



*Dr. Wolfgang Feist  
Passivhaus Institut  
D-64283 Darmstadt, Hessen*

## **Energieeffizienz setzt sich durch – Europaweit**



# Energieeffizienz setzt sich durch – Europaweit

## Energieverbrauch im Vergleich

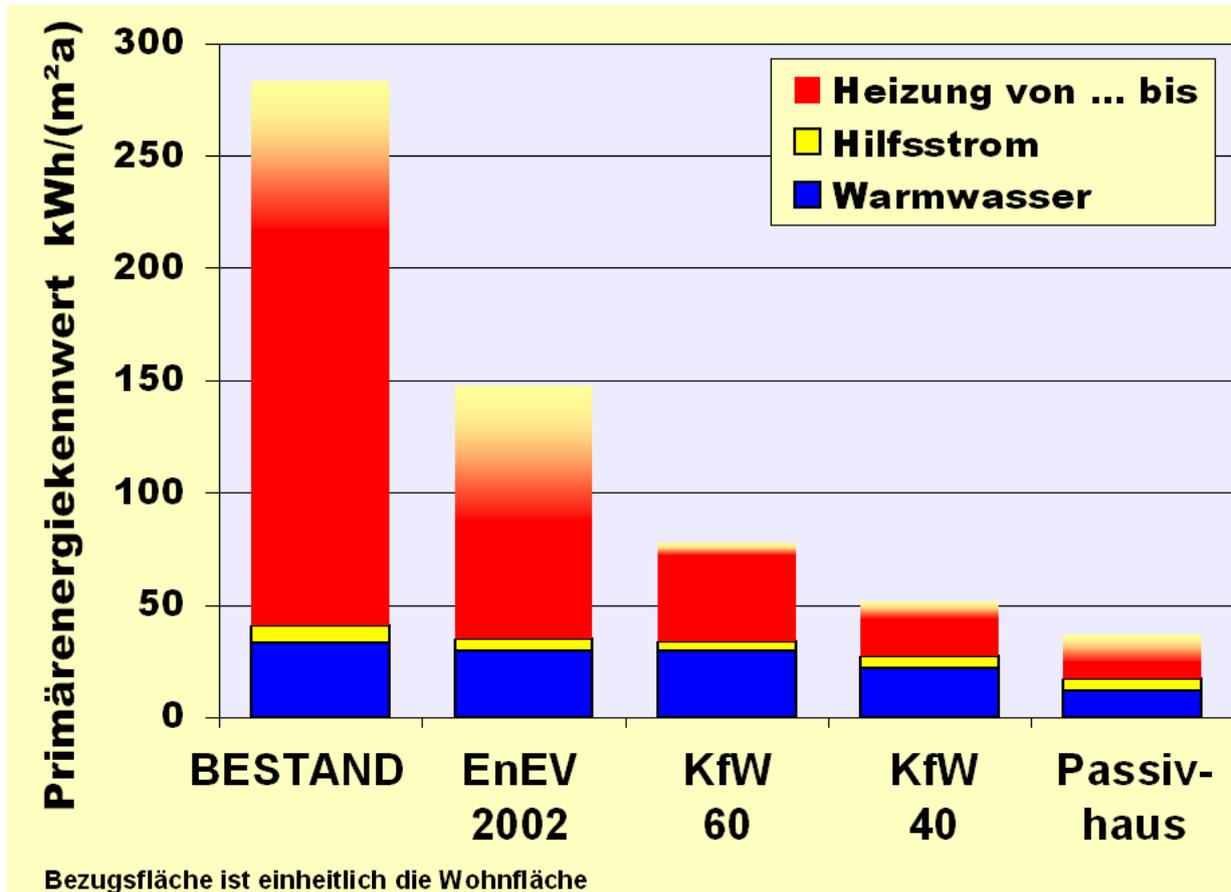


Abbildung 1: Vergleich des Primärenergieverbrauchs von Wohngebäuden verschiedener Standards

In Abbildung 1 ist der Primärenergieverbrauch unterschiedlicher Gebäudestandards dargestellt – dies spiegelt auch eine historische Entwicklung wider. In Deutschland wurde durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) immerhin eine durchaus nennenswerte Heizeneinsparung zum allgemeinverbindlichen Baustandard gemacht. Bezieht man alle Primärenergieverbrauchswerte ein, so zeigt sich aber, dass der gesamte Verbrauch durch diese Verordnung nach nicht einmal auf die Hälfte begrenzt wird.

