voor kwaliteitsborging bij de inbouw van ramen, bij de uitvoering van de luchtdichte schil, bij het uitvoeren van de isolatiewerkzaamheden, werkzaamheden voor het ventilatiekanalensysteem, eindcontrole van het ventilatiesysteem.
- Oplevering van het gebouw in warme toestand (koude buitentemperaturen) of in koele toestand (warme buitentemperaturen).

### 13 Gebruikersinformatie en ondersteuning

- Informatie voor gebruikers van passiehuizen:
  - Openen van ramen: Effect in winter en in zomer.
  - Tijdelijke beschaduwing: Effect in winter en in zomer.
  - Ventilatiesysteem: is geen airconditioningsysteem; vervangen van filters; continue werking of uitschakeling met droge filters. Hoe te gebruiken. Hoe droge lucht vermijden bij lage buitentemperaturen.
  - Verwarming: nachtverlaging in de regel nauwelijks effectief, klein verwarmingsvermogen, continue bedrijf.
  - Belang van efficiënte elektrische apparaten.
  - Koeling: geen piekbelasting; kleine, bijna constante vraag.
- Wie te benaderen in geval van vragen?

#### **14 Retrofitting with Passive House components (EnerPHit)**

- Advantages of retrofitting with PH components.
- Dangers of using mediocre quality of building components in retrofits of existing buildings. Microeconomic, economic, ecological.
- Certification criteria for retrofitting of existing buildings using Passive House components.
- Knowledge of examples of implemented retrofits.
- Solutions for typical challenges arising during later creation of an airtight layer.
- Knowledge of typical thermal bridge situations and suitable measures for dealing with these.
- Awareness of the special challenges arising with interior insulation with regard to building physics (protection against moisture), suitable solutions.
- Basic principles for step-by-step implementation of retrofitting measures in accordance with an overall plan.

#### **14 Renovatie met passiefhuis-elementen (EnerPHit)**

- Voordelen van renovatie met PH-elementen.
- Risico's bij toepassing van bouwelementen met een middelmatige kwaliteit bij renovatie van bestaande gebouwen. Micro-economisch, economisch, ecologisch.
- Certificeringseisen voor renovatie van bestaande gebouwen met passiefhuis-elementen
- Kennis van voorbeelden van uitgevoerde renovaties.
- Oplossingen voor typische uitdagingen die zich voordoen bij het later realiseren van een luchtdichte laag.
- Kennis van typische thermische bruggen en geschikte maatregelen om hiermee om te gaan.
- Kennis van de speciale uitdagingen die zich voordoen bij binnenisolatie met betrekking tot bouwfysica (bescherming tegen vocht), geschikte constructies.
- Basisprincipes voor stapsgewijze uitvoering van renovatiemaatregelen gebaseerd op een volledig renovatieplan.



## **15 Calculations, quantities, units**

- Familiarity with the metric system and decimal units.
- Acquaintance with standard symbols, quantities and units, in particular the consistent use of units throughout the calculation process for the purpose of self-monitoring.
- Making a clear distinction between different physical quantities such as work and power, or temperature and heat etc.

## **15 Berekeningen, hoeveelheden, eenheden**

- Vertrouwd zijn met het metrisch stelsel en decimale eenheden.
- Begrip van standaard symbolen, grootheden en eenheden, in het bijzonder het consequent gebruiken van eenheden tijdens het rekenproces ten behoeve van zelfcontrole.
- Een duidelijk onderscheid maken tussen verschillende fysische grootheden zoals arbeid en vermogen, of temperatuur en warmte enz.