

# Passivhauskomponenten bei der Modernisierung von Gebäuden

Beitrag von Dr. Wolfgang Feist auf dem Passivhaus-Praxisseminar am 12. November 2003 in Heidelberg

Ursprünglich entwickelt wurden hochenergieeffiziente Komponenten für Neubauten; dort soll die Passivhausgrenze (nämlich: Heizlast kleiner  $10 \text{ W/m}_2$ ) erreicht werden, und dies erfordert weitgehende Anstrengungen, die durch Vereinfachungen bei der Technik belohnt werden - wie z.B. bei der neuen Turnhalle in Heidelberg.

Bei Gebäuden im Bestand ist es mit vertretbarem ökonomischen Aufwand oft nicht möglich, den Passivhausstandard zu erreichen. Dies ist bei der Modernisierung aber auch in der Regel nicht notwendig: Die betroffenen Wohnungen und Geschäftsräume verfügen nämlich üblicherweise über eine funktionsfähige Wärmeverteilung. Die vorhandenen Heizflächen sind i.a. überdimensioniert. Dies hat zur Folge, dass sich die Verteilverluste verringern, und dass Brennwertgeräte und Wärmepumpen mit hohen Jahresnutzungsgraden zum Einsatz kommen können. Die Verbesserung der Gebäudehülle und effiziente Gebäudetechnik gehen bei einem solchen Ansatz synchron.

## 1 Bauliche Wärmeschutzmaßnahmen

Die Planungsgrundlagen für das Passivhaus, seine Komponenten und Details lassen sich grundsätzlich auch im Bestand anwenden. Die erreichbare Dämmqualität ist fast gleich gut wie beim Neubau; die einzigen Ausnahmen bilden die Sockel und evtl. thermisch nicht abtrennbare Bauteile. Die Mehrinvestitionen für bessere Dämmung lassen sich in Grenzen halten.

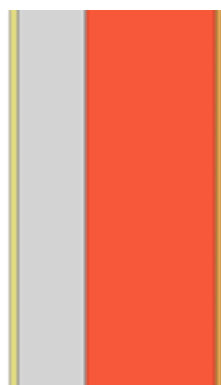


$$U = 0,41 \text{ W/(m}_2\text{K)}$$

konventionelle

Wärmedämmung: 60 mm

$$\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$$



$$U = 0,16 \text{ W/(m}_2\text{K)}$$

Passivhaus-

Wärmedämmung: 200 mm

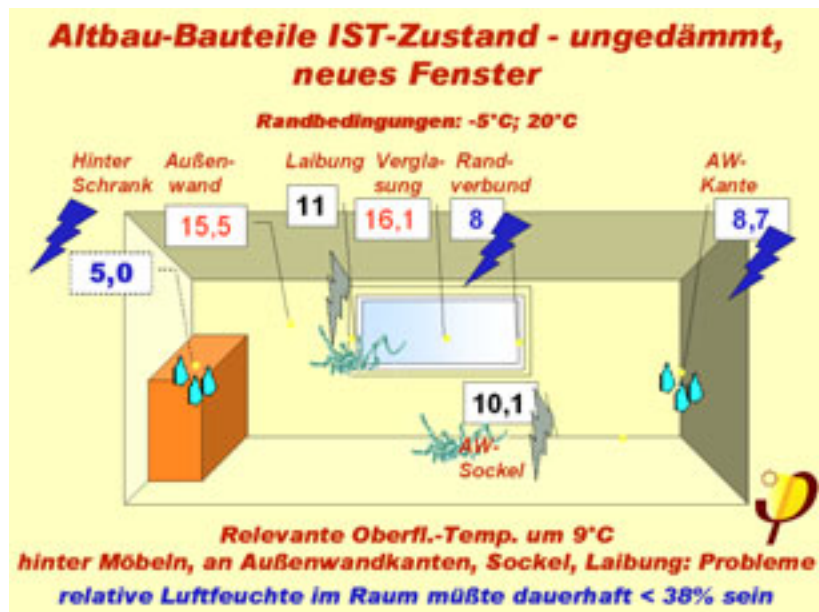
$$\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$$