Ganz am rechten Ende der Grafik ist der gemessene Primärenergieverbrauch von Passivhäusern dargestellt – das Passivhaus entspricht in der Schweiz etwa dem MINERGIE-P-Standard.

Gegenüber herkömmlichen Neubau wird mit dem Passivhaus eine Primärenergieeinsparung von ungefähr einem Faktor 4 erreicht. Das ist ausreichend, um eine nachhaltige Energieversorgung sicher zu stellen – wie es Mark Zimmermann auf der 9. Passivhaustagung in Ludwigshafen 2005 dargelegt hat. Es ist aber andererseits auch notwendig, um ein Ziel wie die 2000-Watt-Gesellschaft überhaupt erreichen zu können.

Zum Glück ging es mit dem Passivhaus in den vergangenen Jahren europaweit bergauf. Davon handelt dieser Beitrag.

## Wie wird ein Haus zum Passivhaus?

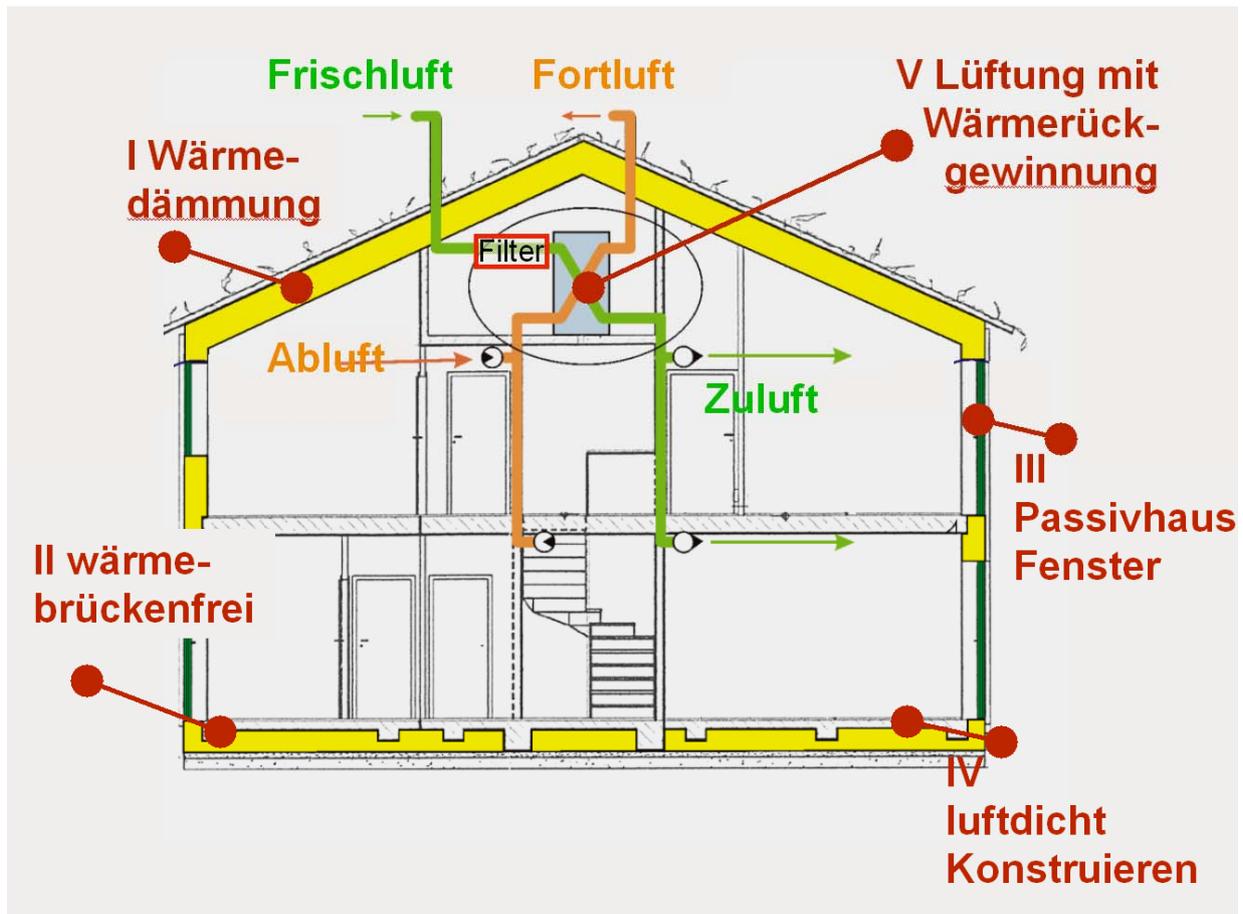


Abbildung 2: Die Essentials für den Bau von Passivhäusern

Durch Wärmedämmung, Wärmebrückenvermeidung, Passivhausfenster und eine luftdichte Hülle wird die Wärme im Haus gehalten (Abbildung 2). Wärme, die nicht verloren geht, braucht auch nicht von der Heizung nachgeliefert zu werden. Nach der Physik gilt sogar (Energiesatz): Überhaupt nur die Wärme muss eine Heizung nachliefern, die verloren geht.

Gewinnt man nun auch noch die meiste Wärme, die beim Lüften normalerweise verloren geht, durch einen Wärmetauscher zurück, so stehen wir vor einem Haus, das nur noch sehr, sehr wenig Wärme verliert. So wenig, dass die Solareinstrahlung durch die Fenster und die Wärme von Personen und Geräten nahezu ausreichen, die Räume komfortabel zu halten. Heizwärme wird dann