



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

Anlage I

Lernzielkatalog „Zertifizierter PassivhausPlaner“

Gültig ab 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 Vorbemerkungen

Dieser Lernzielkatalog geht davon aus, dass die Prüfungsteilnehmer bereits die Regeln des (konventionellen) Bauens und elementare Grundlagen der Bauphysik im Bereich Wärme und Feuchte beherrschen. Ziel ist eine fundierte Zusatzqualifikation hinsichtlich Planung und Bau von Passivhäusern, die auch Merkmale des sachgemäßen Gebäudebetriebs und der Nutzerinformation einschließt.

Folgend werden einleitend einige grundlegende Feststellungen getroffen, die generell für das Weiterbildungsprogramm „Zertifizierter Passivhaus-Planer“ gelten. Ziel ist es, die Beschreibung der Lernziele einfach und klar lesbar zu halten.

Die Darstellung der Lehrinhalte am Beispiel des kühl-gemäßigten Klimas mit warmen Sommern hat sich bewährt und bildet einen vielseitigen Ausgangspunkt- hier können nahezu alle wichtigen Merkmale von Passivhäusern dargestellt werden. Die Übertragung auf abweichende Klimate gelingt auf diesem Hintergrund vergleichsweise leicht. Grundkenntnisse, welche Folgen veränderte Klima-Randbedingungen für ein Passivhaus nach sich ziehen sind darüber hinaus Bestandteil der Lernziele.

Ebenso bewährt ist ein Schwerpunkt der Wissensvermittlung in Bezug auf Wohnnutzung. Hier können bei nahezu konstanten Innenraumbedingungen die wesentlichen Problemstellungen bei Planung und Bau von Passivhäusern gut herausgearbeitet werden; dies schließt grundlegende Besonderheiten großer Gebäude, wie sie etwa durch höhere Lasten des Tragwerkes und angrenzende unbeheizte Bereiche auftreten, ein. Grundlagenwissen über besondere Erfordernisse und Randbedingungen bei häufigen Nicht-Wohnnutzungen (z.B. Büro, Schule, Kita) soll darüber hinaus vermittelt werden.

Der Neubau steht, als in der Regel einfacherer Fall, zunächst im Mittelpunkt der Ausbildung. Grundlagen der besonderen

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.

Herausforderungen, Gemeinsamkeiten mit dem Vorgehen im Neubau und Unterschiede davon im Kontext der Gebäudesanierung mit Passivhaus-Komponenten (EnerPHit) gehören darüber hinaus zu den notwendigen Ausbildungsinhalten.

Alle Themenfelder stehen in immer in unmittelbarer Beziehung zur Bilanzierung der jeweiligen Effekte mit dem Passivhaus-Projektierungs-Paket PHPP. Ein kompetenter und sicherer Umgang mit diesem wichtigen Planungswerkzeug ist ein Kernziel der Weiterbildung: In dem Bilanzierungsmodell fließen alle Teilaufgaben zusammen und werden mit vielfältigen Wechselwirkungen wirksam. Nur in dieser Zusammenschau kann eine gezielte Optimierung von Entwurf und Konstruktion –und damit auch von Baukosten- erfolgen. Dazu gehört ein Einblick in die Bilanzierungsmethodik und die Kenntnis elementarer Berechnungsmethoden (z.B. Aufbau der Monatsbilanzen, Energiebilanzen einzelner Komponenten [z.B. Fenster, Lüftungssystem, Wärmebrücken], Einschätzung zur Auswirkung von Fehlern und Veränderungen wichtiger Eingaben).

Die Prüfung des erworbenen Wissens erfolgt in der Regel durch Aufgaben, die durch Auswahl vorgegebener Elemente, Angabe von Gelerntem, eigenen Berechnungen, Skizzen und Erläuterungen zu lösen sind.