**Abb. 1: Wandaufbauten einer konventionellen und einer Passivhaus Wärmedämmung im Vergleich (aus [AkkP 24]).**

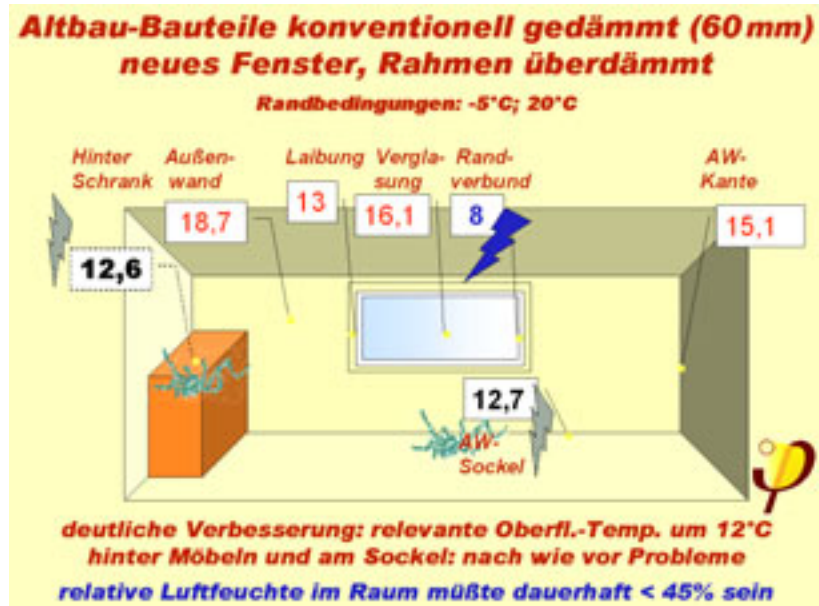
Abb. 2 (aus [AkkP 24])

Übersicht zu den inneren Oberflächentemperaturen in einem Raum im Erdgeschoss mit zwei Außenkanten (eine mit Schrank) bei Norm-Randbedingungen (-5/20°C)

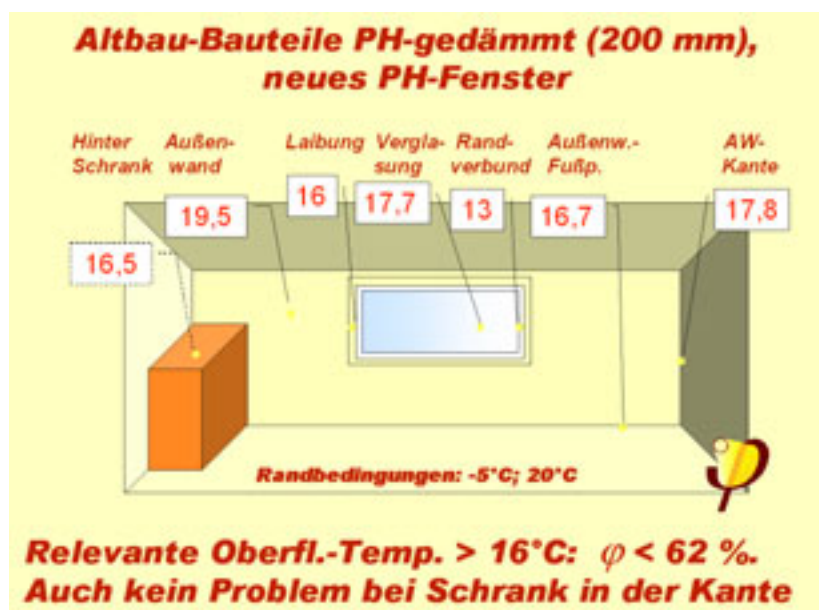
A ungedämmter Altbau



B konventionelle Dämmung bei der Modernisierung



C Nachträgliche Dämmung auf das Niveau Passivhaus geeigneter Komponenten (z.B. Außenwand von außen mit 200 mm Dämmdicke)