kaum noch gebraucht - nur noch so viel, wie kostengünstig und problemlos immer zur Verfügung stehen wird. Das Ziel ist also nicht ein (teures) Nullheizenergiehaus. Es reicht, wenn der Verbrauch sehr gering wird. So gering, dass die Heiztechnik stark vereinfacht wird.

Das interessante am Passivhaus ist gerade, dass es keine exotischen Bauteile und teuren Komponenten braucht: Allein durch eine Verbesserung der Bauteile, die jedes Gebäude ohnehin benötigt, lässt sich die hohe Energieeinsparung erreichen. Damit wird ein sehr energieeffizienter Standard für jedermann verfügbar und für jedermann erschwinglich.

Das Passivhaus ist kein utopisches Wunschdenken, es ist auch nicht nur eine theoretische Möglichkeit. Vielmehr sind inzwischen allein in Deutschland einige Tausend Passivhäuser gebaut und bezogen worden. Abbildung 3 zeigt zwei Beispiele für Einfamilien-Passivhäuser. Dass es sich um ein Passivhaus handelt, kann man in der Regel von außen nicht erkennen.



Abbildung 3: Beispiele für Passivhaus-Einfamilienhäuser: Links nach Th. Claußen, rechts Architekt Trykowski

Auch Geschosswohnungsbauten werden zunehmend als Passivhäuser gebaut. Hier gibt es noch größere architektonische Freiheiten, weil große Gebäude ein günstigeres Oberflächen/Volumen-Verhältnis aufweisen und daher leichter als Passivhaus gebaut werden können. Viele Passivhäuser haben inzwischen Architekturpreise erhalten.



Abbildung 4: Beispiele für ein Mehrfamilien-Passivhaus (links, Architekt Reinig ) und ein Passivhaus-Bürogebäude (rechts, Architekt Oehler)

