

Anlage I

Lernzielkatalog

„Zertifizierter PassivhausPlaner“

Dieser Lernzielkatalog geht davon aus, dass die Auszubildenden bereits im Besitz einer Bauvorlagenberechtigung sind, d.h. dass sie die Regeln des (konventionellen) Bauens beherrschen. Wiederholt werden nur die wichtigsten bauphysikalischen Grundlagen, die im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Passivhaus stehen.

1 Passivhaus-Definition

Kenntnis der klimaunabhängigen Passivhaus-Definition und ihrer Herleitung:
Die maximale Heizlast ist geringer als die mit der Frischluft (allein aus lufthygienischen Gründen) zuführbare Wärmeleistung
{ $p_{\max, \text{Heiz}} \leq 10 \text{ W/m}^2$ bei Wohngebäuden}.

Kenntnis der lufthygienischen Anforderungen (DIN 1946).

Kenntnis des Zusammenhangs relative Raumluftfeuchte und effektiver Luftaustausch unter winterkalten Bedingungen.

2 Passivhaus-Kriterien

Heizlastkriterium	$p_{\max, \text{Heiz}} \leq p_{\text{zuluft}, \text{max}}$	{generell}
Jahresheizwärmebedarfskriterium	$q_{\max, \text{Heiz}} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	{nur Mitteleuropa}
Luftdichtheitskriterium Warum muss dies separat erfüllt sein?	$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$	{generell}
Jahresprimärenergiekriterium Welche Energiedienstleistungen gehen in die Definition von $e_{\max, \text{primär}}$ ein?	$e_{\max, \text{primär}} \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	{generell}
Übertemperaturhäufigkeit	$t_{\max, \vartheta > 25^\circ\text{C}} \leq 10\% t_{\text{Nutz}}$	{generell}

Mit dem Begriffen Heizlast, Jahresheizwärmebedarf, n_{50} -Wert, Primärenergie, Endenergie, Energiedienstleistung, Übertemperaturhäufigkeit muss umgegangen werden können. Der Einfluss der Bezugsfläche A_{TFA} muss verstanden sein. Wie ist die Bezugsfläche bei Passivhaus-Projekten definiert?

3 Passivhaus - Planungsgrundlagen

3.1 Grundsätze der wärmedämmenden Hülle

Das Prinzip der wärmedämmenden Hülle muss beherrscht werden. Es muss eine Vorstellung davon vorhanden sein, welche Wärmeschutzqualitäten ein Passivhaus aufweisen muss. Dies sowohl bzgl. des Niveaus der Dämmstärken als auch bzgl. der Wärmebrückenvermeidung. Der Zusammenhang großzügiger und komplizierter thermischer Hüllen mit den Baukosten muss bekannt sein.

- 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
- Kenntnis geeigneter Dämmmaterialien und deren wichtigster Eigenschaften.

3.2 Grundsätze der luftdichten Gebäudehülle

Warum ist die Luftdichtheit wichtig?

Verständnis des Prinzips der „einen luftdichten Hülle“.

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 (Luftdichtheitsprüfung) und der Anforderungen.

Einschätzung einfacher Undichtheiten (z.B.: Nagelloch; Steckdose;

Fensteranschlussfuge; unverputzte Außenmauerwerksfläche; aufgegangene

Folienverklebung; nicht vergossener Durchbruch; nicht verschlossenes Fallrohr).

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.

3.3 Grundsätze zu transparenten Außenbauteilen

3.3.1 Kenntnis des Fenster-U-Wertes nach EN 10077

Umgang mit den Werten U_g , U_f und Ψ_g sowie des Einbauwärmebrückenverlust-Koeffizienten Ψ_{Einbau} .

Unterschied Passivhaus zertifiziertes Fenster und geprüfter Anschluss.

Verständnis der Behaglichkeitsbedingung (Innenoberflächentemperatur-Kriterium an Passivhaus geeignete Fenster).

Einschätzung und Bestimmung von Rahmenanteilen.