Durch die im Protokollband Nr. 24 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser vorgelegten Ergebnisse konnte systematisch gezeigt werden, dass die

Wärmebrückenproblematik mit steigendem Dämmniveau einer außen liegenden Dämmung abnimmt: Abb. 2 zeigt die Ergebnisse bei drei verschiedenen Dämmniveaus im Vergleich. Die Konsequenzen aus dieser Analyse lauten:

***Mit verbessertem, außenliegendem Wärmeschutz gibt es generell weniger Feuchteprobleme.***

## 2 Verbesserung der Luftdichtheit im Bestand

Im Gegensatz zu weit verbreiteten Vorurteilen ist es sinnvoll, allgemein bei Gebäudehüllen und insbesondere bei Modernisierungen im Bestand eine hohe Luftdichtheit anzustreben. In unkontrollierten Undichtheiten besteht sonst große Gefahr von Tauwasserausfall durch konvektiven Dampftransport von innen nach außen.

Die Planungsgrundsätze aus dem Neubau lassen sich ohne weiteres und erfolgreich auf die Modernisierung übertragen. In praktisch ausgeführten Modernisierungen erwies sich die erreichbare Luftdichtheit als überraschend gut. Im Gegensatz zur ursprünglichen Erwartung (auch der des Passivhaus Instituts) lassen sich auch beim Altbau passivhausübliche Dichtheitswerte mit  $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$  erreichen.

Besondere Beachtung erfordern Holzbalkendecken. Die Hohlräume in diesen Decken wirken als Luftverteiler; besonders undicht sind die obersten Geschossdecken (durch Dielenboden zum Dachraum offen), aber auch die Hohlräume in Zwischendecken stehen über die innen unverputzten Außenwandstreifen innerhalb des Deckenbereichs in Luftverbindung mit den Außenwänden. Hier muss nicht nur eine sorgfältig luftdichte Lage eingebaut werden, auch die Schichtenfolgen bzgl. der Dampfdiffusion müssen bauphysikalisch richtig liegen. Ein gutes Beispiel liefert die Mustermodernisierung Nürnberg Jean-Paul-Platz. [AkkP 24].

Ganz entscheidend ist in diesem Zusammenhang: "Wer Luftdichtheit fordert, muss auch für eine ausreichende Lüftung sorgen."