## Zur Ökonomie des energieeffizienten Bauens

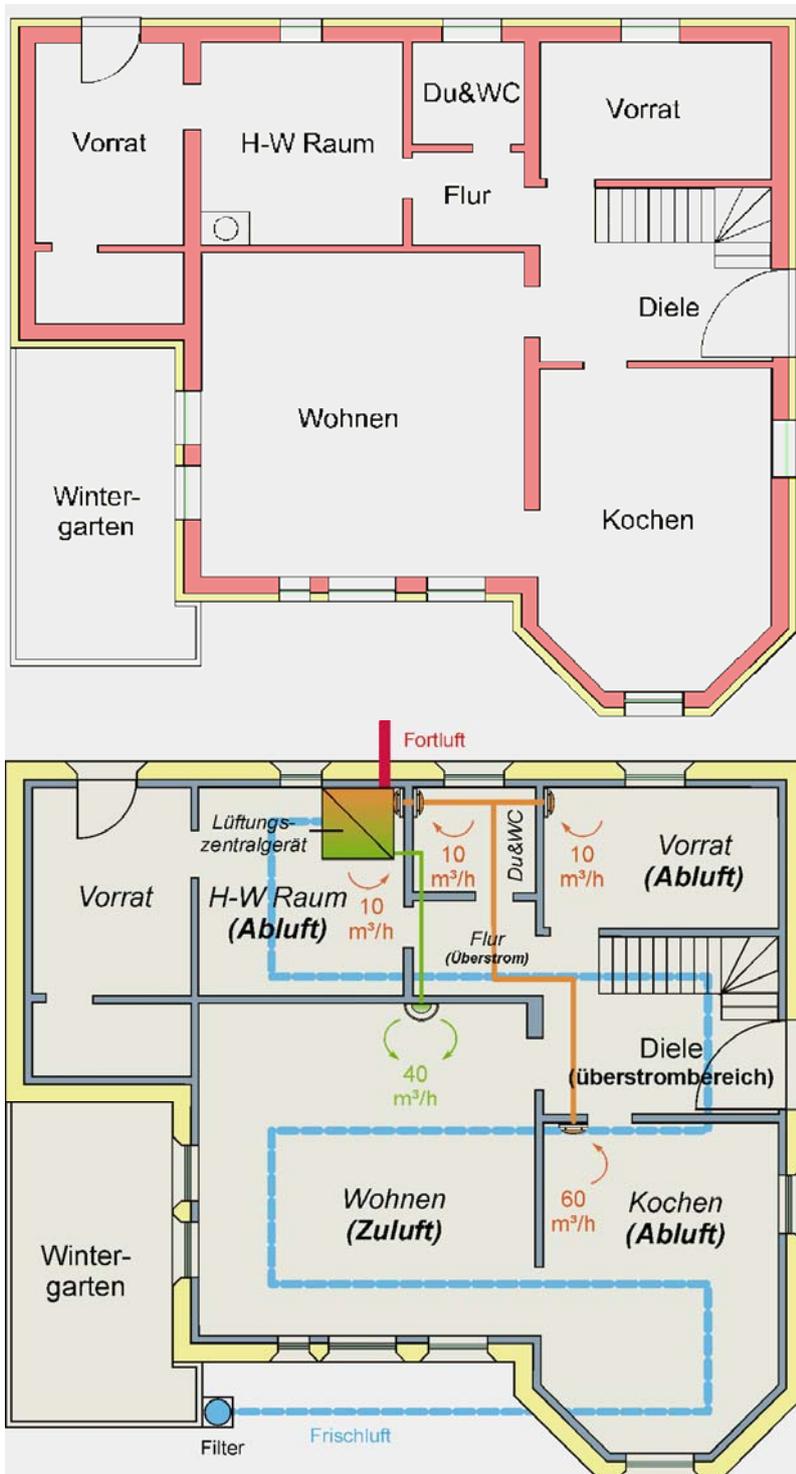


Abbildung 5 Zweimal das gleiche Einfamilienhaus: Oben, wie es vor 19 Jahren im hessischen Schrecksbach gebaut wurde: Es war das erste massiv gebaute Niedrigenergiehaus in Deutschland, damals ein sehr fortschrittlicher Standard (Büro Such/Alsfeld). Heute würde man das Haus von Anfang an als Passivhaus bauen (Grundriss unten) und dabei Flächen, Kosten und beträchtlich Energie sparen.

In Abbildung 5 ist ein kleines Einfamilienhaus gezeigt, das der Ingenieur Manfred Such 1987 als eines der ersten Niedrigenergiehäuser (entsprechend dem Schweizer MINERGIE-Standard) gebaut hat. Würde man dieses Haus heute errichten, so von Anfang an als Passivhaus. Das zeigt der untere Grundriss in der Abbildung.