Aufbau einer Dreischeiben-Wärmeschutz-Verglasung und Kenntnis der entscheidenden Wärmetransportmechanismen (Wärmeleitung im Füllgas, Wärmestrahlung und low-e-Schicht, Konvektion).

Aufbau eines Randverbunds. Welche Funktionen hat der Randverbund?

Warum ist ein thermisch getrennter Randverbund (warm-edge) wichtig?

Welche Möglichkeiten gibt es, den Wärmebrückenverlustkoeffizienten am Glasrand zu reduzieren? (warm-edge, tiefer Glaseinstand)

Wie müssen Fenster bei einem Passivhaus beschaffen sein? (Kenntnis aller Kennwerte, evtl. Ausgleichsheizflächen)

Umgang mit dem PHPP-Fenster-Blatt.

3.3.2 Kenntnis des Fensterwärmeangebotes nach PHPP

Kenntnis des g-Wertes nach EN 410.

Unterschied zum Lichttransmissionsgrad (ISO 9050).

Kenntnis typischer Werte für Verglasungstypen.

Welche weiteren Faktoren reduzieren das solare Energieangebot?

(Einfallswinkel, Verschmutzung, Rahmenanteil, Verschattung, Rückreflexion)

Einschätzung und Bestimmung von Rahmenanteilen.

Einfache Fälle zu den Fenster-Energieströmen (kalter Tag, Heizperiode, Sommer).

Kenntnis des Verglasungs-Energie-Kriteriums: $U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot g \leq 0$ und seiner Anwendung.

Kenntnis des Einflusses der Orientierung auf das solare Angebot.

Kenntnis des Einflusses typischer Eigenverschattungen auf das solare Angebot.

Umgang mit dem PHPP-Fenster-Verschattungsblatt.

3.3.3 Kenntnis des Einflusses der Fenster auf den sommerlichen Komfort

Solare Wärmelast im Sommer: warum ist sie so hoch?

Orientierungsabhängigkeit der solaren Wärmelast im Sommer (qualitativ).

Abhilfemaßnahmen bei zu hoher solarer Wärmelast (qualitativ).
Kenntnis der Grenzen für transparente Flächen ohne temporäre Verschattung.
Kenntnis der Unterschiede von innen- und außenliegender temporärer Verschattung.
Umgang mit dem PHPP-Sommer-Fenster-Verschattungsblatt.

4 Grundsätze der Passivhaus-Lüftung

4.1 Warum muss gelüftet werden?

Kenntnis der wichtigsten Innenraumluftverunreinigungen.
Kenntnis des CO₂-Kriteriums [DIN 1946].
Resultierende Frischluftvolumenströme für eine hygienisch ausreichende Lüftung [Pfluger 2003].
Zusammenhang relative Raumlufffeuchtigkeit mit Feuchtequellen im Raum, Frischluftrate und Außentemperatur.
Warum darf im Winter auch nicht zuviel gelüftet werden? Wie kann man Abhilfe schaffen, wenn das aus anderen zwingenden Gründen doch sein muss?

4.2 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 Heizgradtagen ungeeignet? (zwei Teile: Unzuverlässigkeit, Wärmeverlust)

4.3 Abluftanlage

Prinzipieller Aufbau einer Abluftanlage (Wohnungen):
Zuluftzone, Überströmzone, Abluftzone. (Fähigkeit, diese in einem Grundriss zu identifizieren).
Außenluftdurchlass, Abluftauslass, Abluftventilator.
Vorteile der Abluftanlage gegenüber der freien Lüftung.
Warum sind Abluftanlagen für Passivhäuser in Regionen mit nennenswerten Heizgradtagen ungeeignet? (Wärmeverlust)

4.4 Balancierte Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

Prinzipieller Aufbau einer Zu-/Abluftanlage (Wohnungen):
Zuluftzone, Überströmzone, Abluftzone. (Fähigkeit, diese in einem Grundriss zu identifizieren).