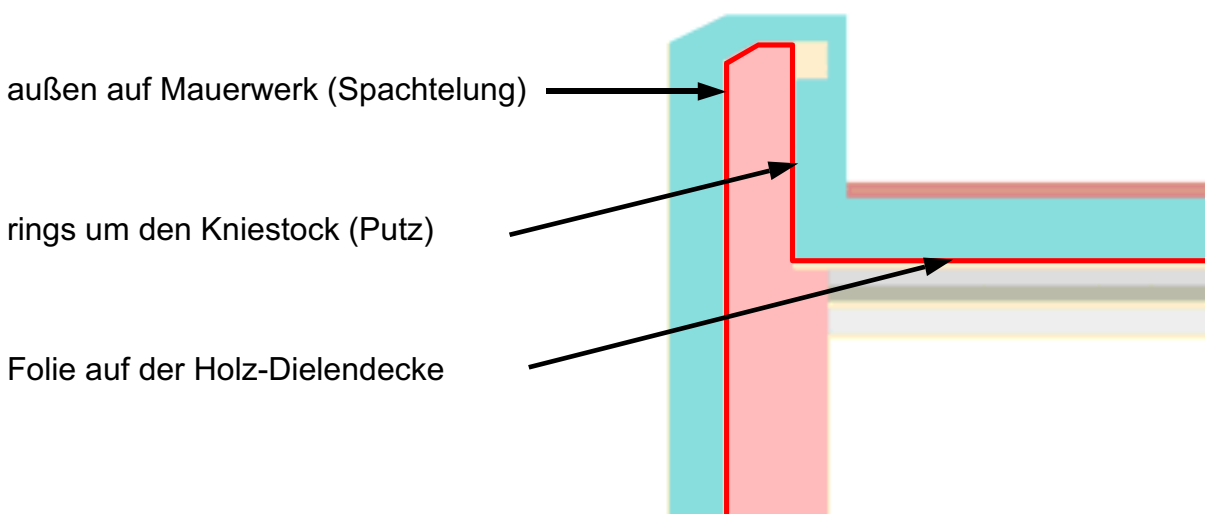


Abb. 3: Anschluss der Luftdichtheitsebene auf der Dachgeschossdecke an den Kniestock; zu beachten: Auf diese Folie wird die neue Wärmedämmung aufgebracht, die Folie liegt daher als Dampfsperre richtig auf der warmen Seite (aus [AkkP 24])

### 3 Warmfenster

Nach einer sorgfältigen wärmetechnischen Modernisierung bleiben die Fenster oft die bedeutendsten Schwachpunkte, hier liegen die Flächen mit den niedrigsten noch anzutreffenden Innenoberflächentemperaturen vor. Thermographische Aufnahmen zeigen das sehr deutlich. Es zeigt sich, dass am Fenstereinbaurand mit den aus dem Passivhausbau bekannten Regeln für einen wärmebrückenfreien Einbau Temperaturen über  $15^{\circ}\text{C}$  und an der Glaskante einer Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung mit thermisch getrenntem Randverbund in einem Passivhaus geeigneten Fenster über  $13^{\circ}\text{C}$  bei kritischen Randbedingungen eingehalten werden können (außen  $-5^{\circ}\text{C}$ / innen  $20^{\circ}\text{C}$ ). Die vorgefundenen Werte erlauben keinen bedeutenden Spielraum in Richtung zu schlechteren Qualitäten.

Die Verwendung von Passivhausfenstern bei der Modernisierung hat sich in den Demonstrationsprojekten gut bewährt. Die sehr guten thermischen Eigenschaften und die niedrigen Wärmeverluste zeigen in der Praxis ihre volle Wirksamkeit. Die Fenster konnten nach den vorliegenden Dokumentationen und der Überprüfung durch die wissenschaftliche Begleitung wärmebrückenfrei und luftdicht eingebaut werden.