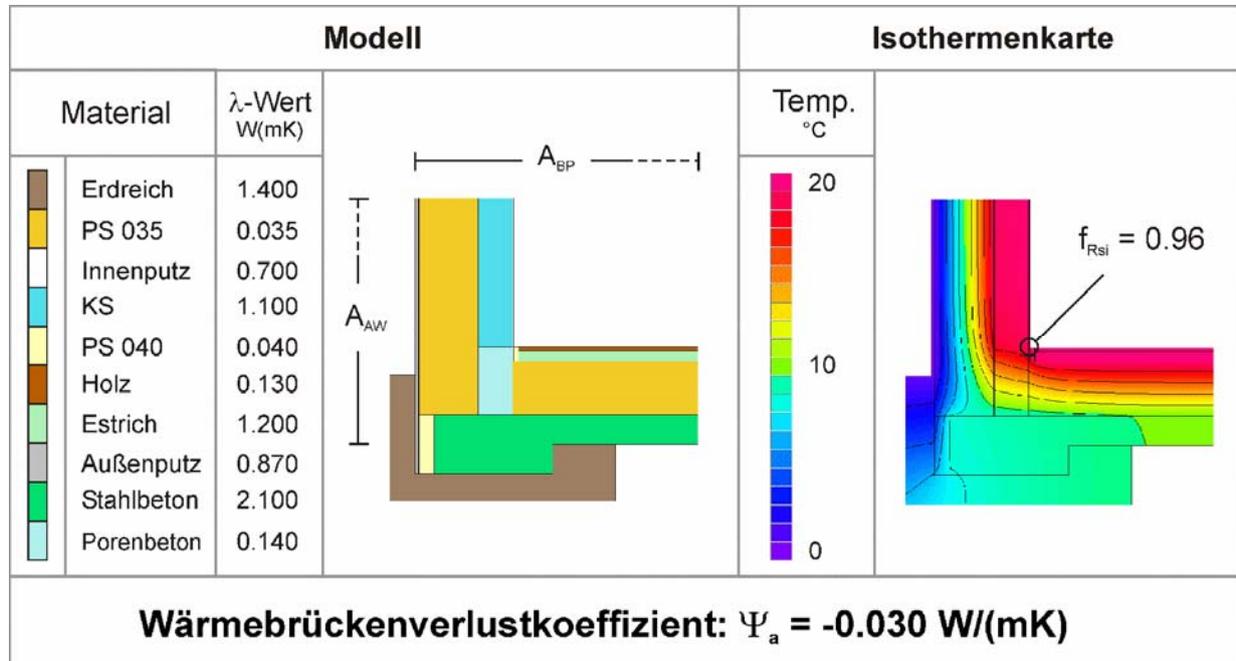


Abbildung 6: Wichtig für energieeffizientes Bauen ist die Wärmedämmung. Damit Wärmedämmung auch so wirkt, wie erwartet, ist die Vermeidung von Wärmebrücken Pflicht. Die Grafik zeigt ein wärmebrückenfreies Fußpunktdetail

Vor allem braucht das Gebäude eine noch bessere Wärmedämmung. Die Außenwanddämmung muss auf 300 mm erhöht werden; dabei wird das Mauerwerk auf 115 mm Kalksandstein reduziert; damit wird die Außenwand insgesamt nur geringfügig (um 25 mm) dicker als sie es vorher war. Im Dach wird die Untersparren-Dämmung und die oberste Geschossdecke von 100 auf 225 mm erhöht; Zwischen den Sparren bleiben nach wie vor 140 mm, Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK). Die Bodenplatte erhält statt insg. 150 mm nun 250 mm PS-Platten auf der Betonplatte mit Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK).

Eine weitgehend wärmebrückenfreie Konstruktion lag auch dem bestehenden Haus bereits zu Grunde; bis auf die Erhöhung der Dämmstärken und einen Fenstereinbau außen vor das Mauerwerk sind keine Veränderungen erforderlich (Abbildung 6). Anstelle der im Originalbau verwendeten Holzbalkendecke zum OG wird für die Passivhaus-Variante von einer Betondecke ausgegangen; diese hat eine wesentlich geringere Aufbauhöhe; damit wird es möglich, bei gleicher äußerer Höhe des Hauses trotz des etwas dicker gedämmten Daches Raumhöhe im Obergeschoss zu gewinnen. Auch die Wohnfläche kann dadurch etwas vergrößert werden; allerdings sehen wir von der Übernahme der (geringfügig um ca. 1 m<sup>2</sup>) vergrößerten Wohnfläche in die Berechnung ab, um den Vergleich nicht durch eine Änderung der Bezugsflächen zu verkomplizieren.