Kenntnisse der wichtigsten Komponenten: Zulufteinlass, Zuluftkanalnetz, Überströmöffnungen, Abluftauslass, Abluftkanalnetz, Telefonie-Schalldämpfer, Frischluftfilter, Abluftfilter, Zentralgerät.
Kenntnis der typischen Dimensionierung [DIN 1946][PHPP] solcher Anlagen.
Kenntnis der Raumströmungsbedingungen: Mischlüftung.
Kenntnis des Coanda-Effektes.
Lösungsmöglichkeit und Grenzen dezentraler Systeme.
Typische Lösungen und deren Bewertung.
Fähigkeit, in einen Wohnungsgrundriss Zu- und Abluftverteilung einzuzeichnen.
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 (und Gründe dafür). Literatur: [AkkP 23].

Außenlufteinlässe: Was ist zu beachten? (Filter, Hygiene (Ansaugort!), Witterungsschutz, Tauwasser und Reif, Schallschutz).

Kenntnis geeigneter Kanalsysteme. Grundlagen der Kanal-Planung (kurze Leitungen, glattwandig, Formstücke, typische Querschnitte, Luftdichtheit).

Wann müssen Kanäle gedämmt werden und wie? (Grundsatz kalte Leitung im warmen Raum, bei Nachheizung oder Kühlung, Grundsatz Tauwasserschutz).

Kenntnis der Anforderungen an Passivhaus geeignete zentrale Lüftungsgeräte.
Bedeutung des spezifischen Stromverbrauches.
Grundsätze zur Aufstellung der Zentralgeräte.
Schallschutzgrundsätze.
Behandlung der Lüftungsanlage im PHPP.
Einfluss der Balanceeinstellung. Wie nimmt man eine Einstellung vor?

5 Grundsätze der Passivhaus-Heizung

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 Heizlasten.

Kenntnis typischer Wärmeübergabesysteme, die für Passivhäuser geeignet sind.

Wann braucht man Heizkörper unter den Fenstern?

Fähigkeit, in einen Passivhaus-Grundriss eine Heizwärmeverteilung vor zu skizzieren.

Worauf muss man bei Luft-Heizregistern achten? (Luft-Volumenstromabhängigkeit der verfügbaren Heizleistung).

Warum kann man nicht einfach den Frischluftvolumenstrom heraufsetzen?

Wie wird die Heizlast im PHPP behandelt [Bisanz 1999]?

Worauf muss bei der Auslegung der Wärmeverteilung und das zentralen Wärmeerzeugers geachtet werden? (Gesamt-Heizlast muss auch gedeckt werden können)

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.

6 Grundlagen sommerliche Behaglichkeit

Maßstäbe für die thermische Behaglichkeit [ISO 7730]

Einflüsse auf die sommerliche Behaglichkeit (qualitativ):

Luftaustausch – wie abschätzbar? Welche Möglichkeiten zur Erhöhung?

Solare Last: Bedeutung, Orientierungsabhängigkeit, Abhängigkeit von der Größe der transparenten Flächen, Verschattung, temporäre Verschattung, Wirksamkeit innenliegender und außenliegender Verschattungseinrichtungen.

Einfluss der inneren Wärmequellen. Wie kann man diese reduzieren?

Einfluss der Fassadenfarbe [Kah 2005].

Einfluss der Wärmedämmung [Kah 2005].

Einfluss der inneren Speichermasse [Feist 1999]. Sonderfall stark schwankender innerer Lasten [Kah 2006].

7 Elektroenergie

Besonderheiten der elektrischen Energieform

Warum ist Energieeffizienz bei elektrischer Energie besonders wichtig?

Typische elektrische Verbraucher der Passivhaus-Gebäudetechnik (Hilfsstrom)

Energieeffizienzkriterien an den Hilfsstromverbrauch

Typische elektrische Verbraucher beim Haushaltsstrom

Energieeffizienzverbesserung für Haushaltsstromverbraucher

Typische elektrische Verbraucher beim Büroanwendungen

Energieeffizienzverbesserungen bei Büroanwendungen und warum diese besonders wichtig sind

8 Grundlagen der Energiebilanzierung (PHPP)

Grundlagen der Energiebilanz: Bilanzraum, Bilanzhülle, Bilanzgleichung.