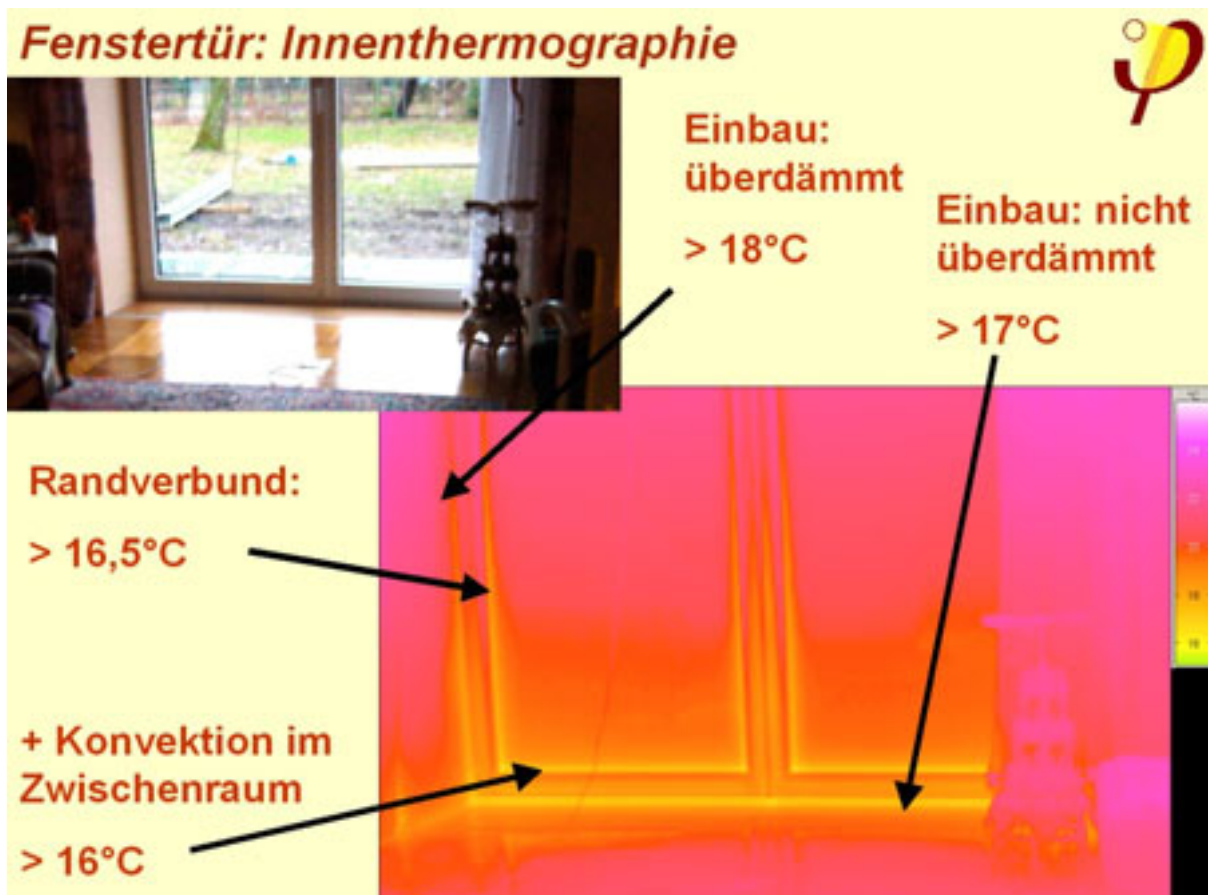


Abb. 4: Innenthermographie bei einer Fenstertür aus dem Pilotprojekt in Nürnberg (aus [AkkP 24]).

## 4 Wohnungslüftung

Die Sicherstellung einer ausreichenden Lüfterneuerung ist gerade im Altbau eine zentrale Aufgabe. Die nach üblicher Auffassung eingeführte "2 mal tägliche Stoßlüftung" reicht für eine ausreichende Abfuhr von Raumluftbelastungen nicht aus [AkkP 23]. Die in modernen Haushalten üblicherweise in der Wohnung freigesetzte Feuchtigkeit kann durch eine solche spärliche Lüfterneuerung nicht ausreichend verdünnt werden. Für hygienisch ausreichende Verhältnisse muss mindestens viermal täglich ein vollständiger Luftaustausch in der gesamten Wohnung erfolgen.

Gerichte haben demgegenüber wiederholt festgestellt, dass über ein "2 mal tägliches Stoßlüften" hinaus weitergehende Ansprüche an das Verhalten der Nutzer von Rechts wegen nicht gefordert werden können. Tatsächlich dürfte es für eine berufstätige Familie nicht einfach sein, die aus hygienischen Gründen erforderliche Lüfterneuerung durch adäquates Verhalten sicherzustellen.

Aus dieser Situation ergibt sich klar, dass bei weitergehender Luftdichtheit der Gebäudehüllen - und das wird inzwischen gesetzlich gefordert - eine Sicherstellung der notwendigen Wohnungslüftung ein unverzichtbarer Bestandteil einer verantwortlichen Modernisierung ist. Dies ist für den modernisierten Altbau noch dringlicher als bei Neubauten.