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 Passivhaus-Definition

- Kenntnis der Klima-unabhängigen Passivhaus-Definition und ihrer Herleitung:

„Ein Passivhaus ist ein Gebäude, in welchem thermische Behaglichkeit (ISO 7730) allein durch Nachheizen oder Nachkühlen des Frischluftvolumenstroms, der für ausreichende Luftqualität (DIN 1946) erforderlich ist, gewährleistet werden kann - ohne dazu zusätzlich Umluft zu verwenden.“

- Kenntnis der lufthygienischen Anforderungen, personenbezogen erforderliche Frischluftmenge, Abluftbedarf, Mindestluftwechsel.
- Kenntnis des Zusammenhangs zwischen relativer Raumluftfeuchte und effektivem Luftaustausch.
- Grundlagen der Bewertungsmethodik der thermischen Behaglichkeit nach 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 Passivhaus-Kriterien

- Kenntnis der Zertifizierungskriterien für Passivhäuser und Sanierungen mit Passivhaus-Komponenten (EnerPHit).
- Kenntnis der Begriffen zentraler Kenngrößen (z.B. im PHPP Nachweisblatt) Heizlast, Kühllast, Jahresheizwärmebedarf, Jahreskühl- und Entfeuchtungsbedarf, n_{50} -Wert, Primärenergie (nicht erneuerbar und erneuerbar PER), Endenergie, Energiedienstleistung, Übertemperaturhäufigkeit.
- Definition und Einfluss der Bezugsflächen für die Passivhaus-Projektierung.
- Grundlegendes Verständnis für die Problematik der Nachhaltigkeitsbewertung des Energiebedarfs von Gebäuden im Kontext eines sich verändernden Energieversorgungs-Systems.

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 gPassivhaus - Planungsgrundlagen

4.1 Grundsätze der wärmedämmenden Hülle

- Prinzip der wärmedämmenden Hülle. Wärmeschutzqualitäten für ein Passivhaus hinsichtlich Dämmstärken/-qualitäten und Wärmebrückenvermeidung. Zusammenhang komplizierter thermischer Hüllen mit Baukosten.
- Zusammenhang U-Wert / Innenoberflächentemperatur
- Typische U-Werte opaker Bauteile für Passivhaus-Hüllen
- Typische Passivhaus-geeignete Aufbauten im Leichtbau und im Massivbau
- Umgang mit Wärmebrückenverlustkoeffizienten (Außenmaßbezug, Innenmaßbezug) und Kenntnis der qualitativen Analyse einer Gebäudehülle auf potentielle Wärmebrücken
- Kenntnis des Prinzips des wärmebrückenfreien Konstruierens. Herangehensweisen für Fälle, wo eine vollständig wärmebrückenfreie Lösung nicht realisierbar ist.
- Quantitative Einschätzung einfacher Wärmebrücken
- Kenntnis geeigneter Dämmmaterialien und deren wichtigster Eigenschaften.
- Feuchtetransportmechanismen in Bauteilen und deren Größenordnung, Entstehung feuchtebedingter Bauschäden durch Konvektion, ggfs. auch Diffusion. Einordnung Innendämmung, Herausforderungen, Voraussetzung für ihren Einsatz, Konstruktionen, Grenzen der Einsetzbarkeit und erzielbaren

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).

Effizienz.

4.2 Grundsätze der luftdichten Gebäudehülle

- Prinzip der einen luftdichten Gebäudehülle. Bedeutung der Luftdichtheit bei Gebäuden z.B. hinsichtlich Energiebedarf, Heizlast, Behaglichkeit und Bauschäden.
- Kenntnis geeigneter luftdichter Hüllkonstruktionen im Massivbau und im Leichtbau.
- Kenntnis geeigneter luftdichter Bauteilanschlüsse im Massivbau, im Leichtbau und bei Mischbauten.
- Kenntnis geeigneter Luftdichtungsmaßnahmen bei Durchdringungen.
- Kenntnis der potentiellen Schwachstellen.
- Bewusstsein der Planungsaufgabe „Luftdichtheit“.
- Kenntnis der Testverfahren für die Luftdichtheitsprüfung und der Anforderungen. Bestimmung des Bezugsvolumens, Durchführung einer Messung, Verständnis für die Inhalte des Messprotokolls, Qualitätssicherung
- geeigneter Ausführungszeitpunkt der Messung
- Einschätzung einfacher Undichtheiten (z.B.: Nagelloch; Steckdose; Fensteranschlussfuge; unverputzte Außenmauerwerksfläche; aufgegangene Folienverklebung; nicht vergossener Durchbruch; nicht verschlossenes Fallrohr).

- 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 Ψ_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

- Kenntnis von Verfahren, einfache Undichtheiten dauerhaft zu beseitigen.
- Einschätzung schwieriger Undichtheiten (Holzbalkendecken im Mauerwerksbau; unverputzte Außenwänden hinter inneren Verkleidungen (z.B. Treppe); regelmäßige Durchstoßstellen (z.B. durchgehende Sparren)).
- Kenntnis von Verfahren, schwierige Undichtheiten zu vermeiden.