Wärmeverlustbeiträge: Transmission, Lüftung.

Wärmegewinnbeiträge: Innere Wärmequellen, Passiv solare Beiträge, Heizung.

Berechnung von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten. Abschätzung der Größenordnungen.

Berechnung des Fenster-U-Wertes nach PHPP. Berechnung der solaren Wärmegewinne, insbes. Verschattung.

Bedeutung der inneren Wärmequellen.

Berechnung der Heizlast nach PHPP: warum Zwei-Auslegungs-Tage-Methode? [Bisanz 1999]

Dimensionierung der Lüftung nach dem PHPP-Lüftungsblatt.

Wärmeabgabe von Warmwasserleitungen und Speichern.

PHPP-Kompaktgeräte-Blatt.

Wie geht man mit nicht zertifizierten Produkten um? (Kennwerte garantieren lassen)

9 Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Amortisationszeit, Kapitalwertmethode, Annuitätenmethode [Feist 2005][VDI 2067]

Anwendung der Annuitätenmethode in einfachen Fällen

Korrekte Bestimmung von Mehrinvestitionen.

Lebenszyklusanalyse.

Wirtschaftliches Dämmniveau [Feist 2005]

10 Ausschreibung, Vergabe

Was ist zu beachten? Gute Ausschreibungstexte.

11 Bauleitung und Qualitätssicherung

Welche Gewerke sind betroffen?

Notwendige Mittelungen im Handwerkergespräch vor Beginn der Ausführung.

Welche Ergebnisse müssen kontrolliert werden und wie?

- Luftdichtheit
- Wärmebrückenfreiheit gemäß Planung
- Fenstereinbau
- Wärmedämmung
- Luftkanäle: Dichtheit, Planmäßigkeit, Dämmung, Tauwasserschutz
- Lüftungsanlage: Planmäßigkeit, Volumenstromkontrolle
- Heizungsanlage: Probetrieb.

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 Jahreszeit) bzw. kühl (warme Jahreszeit) übergeben.

12 Nutzerinformation und Nutzerbetreuung

Welche Informationen benötigen 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. Bedingung.

Wie vermeidet man trockene Luft im Winter?

An wen wende ich mich, wenn ich Fragen habe?

13 Sanierung mit Passivhaus-Komponenten

Vorteile PH-Komponenten [AkkP 24]

Beispiele

Warnung Innendämmung [AkkP 32]

14 Literatur

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

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

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

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

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

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

[AkkP 23] Einfluss der Lüftungsstrategie auf die Schadstoffkonzentration und -ausbreitung im Raum, Protokollband Nr. 23 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III; Passivhaus Institut; Darmstadt 2003.

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

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

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

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

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

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

[DIN 1946] Lüftung

[EN 10077] Fenster-U-Wert

[Feist 1999] Feist, Wolfgang (Hrsg.): Passivhaus-Sommerfall; Protokollband Nr. 15 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut, 1. Auflage, Darmstadt 1999.

[Feist 2005] Feist, Wolfgang: Zur Wirtschaftlichkeit der Wärmedämmung bei Dächern; in Protokollband Nr. 29 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut, 1. Auflage, Darmstadt 2005.

[ISO 7730] DIN EN ISO 7730: Gemäßigtes Umgebungsklima; Beuth Verlag, Berlin 1987.

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

[Kah 2005] Kah, Oliver: Die Strahlungsbilanz an der Dachoberfläche und weitere Einflussgrößen der Dachkonstruktion auf das sommerliche und winterliche Verhalten; in Protokollband Nr. 29 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut, 1. Auflage, Darmstadt 2005.

[Kah 2006] Kah, Oliver: Schulen im Passivhaus-Standard: Planungsaspekte, in Protokollband Nr. 33 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut, 1. Auflage, Darmstadt 2006

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

[PHPP 2007] Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders, J.; Kah, O.: Passivhaus Projektierungs Paket 2007, Passivhaus Institut Darmstadt, 2007