Folgende Anforderungen sind an die Wohnungslüftung zu stellen:

1. Die Lüfterneuerung muss dauerhaft gewährleistet sein. Nur kurzzeitig laufende Systeme können die verzögert freigesetzte Feuchtigkeit aus Handtüchern und von feuchten Oberflächen nicht gesichert entfernen.
2. Die wichtigste Aufgabe ist die Entfeuchtung. In allen Feuchträumen ist ein Abluftauslass vorzusehen. Auch kleine dauerhaft abgezogene Luftmengen bringen Verbesserungen (z.B. 15 m<sup>3</sup>/h). Entscheidend ist, dass durch die Absaugung die übrige Wohnung wegen der gerichteten Durchströmung weniger mit feuchter Luft belastet wird.
3. Die Luftmengen sollten insgesamt auch nicht zu hoch werden, da sonst Nutzer über "zu trockene Luft" klagen können. Die Nutzer sollten die Luftmengen in solchen Fällen in eine verringerte Stufe stellen können (Minimum 0,3 h<sup>-1</sup>).

Dass die eingesetzten Systeme leise, die Lüftung frei von Zugerscheinungen und von Belästigungen durch kalte Luft sowie hygienisch einwandfrei sein müssen, sollte sich von selbst verstehen. Nähere Angaben findet man im Beitrag von Rainer Pflüger in [AkkP 24].

## 5 Heizwärmebilanzen von Modernisierungsvarianten

Besonders auffällig bei der Heizwärmebilanz von Altbauten sind die hohen Wärmeverluste durch Außenwände und Dachgeschossdecken. Es ist daher aus bauphysikalischer und

aus energieökonomischer Sicht besonders wichtig, dort den Wärmeschutz zu verbessern. Die häufig geäußerte Auffassung, man solle die Außenwände von der wärmetechnischen Modernisierung ausnehmen, ist unqualifiziert und geradezu gefährlich für die Substanz.

Bei einer konventionellen Modernisierung dominieren nach wie vor die Wärmeverluste der nur mäßig wärmegeämmten Außenwände. Wichtigster Grund für eine weitere Verbesserung der Dämmung ist die Verringerung der Temperaturabsenkungen an Wärmebrücken. Der Heizwärmebedarf in einem so modernisierten Gebäude würde bei 91 kWh/(m\_a) liegen (9-Liter-Haus) und damit um 55% unter dem Verbrauch im alten Zustand. Die Lüftungswärmeverluste wurden dabei rechnerisch konstant gehalten, obwohl natürlich nicht klar ist, auf welche Art und Weise die Lüftung in diesem Fall sichergestellt werden soll.

Für die Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten wurden genau die Maßnahmen zugrundegelegt, die beim Demonstrationsvorhaben in Nürnberg, Jean-Paul-Platz 4 eingesetzt worden sind (Abb. 5). Die Wärmeverluste werden durch diese Maßnahmen um einen Faktor 5 auf nun nur noch 41 kWh/(m\_a) reduziert. Die inneren Wärmequellen bleiben auf gleicher Höhe erhalten; die solaren Wärmegewinne nehmen geringfügig ab, weil der Energiedurchlassgrad der neuen Verglasungen geringer ist - dies wird durch die größere Fensterfläche nicht vollständig kompensiert. Die Bilanz aus Verlusten und Gewinnen verbessert sich in dieser Variante ganz erheblich: der Heizwärmebedarf beträgt rechnerisch nur noch 26 kWh/(m\_a) oder 13 % des alten Wertes. Das Gebäude erfährt somit eine Verbesserung um ungefähr einen Faktor 8. Derart weitgehende Verbesserungen werden selbst in der Baufachwelt häufig für nicht realistisch gehalten. Die in Protokollband Nr. 24 dokumentierten Messergebnisse aus zwei Demonstrationsprojekten zeigen aber, dass die rechnerisch bestimmten Werte mit den tatsächlichen Ergebnissen ziemlich gut übereinstimmen.

Eines der dokumentierten Projekte ist die "3-Liter-Haus" Modernisierung der LUWOG in Ludwigshafen. Das von der Universität Kaiserslautern durchgeführte Messprogramm zeigt nicht nur einen gegenüber der Berechnung sogar noch weiter reduzierten Verbrauch, sondern auch die hohe bauliche Qualität, die durch den verbesserten Wärmeschutz erreicht wird [AkkP 24].