4.3 Grundsätze zu transparenten Außenbauteilen

4.3.1 Wärmeverluste an transparenten Bauteilen

- Berechnung von Fenster-U-Werten nach EN 10077-1
- Grundverständnis, wie Rahmen-Kennwerte nach EN 10077-2 durch Berechnung zuverlässig bestimmt werden können. Bedeutung dieser Herangehensweise für Vergleichbarkeit und Aussagekraft der ermittelten Werte.
- Verständnis für Bedeutung, Beschaffenheit und Funktion thermisch günstiger Verglasungs-Abstandhalter. Wechselwirkung mit dem Fensterrahmen (Glaseinstand).
- Umgang mit den Werten U_g , U_f und Ψ_g sowie des Einbauwärmebrückenverlust-Koeffizienten Ψ_{Einbau} . Unterschied „Passivhaus zertifizierter Fensterrahmen“ und „geprüfter (Fenster-) Anschluss“.
- Kenntnis der Einflüsse auf die thermische Qualität bei Pfosten-Riegel Fassaden, wesentliche Effekte bei geneigten oder

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

horizontalen Verglasungen.

- Verständnis der Behaglichkeitsbedingung (Innenoberflächentemperatur-Kriterium) an Passivhaus geeignete Fenster. Hygiene-Anforderung in diesem Zusammenhang.
- Einschätzung und Bestimmung von Rahmenanteilen.
- Aufbau einer Dreischeiben-Wärmeschutz-Verglasung und Kenntnis der entscheidenden Wärmetransportmechanismen (Wärmeleitung im Füllgas, Wärmestrahlung und low-e-Schicht, Konvektion).
- Wie müssen Fenster bei einem Passivhaus beschaffen sein? (Kenntnis aller Kennwerte, evtl. Ausgleichsheizflächen)

4.3.2 Wärmeangebot transparenter Bauteile

- Kenntnis des g-Wertes nach EN 410. Notwendigkeit der Wertangabe mit zwei wertgebende Stellen. Unterschied zum Lichttransmissionsgrad (ISO 9050). Kenntnis typischer Werte für unterschiedliche Verglasungstypen.
- Welche weiteren Faktoren beeinflussen das solare Energieangebot?(Einfallswinkel, Verschmutzung, Rahmenanteil, Verschattung, Rückreflexion)
- Einschätzung und Bestimmung von Rahmenanteilen.
- Einfache Fälle zu den Fenster-Energieströmen (kalter Tag, Heizperiode, heißer Tag).
- Kenntnis des Verglasungs-Energie-Kriteriums: $U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot$

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.

$g \leq 0$ und seiner Anwendung (z.B. Effizienzklassen von Fenstern) .

- Kenntnis des Einflusses der Orientierung auf das solare Angebot.
- Kenntnis des Einflusses typischer Eigenverschattungen auf das solare Angebot.

4.3.3 Einfluss transparenter Bauteile auf den Komfort unter Sommerbedingungen

- Solare Wärmelast unter Sommerbedingungen: warum ist sie so hoch?
- Orientierungsabhängigkeit der solaren Wärmelast unter Sommerbedingungen (qualitativ).
- Abhilfemaßnahmen bei zu hoher solarer Wärmelast (qualitativ).
- Kenntnis der Grenzen für transparente Flächen ohne temporäre Verschattung.
- Kenntnis der Eigenschaften und Unterschiede von innen- und außenliegender temporärer Verschattung.

5 Basic principles of Passive House ventilation

5.1 Why is ventilation essential?

- Knowledge of the most important indoor air contaminants. Knowledge of the CO₂ 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 Grundsätze der Passivhaus-Lüftung

5.1 Warum muss gelüftet werden?

- Kenntnis der wichtigsten Innenraumluftverunreinigungen. Kenntnis des CO₂-Kriteriums. Resultierende Frischluftvolumenströme für eine hygienisch ausreichende Lüftung.
- Zusammenhang relative Raumlufffeuchtigkeit mit Feuchtequellen im Raum, Frischluftfrate und Außentemperatur. Risiken hoher Luftwechsel bei geringer Außentemperatur. Abhilfemöglichkeiten, wenn das aus anderen zwingenden Gründen doch sein muss?