Alle Außenwände werden auf der Innenseite durchgängig verputzt, die Dachaufbauten erhalten Luftdichtheitsfolien, die im Bereich des Kniestockes eingeputzt werden. Nach vorliegenden Erfahrungen ist mit diesem Ansatz eine Luftdichtheit entsprechend  $n_{50}=0,4$  h<sup>-1</sup> erreichbar. Mehrkosten sind damit nicht verbunden (eher Minderkosten, denn die höhere Luftdichtheit schützt vor Bauschäden - deren Reparatur viel teurer ist als die einmalige Investition in eine

hochwertig luftdichte Außenhülle; die außerdem verbesserte Wohngesundheit wird finanziell nicht bewertet).

Für die Fenster werden anstelle der ursprünglichen 2-Scheiben-Verglasungen 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen in einem Passivhaus geeigneten Rahmen verwendet. Dadurch reduziert sich der Fenster-U-Wert auf im Mittel 0,75 W/(m<sup>2</sup>K) inkl. der Einbauwärmebrücke. Der mittlere g-Wert der Verglasungen beträgt 0,54.

Es wird eine moderne Passivhaus geeignete Lüftungs-Anlage mit effektivem Wärmebereitstellungsgrad von 92% eingesetzt.

Mit den gerade beschriebenen Detailverbesserungen wird der Passivhausstandard bereits erreicht. Man könnte z.B. die bestehende Heizung (Heizkessel im Vorratsraum) beibehalten. Allerdings geht es nun auch wesentlich kostengünstiger: Die Lüftung kann mit einem Kompaktsystem kombiniert werden (bereits im H-W-Raum eingezeichnet). Dadurch entfällt der Öltank, der Kamin und der Heizkessel. Auch die Wärmeverteilungen können entfallen und die Heizkörper - das Kompaktgerät liefert die Wärme direkt in die Zuluft; nur im Bad im OG gibt es noch einen Heizkörper, um dort schnell Badezimmertemperaturen erreichen zu können.

### Was kostet das?

Die bessere Wärmedämmung erfordert mehr Dämmstoff und seine Anbringung, die besseren Fenster eine beschichtete Scheibe mehr und einen gedämmten Fensterrahmen, die Wärmerückgewinnung ein Luftkanalnetz:

Mehrinvestition Wärmedämmung Wand, Dach, Bodenplatte	4.800 €
Mehrinvestition Passivhausfenster	5.400 €
Mehrinvestition Lüftung mit Wärmerückgewinnung	5.200 €
Minderinvestition kleinerer Öltank, Kessel; Heizkörper und Verteilungen entfallen, stattdessen Nachheizregister:	-1.400 €
(den zusätzlichen nutzbaren Raum rechnen wir nicht)	

Summe aller zusätzlichen Investitionskosten 14.000 €

Um auf der sicheren Seite zu bleiben, werden für die weitere Rechnung 15.000 € zusätzliche Investitionen angenommen. Dafür ist der Passivhaus-Standard bei einem Einfamilienhaus auf jeden Fall zu schaffen. Das sind etwa 8% der durchschnittlichen gesamten Baukosten für ein solches Haus in Deutschland.

Nehmen wir an, das Eigenkapital ist erschöpft und die Mehrinvestition muss durch einen höheren Hypothekenkredit finanziert werden. Bei 4,7% Zins und 1,6% Tilgung bedeutet dies eine Kapitaldienst-Mehrbelastung von jährlich 945 €.

Wenn ein Passivhaus gebaut wird, kann der Bauherr allerdings den zinsvergünstigten Kredit der KfW "Ökologisch Bauen" für das ESH 40/Passivhaus mit 100% Auszahlung und nur 2,10% Zinsen wahrnehmen (Stand Ende April 2006). Es gibt 50.000 € je Wohnung - in diesem Fall für ein Einfamilienhaus. Die Minderbelastung durch die geringeren Zinsen beträgt in den ersten Jahren jährlich rund 880 €! Damit wird die jährliche Kostenbelastung durch die "Mehrinvestitionen" im hier behandelten Beispiel bereits fast vollständig ausgeglichen.