In einer nicht vernachlässigbaren Zahl von Altbauten wird die hier durchgeführte Wärmedämmung der Außenwände von der Außenseite nicht möglich sein, weil es sich z.B. um Sichtfassaden handelt. Auch in diesem Fall ist es besser, die Wände wenigstens mit einer Innendämmung zu verbessern, als überhaupt nicht zu dämmen.

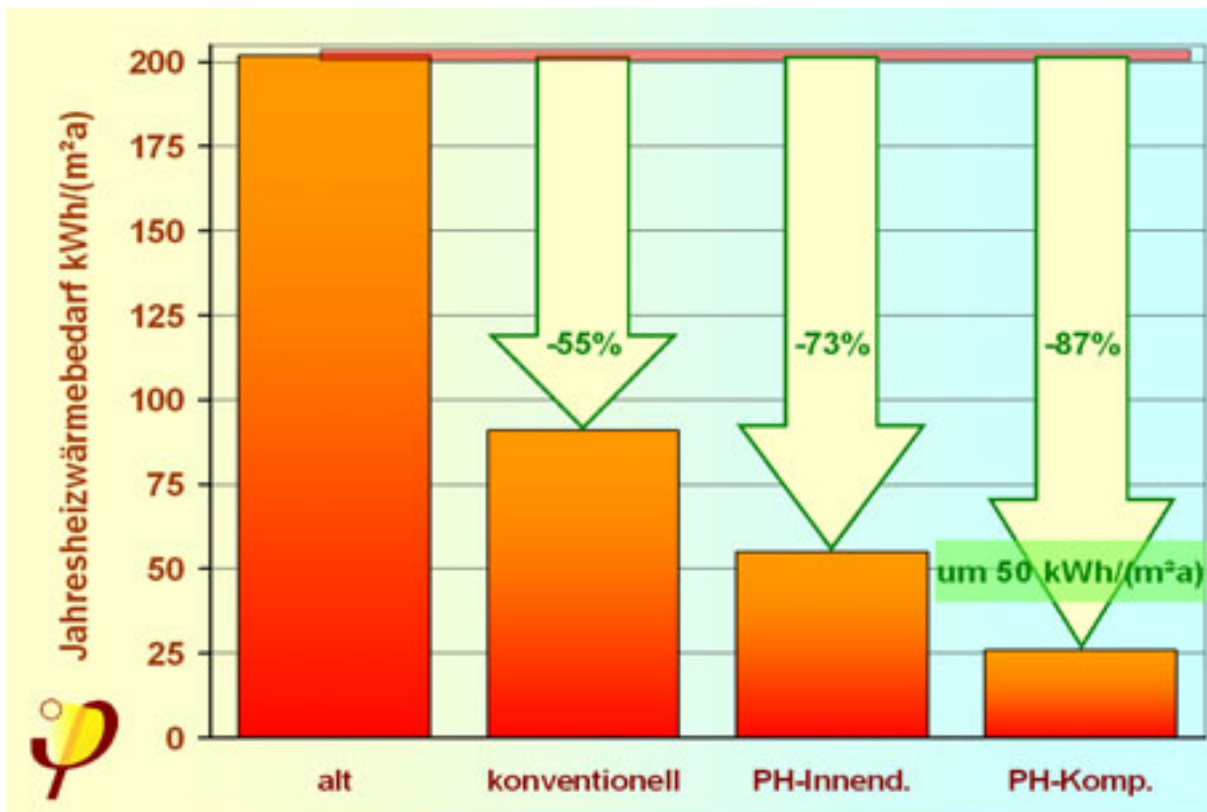


Abb. 5 Vergleich der Heizwärmekennwerte der diskutierten Varianten; bei konsequentem Einsatz von Passivhauskomponenten reduziert sich der Heizwärmebedarf um 87%, wenn dagegen nur eine Innendämmung der Außenwände möglich ist, sind immer noch 73% Einsparung möglich.