5.2 Freie Lüftung

- Antriebskräfte der freien Lüftung (qualitativ).
- Arten der freien Lüftung: Fugen-, Fensterkipp-, Fensterstosslüftung.
- Einflüsse auf die freie Lüftung. Typische Luftwechselraten (qualitativ).
- Warum ist die freie Lüftung für Passivhäuser in Regionen mit nennenswerten Temperaturunterschieden zwischen innen und außen ungeeignet? (Unzuverlässigkeit, Wärmeverlust)

5.3 Abluftanlage

- Prinzipieller Aufbau einer Abluftanlage: Zuluftzone, Überströmzone, Abluftzone (Fähigkeit, diese in einem Grundriss zu identifizieren). Außenluftdurchlass, Abluftauslass, Filter,

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.

Abluftventilator.

- Behaglichkeitsaspekte (Erwärmung der Luft am Außenluftdurchlass, Zugluftvermeidung)
- Vorteile der Abluftanlage gegenüber der freien Lüftung.
- Warum sind Abluftanlagen für Passivhäuser in Regionen mit nennenswerten Temperaturunterschieden zwischen innen und außen ungeeignet? (Wärmeverlust)
- Grobe Einschätzung der Kosten einer technisch einwandfreien Abluftanlage im Vergleich zu einer balancierten Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

5.4 Balancierte Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

- Zonierung eines Grundrisses Zuluftzone, Überströmzone, Abluftzone. Möglichkeiten und Grenzen vereinfachter Ansätze zur Einsparung von Kanalnetz-Aufwendungen (z.B. erweiterte Kaskadenlüftung, Einzelraum-Lüftung)
- Kenntnisse der wichtigsten Komponenten: Zulufteinlass, Zuluftkanalnetz, Überströmöffnungen, Abluftauslass, Abluftkanalnetz, Schalldämpfer, Frischluftfilter, Abluftfilter, Zentralgerät, Außenwanddurchführung, Kondensatablauf
- Kenntnis der typischen Dimensionierung solcher Anlagen für Passivhäuser.
- Kenntnis der Raumströmungsbedingungen: Mischlüftung. Kenntnis des Coanda-Effektes.

- 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
- Lösungsmöglichkeit und Grenzen dezentraler Systeme. Typische Lösungen und deren Bewertung.
- Kenntnis der geforderten Filterqualitäten und der Begründungen.
- Kenntnis der raumlufthygienischen Bedingungen einer Passivhaus-Lüftungsanlage (keine Kühlung, keine aktive Be- und Entfeuchtung, kontinuierlicher bzw. sicher trockener Betrieb, frontständiger Frischluft-Filter nicht schlechter F7
- Außenlufteinlässe Ausführung und Anordnung, Witterungsschutz, Tauwasser und Reif, Schallschutz
- Kenntnis geeigneter Kanalsysteme. Grundlagen der Kanal-Planung (kurze Leitungen, glattwandig, Formstücke, typische Luftgeschwindigkeiten und Querschnitte, Luftdichtheit). Einfluss der Kanal-Druckverluste auf Energiebedarf zur Luftförderung und Betriebskosten
- Notwendigkeit und geeignete Ausführung von Wärmedämmung an Lüftungskanälen. (kalte Leitung im warmen Raum, warme Leitung im kalten Raum, bei Nachheizung
- Planung von Durchdringungen von Lüftungskanälen in der Gebäudehülle (Luftdichtheit, Wärmedämmung, ggfs. Diffusionswiderstand)
- Rekuperative und regenerative Wärmerückgewinnung, Prinzipien und verbreitete Bauarten
- Kenntnis der Anforderungen an Passivhaus geeignete zentrale Lüftungsgeräte. Welche Merkmale beeinflussen die Effizienz der Wärmerückgewinnung (qualitativ: Wärmeströme durch das Gehäuse, interne/externe Leckagen, Bauart und Auslegung Wärmeübertrager) und des Gesamtgerätes (qualitativ: Ventilatoren

(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.

und Motoren, Steuerung, Filter und Einbauten) Bedeutung und Bestimmung des effektiven trockenen Wärmebereitstellungsgrades, Bedeutung und Bestimmung des spezifischen Stromverbrauches.