Es kommt nämlich noch besser: Statt ungefähr 13.300 kWh Heizöl oder Erdgas werden im Passivhaus nur noch ca. 2290 kWh Brennstoff für Heizung und 350 kWh Strom für die Lüftung gebraucht. Das spart noch einmal Jahr für Jahr 715 € ein - bei den heutigen Brennstoffkosten,

während der Strom der Lüftungsanlage ca. 65 €/a kostet. Damit kann man die Rechnung gemäß der folgenden Tabelle aufmachen:

### Investition und Einsparung für ein Passivhaus (149 m<sup>2</sup>)

- Vergleich für die ersten Jahre -  
Zusatzinvestition \*) im Vergleich zu einem Standardhaus 15 000 €

	€/Jahr
zusätzlicher Kapitaldienst im ersten Jahr (Bank)	+945
Entlastung durch Zinsförderung (1. Jahr) (KfW ESH40/Passivhaus)	-880
Bei einer Heizenergieeinsparung von 11000 kWh/a: Heizenergiekosteneinsparung bei 65 Ct/Liter H-Öl	-715
zusätzliche Stromkosten Lüftung bei 18 Ct/kWh	+65
Ergebnis: Verringerung der Belastung in den ersten Jahren	585

\*) Beispiel. Erfahrungsgemäß kann die Investition auch geringer sein.

### Lohnt sich das?

Mit dem Bau eines Passivhauses reduzieren sich die Kostenbelastungen gegenüber einem "Normalhaus" nennenswert. Sogar dann, wenn sich die Energiekosten nicht noch weiter erhöhen. Der Passivhaus-Standard ist somit wirtschaftlich attraktiv - auch wenn die Renditen nicht so gewaltig hoch sind, wie manchmal versprochen wird. Aber der Bauherr eines Passivhauses gewinnt noch ein paar Dinge mehr.

### Der volkswirtschaftliche Aspekt

Nahezu überall besteht Einigkeit darüber, dass Wirtschaftswachstum positive Auswirkungen auf das Wohlergehen der Menschen hat – zumindest, wenn das Wachstum tatsächlich dem Wohlstand der Menschen dient und nicht etwa der Rüstungsproduktion oder der Reparatur von Schäden.

Andererseits ist vielen heute klar, dass ein rücksichtsloser Ressourcenverbrauch und eine ausgeprägte Umweltzerstörung sich letztendlich wieder negativ auch auf das wirtschaftliche Wachstum auswirken werden.

Lange galten die Zielsetzungen „Wirtschaftswachstum“ und „nachhaltige Entwicklung“ als einander widerstrebend. Diese zunächst naheliegende Einschätzung ist aber nicht zutreffend. Gerade am Beispiel der Entwicklung zum Passivhaus lässt sich dies sehr gut illustrieren.

### Schritt 1: Das Passivhaus ist ein nachhaltiges Konzept

Dass das Passivhauskonzept und die Sanierung mit Passivhaus-Komponenten in hohem Mass zur Ressourcenschonung und zur Umweltentlastung beitragen, braucht hier nicht bewiesen zu werden. Auf der 9. Passivhaustagung hat Mark Zimmermann belegt, dass das Passivhaus mit der Anforderung „Primärenergiebedarf für alle Haushaltsanwendungen kleiner als 100 kWh/(m<sup>2</sup>a)“ ein insgesamt nachhaltiges Konzept darstellt – d.h. es erlaubt eine dauerhafte Versorgung mit Energiedienstleistungen ohne irreversible Schäden.

## Schritt 2: Das Passivhaus ist einzelwirtschaftlich darstellbar

Schon bei den heutigen ökonomischen Randbedingungen „rechnet“ sich der Bau eines Passivhauses im Vergleich mit einem gewöhnlichen Neubau, wie wir oben gezeigt haben. Durch den Bau eines Passivhauses anstelle eines gewöhnlichen Neubaus entsteht daher kein Kaufkraftverlust.

## Schritt 3: Der Bau von Passivhäusern löst binnenwirtschaftlich eine zusätzliche Wertschöpfung aus

Die Mehrinvestitionen fließen den beteiligten Handwerksbetrieben, den Planern und übrigen am Bau Beteiligten in Form von zusätzlichem Einkommen zu. Dieses Zusatzeinkommen entsteht durch die Schaffung zusätzlicher Werte – im Gegensatz zu den konsumtiven Ausgaben für Energieträger, die sonst entstehen würden und die nur sehr wenig Einkommen im Inland erzeugen.