## 6 Vorschläge zur Förderung der Umsetzung

Die dargestellten Maßnahmen sind geeignet, den Energieverbrauch für die Heizung bei bestehenden Gebäuden durchschnittlich um mehr als 75% zu senken. Gleichzeitig wird der Komfort verbessert und es werden Bauschäden qualifiziert vermieden. Durch die Umsetzung der Maßnahmen lässt sich ein zusätzliches Investitionsvolumen von bis zu 8 Mrd. €/a über einen Zeitraum von gut 20 Jahren erschließen. Die zugehörige Wertschöpfung ist dabei von der Bauwirtschaft, vor allem vom Bauhandwerk zu erbringen. Dass dies mit einem stabilen Beschäftigungseffekt einhergeht, ist offensichtlich.

Die Initiative "Jetzt!" hat gemeinsam mit dem Passivhaus Institut einen Entwurf für ein Fördermodell vorgelegt, das den Einsatz einer energieeffizienten Modernisierung optimal voranbringen kann:

- Die Förderung erfolgt unbürokratisch durch einen einfachen Abzug von der (Einkommens-) Steuerschuld (keine Abschreibung, sondern ein Abzug, der auch denjenigen zugute kommt, die wenig Steuern zahlen).
- Die Förderung orientiert sich in ihrer Höhe an den erzielten Klimaschutzbeiträgen. Damit werden unterschiedliche Maßnahmen vergleichbar und es besteht ein Anreiz, qualitativ höherwertige Maßnahmen auszuführen.

Das Modell bestimmt die Höhe der Förderung aus der durch die Maßnahmen erreichten Primärenergieeinsparung. Diese wird unter Bezug auf einen Referenzfall bestimmt - es

soll nicht derjenige am meisten gefördert werden, der bisher nichts getan hat und deshalb von einem sehr schlechten Ausgangszustand ausgeht.

## 7 Schlussfolgerungen

Passivhaus-Komponenten eignen sich nach den Fallbeispielen auch für die Modernisierung im Gebäudebestand. Ihr Einsatz dort ist bautechnisch praktikabel und ökonomisch sinnvoll.

Diese Maßnahmen

- bieten dort eine höhere Sicherheit gegenüber feuchtebedingten Bauschäden,
- verbessern die thermische Behaglichkeit durch höhere Oberflächentemperaturen
- und verdoppeln das erschließbare Energiesparpotential.

Die Attraktivität einer hochwertigen Modernisierung steigt beim Einsatz hocheffizienter Komponenten, da sich die Lebensqualität für die Bewohner spürbar erhöht.

Andererseits sind Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand ein entscheidender Motor für die Konjunktur. Damit stellen die hier behandelten Maßnahmen eines der entscheidenden Felder dar, in denen die Wirtschaft bei gleichzeitiger Entlastung der Umwelt wachsen kann.

Mit den dargestellten Maßnahmen sind erhebliche CO<sub>2</sub> - Reduktionen erschließbar. Die Effizienzverbesserung erfolgt in einem Sektor, bei dem ein reduzierter Verbrauch zugleich einen vermehrten sinnvollen Einsatz von erneuerbaren Energieträgern ermöglicht.

Weitere Demonstrationsvorhaben für weitgehend energieeffizient modernisierte Gebäude sind in Vorbereitung. Da durch wärmebrückenfreies Konstruieren und gesicherte Wohnungslüftung die Fehler der Vergangenheit vermieden werden, wird eine breitere Umsetzung nur eine Frage der Motivation sein.

Schlussbemerkung und Danksagung: Dieser Beitrag geht aus der Zusammenfassung des Protokollbandes 24 der III. Phase des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser hervor. Der Arbeitskreis wird getragen vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, von der E.ON Energie / München und von der LUWOGÉ GmbH / Ludwigshafen.

## Literatur

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

[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.



Kurzinformationen finden sich unter [www.passiv.de](http://www.passiv.de).