- Grundlegende Eigenschaften, Möglichkeiten und Grenzen der Feuchterückgewinnung in der Lüftung.
- Sachgerechte Aufstellung der Zentralgeräte. Schallschutzgrundsätze, Hygiene, Wartung.
- Inbetriebnahme und Einregulierung der Lüftungsanlage. Einfluss der Balanceeinstellung. Kontrolle der geplanten Volumenströme in den Räumen. Erreichte Druckverluste im Vergleich zu Kanalnetzberechnung.

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 Grundsätze der Passivhaus-Wärmeversorgung

- Kenntnis des Heizlastkriteriums. Unterschiede Heizlast / Heizwärmebedarf.
- Kenntnis der Behaglichkeitsbedingungen [ISO 7730]. Was ist eine operative Temperatur? Wie einflussreich sind Zugerscheinungen? Wie stark können sich in einem Passivhaus Raumluft- und mittlere Oberflächentemperaturen unterscheiden? (Fähigkeit, ein Beispiel vereinfacht zu berechnen sowie qualitative Einschätzung)
- Warum ist die Behaglichkeit im Sommer und im Winter beim Passivhaus weitgehend unabhängig von der Art der Wärme- bzw. Kälteübergabe? Kenntnis typischer Heiz-/Kühllasten.
- Kenntnis typischer Wärmeübergabesysteme für Passivhäuser. Wann werden Heizflächen unter den Fenstern benötigt?
- Fähigkeit, in einen Passivhaus-Grundriss eine Heizwärmeverteilung zu skizzieren.
- Worauf ist bei Luft-Heizregistern und Zuluftheizung zu achten? (Volumenstrom-abhängigkeit der verfügbaren Heizleistung, Dämmung der Kanäle stromab des Heizregisters).
- Warum kann man nicht einfach den Frischluftvolumenstrom heraufsetzen?
- Methode zur Bestimmung der Heizlast für Passivhäuser. Begründung der zwei-Tage Methode
- Worauf muss bei der Auslegung der Wärmeverteilung und das zentralen Wärmeerzeugers geachtet werden? (Gesamt-Heizlast muss auch gedeckt werden können)

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.
- Wie und in welchem Ausmaß sind Temperaturdifferenzierungen im Passivhaus möglich?
 - Welchen Einfluss haben: große Undichtheiten, dauergekippte Fenster, kurzzeitig geöffnete Fenster, Öffnungen von Hauseingangstüren auf die maximale Heizlast (qualitativ)?
 - Kenntnis der Grenzen der zentralen Zuluftnacherwärmung (entkoppelte Räume, Ablufträume). Kenntnis der Lösungen für diese Fälle.
 - Korrekte Platzierung eines Wohnungsthermostaten.

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 Warmwasserbereitung

- Vergleich Raum-Heizlast mit Leistungsbedarf Warmwasserbereitung, Schlussfolgerungen für die Systemgestaltung der Wärmeerzeugung
- Zeitliche Korrelation der Energienachfrage für Raumheizung bzw. Warmwasserbereitung mit dem Angebot an erneuerbarer Energie
- Typischer personenbezogener Warmwasserbedarf und Bandbreite der zu erwartenden Nutzerabhängigkeit. Quantitativ überwiegende Warmwasser-anwendungen.
- Anforderungen an ein energieeffizientes Warmwassersystem, Dämmqualitäten für Speicher, Leitungen und Armaturen, Prinzip der Wärmebrückenfreiheit.
- Bedeutung von Warmwasser-Zirkulationsleitungen für die Wärmeverluste des Warmwassersystems und Optimierungsansätze
- Möglichkeiten der Optimierung durch Armaturen mit vermindertem Durchfluss und Wärmerückgewinnung.

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 Sommerliche Behaglichkeit und Raumkühlung

- Maßstäbe für die sommerliche thermische Behaglichkeit [ISO 7730]
- Solare Last: Bedeutung, Orientierungsabhängigkeit, Abhängigkeit von der Größe der transparenten Flächen, Verschattung, temporäre Verschattung, Wirksamkeit innenliegender und außenliegender Verschattungseinrichtungen. Fassadenfarbe/-oberfläche (auch: cool colours), Einfluss der Wärmedämmung
- Einfluss der inneren Wärmequellen. Reduktionspotenzial?
- Einfluss der inneren Speichermasse (qualitativ).
- Einflüsse auf die sommerliche Behaglichkeit (qualitativ) bei hauptsächlich passiver Wärmeabfuhr: Luftaustausch – wie abschätzbar? Welche Möglichkeiten zur Erhöhung?
- Qualitativ: Besonderheiten bei Gebäuden mit stark schwankender innerer Lasten (z.B. Schule)
- Einschätzung der PHPP-Ergebnisse zur erwarteten Übertemperaturhäufigkeit
- Grenzen der freien Kühlung, Möglichkeiten der Wärmeabfuhr durch Koppelung mit dem Erdreich mittels Medienkreislauf (z.B. Betonkerntemperierung)
- Energieeffiziente und kostengünstige Kühlungslösungen für Passivhäuser
- Marktübliche Kennzahlen für Kühlgeräte und deren Bewertung hinsichtlich Energieeffizienz

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

- Zeitliche Korrelation der Energienachfrage für Raumkühlung mit dem Angebot an erneuerbarer Energie
- Grundlegende Zusammenhänge bei Kühlung und Entfeuchtung, wann ist Entfeuchtung erforderlich, Ansätze für energieeffiziente Lösungen

9 Elektroenergie

- Besonderheiten der elektrischen Energieform (vielseitig hochwertig einsetzbar, hoher nicht-regenerativer Primärenergieeinsatz bei der konventionellen Gewinnung, Speicherproblematik). Warum ist Energieeffizienz bei elektrischer Energie besonders wichtig?
- Typische elektrische Verbraucher der Passivhaus-Gebäudetechnik (Hilfsstrom) Energieeffizienzkriterien an den Hilfsstromverbrauch
- Typische elektrische Verbraucher beim Haushaltsstrom. Energieeffizienz-verbesserung für Haushaltsstromverbraucher, typische Werte konventioneller und effizienter Geräte
- Typische elektrische Verbraucher bei Büroanwendungen (Raumbeleuchtung, IT) Energieeffizienzverbesserungen bei Büroanwendungen und deren besondere Bedeutung durch vermiedenen Kühlbedarf
- Gewinnung von erneuerbarer Energie am Gebäude, Möglichkeiten und Grenzen. Bewertungssystem und Bezugsgröße für gewonnene Energie. Aufbau einer Photovoltaikanlage und Merkmale für die Installation der einzelnen Komponenten.

components.

- Potential of energy generation on the building/on site during the 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).

- Potenzial der Energiegewinnung am Gebäude/auf dem Grundstück im Jahresverlauf, Abhängigkeit von Lage und Verschattung.
- Möglichkeiten und Grenzen der Speicherung elektrischer Energie über unterschiedliche Zeiträume.

10 Energiebilanzierung

- Grundlagen Energiebilanz: Bilanzraum, Bilanzhülle, Bilanzgleichung.
- Wärmeverlustbeiträge: ggfs. Transmission, Lüftung/Infiltration, ggfs. Kühlung
- Wärmegewinnbeiträge: ggfs. Transmission, innere Wärmequellen, passiv solare Einträge, ggfs. Heizung.
- Berechnung von Transmissions- und Lüftungswärmeströmen. Abschätzung der Größenordnungen.
- Berechnung der solaren Wärmeeinträge durch Fenster unter Berücksichtigung von Verschattung.
- Bedeutung der inneren Wärmequellen.
- Nachhaltigkeitsbewertung im Kontext des gesamten Energieversorgungssystems (Primärenergie nicht erneuerbar / Primärenergie erneuerbar 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.

11 Wirtschaftlichkeitsrechnung

- Kenntnis der Begriffe Amortisationszeit, Kapitalwertmethode, Annuitätenmethode
- Welche Berechnungsansätze für die Wirtschaftlichkeitsbestimmung für Energieeffizienzmaßnahmen an Gebäuden sind sinnvoll und warum?
- Anwendung der Annuitätenmethode in einfachen Fällen. Korrekte Bestimmung von Mehrinvestitionen (Ohnehin-Kosten), Lebenszyklusanalyse, Restwert. Wirtschaftliches Dämmniveau.
- Vorteil der Berechnung eines Äquivalent-Preises der eingesparten Kilowattstunde (energiepreisunabhängig). Berechnung dieser Größe.

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 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

12 Ausschreibung, Bauleitung und Qualitätssicherung

- Besondere Notwendigkeit, alle Leistungen und Produkte (Kennwerte!) genau zu spezifizieren und einzelnen Leistungsverzeichnissen/Gewerken klar zuzuordnen.
- Schaffung klarer Zuständigkeiten/Verantwortlichkeiten.
- Klärung von Gewerkeschnittstellen, besonders an komplizierten Anschlusspunkten. Besonderheiten der Bauzeitenplanung (z.B. Innenputz vor technischem Ausbau, Estrich nach Innenputz)
- Welche Gewerke sind in Bezug auf Luftdichtheit und Wärmebrückenvermeidung betroffen? Notwendige Mitteilungen im Handwerkergespräch vor Beginn der Ausführung.
- Kontrolle von Materiallieferungen und Ergebnissen, Vorgehen
- Typische Mängel der Luftdichtheit Regelflächen und Bauteilanschlüsse / Durchdringungen
- Wärmebrückenfreiheit gemäß Planung, Vermeidung nicht geplanter Durchdringungen
- Fenstereinbau, Kontrolle Kennwerte Rahmen und Verglasung,
- Wärmedämmung, Wärmeleitfähigkeiten der verwendeten Dämmstoffe, Fugenfrieheit, hinterströmungsfreie Anbringung
- Luftkanäle: Dichtheit, Planmäßigkeit, Dämmung, Tauwasserschutz, Schutz vor Verschmutzung auf der Baustelle, antistatisch, Körperschallentkopplung, Schalldämpfer
- Lüftungsanlage: Planmäßigkeit, Volumenstromkontrolle

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 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).
- Heizungsanlage: Planmäßigkeit, vollständige Dämmung wärmeführender Leitungen (incl. Armaturen, Pumpen etc.), Pumpenlaufzeiten, Probebetrieb.
- Warmwassersystem: Planmäßigkeit, vollständige Dämmung wärmeführender Leitungen (incl. Armaturen, Pumpen etc.), Pumpenlaufzeiten, Probebetrieb
- Welche Qualitätssicherungsmaßnahmen müssen durchgeführt werden? Drucktest, Qualitätssicherungstermine beim Fenstereinbau, bei der Ausführung der luftdichten Hülle, bei der Ausführung der Dämmung, bei der Ausführung der Luftverteilung, Abnahme der Lüftungsanlage
- Häuser warm (kalte Außentemperaturen) bzw. kühl (warme Außentemperaturen) übergeben.

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.

13 Nutzerinformation und Nutzerbetreuung

- Informationen für Nutzer von Passivhäusern:
 - Fensteröffnung: Einfluss im Winter; Einfluss im Sommer.
 - Temporäre Verschattung: Einfluss im Winter; Einfluss im Sommer.
 - Lüftungsanlage: keine Klimaanlage; Filterwechsel; Dauerbetrieb oder trocken abschalten. Bedienung. Vermeidung trockener Luft bei geringen Außentemperaturen
 - Heizung: Nachtabsenkung i.d.R. kaum wirksam, geringe Leistungszufuhr ohne Unterbrechungen
 - Bedeutung effizienter Elektrogeräte
 - Kühlung: Keine Spitzenlasten, geringer, nahezu kontinuierlicher Bedarf
- An wen wende ich mich, wenn ich Fragen habe?

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 Sanierung mit Passivhaus-Komponenten

- Vorteile der Sanierung mit PH-Komponenten
- Gefahren durch mittelmäßige Bauteilqualitäten in der Gebäudesanierung. Einzelwirtschaftlich, Volkswirtschaftlich, ökologisch
- Zertifizierungskriterien für die Altbaumodernisierung mit Passivhauskomponenten (EnerPHit)
- Kenntnis von Beispielen für ausgeführte Sanierungen
- Lösungen für typische Herausforderungen der nachträglichen Herstellung einer luftdichten Ebene
- Kenntnis typischer Wärmebrückensituationen und geeigneter Maßnahmen zum Umgang damit
- Kenntnis der bauphysikalischen Besonderheiten von Innendämmung (Feuchteschutz) und geeigneter Konstruktionen
- Grundlagen zur schrittweisen Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen gemäß einem Gesamtplan

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 Berechnungen, Größen, Einheiten

- Sicherer Umgang mit dem Metrischen System und seinen dezimalen Einheiten.
- Sicherer Gebrauch von üblichen Formelzeichen, Größen und Einheiten, insbesondere Mitführen von Einheiten im Rechengang zur Selbstkontrolle.
- Klare Unterscheidung verschiedener physikalischer Größen wie zum Beispiel Arbeit und Leistung bzw. Temperatur und Wärmemenge und dgl.