Schon von Schritt 1 auf Schritt 3 wird klar, dass das Passivhaus und Passivhaus-Modernisierungen beide Ziele, nämlich Förderung einer nachhaltigen Entwicklung und Induzierung von Wirtschaftswachstum vereinen. Die beiden Ziele sind daher nicht widersprüchlich, sie können vielmehr, wie das Beispiel zeigt, zusammen erreicht werden (übrigens nicht nur durch Passivhäuser, sondern im Grundsatz durch jede Maßnahme, die zugleich umweltentlastend wirkt und einzelwirtschaftlich rentabel ist). Es kommt aber noch besser:

## Schritt 4: Der Bau von noch mehr Passivhäusern kann den „Gordischen Knoten“ lösen

Der Neubau von Gebäuden ist in Deutschland derzeit stark gehemmt; das liegt auch an der Blockade durch Umweltverbände, die Neubau als schädlich für die nachhaltige Entwicklung ansehen. Wenn aber, wie in Schritt 1 gezeigt, Passivhäuser in Verbindung mit bestimmten weiteren Randbedingungen sogar förderlich für eine nachhaltige Entwicklung sind, kann künftig auch eine erhöhte Bautätigkeit wieder als ökologisch vertretbar gelten. Dadurch könnte sich die Blockade aufheben – und es könnten Potentiale freigesetzt werden, wie wir es in anderen Ländern mit ungebrochener (freilich nicht nachhaltiger) Bauaktivität derzeit beobachten.



Abbildung 7: Altes Postgebäude bei Hauptbahnhof in Bozen vor der Sanierung



Abbildung 8: Eines der eindrucksvollsten Passivhaus-Projekte in Italien: Das „Landeshaus“ (zu deutsch Ministerium) des Landesrates für Energie in Bozen, direkt am Hauptbahnhof. Der Architekt Michael Tribus hat die „Alte Post“ in ein hochmodernes Energiesparhaus umgewandelt. &0 kW Heizleistung reichen aus, um dieses Bürogebäude zu beheizen – früher brauchte man das für ein Einfamilienhaus.

Das Passivhauskonzept eignet sich aber nicht nur für den Neubau. Vielmehr lassen sich die für das Passivhaus entwickelten Komponenten auch nutzbringend zur Sanierung von Altbauten einsetzen. Die Abbildung 7 und 8 zeigen eindrucksvoll, welche Gestaltungsmöglichkeiten ein Architekt dadurch gewinnt. Am Bozener Hauptbahnhof hat im Jahr 2006 der Südtiroler Landesrat für Energie sein neues Domizil bezogen. Der Architekt Michael Tribus hat dort einen ausdruckslosen Altbau in ein Passivhaus verwandelt.

Vergleichbares geschieht aber auch schon in den neuen Ländern der EU. Abbildung 9 zeigt eine Plattenbausanierung in Ungarn, die mit Passivhaus-Komponenten durchgeführt wurde und den Energieverbrauch um fast einen Faktor 10 reduziert.

Inzwischen gibt es überall in Europa Initiativen, die den Bau von Passivhäusern voran bringen. Sie haben jeweils eine ganz unterschiedliche Herkunft: Z.B. In Norwegen ist es die staatliche Investitionsbank, in Schweden das Umweltinstitut, in Belgien die „PasivHus Platform“, in Österreich und Italien Interessenverbände für das Passivhaus, in England das BRE (Building Research Establishment).



Abbildung 9: Plattenausanerung mit Passivhauskomponenten in Ungarn (Projekt Solanova; Leitung WZ III der Universität Kassel)



Abbildung 10: Passivhaus-Initiativen existieren bereits europaweit. Realisierte Projekte gibt es in Norwegen, Schweden, Dänemark, Irland, den Niederlanden, Belgien, Luxemburg, Frankreich, der Schweiz, Österreich, Tschechien, Slowenien, Ungarn, Polen, Italien – und sogar auch in den USA.

## Lebensfreude!

Mit dem Passivhaus ist der Energieverbrauch so gering, dass sich eine Familie nie mehr Sorgen um Energiepreissteigerungen machen muss. Ohnehin ist das Haus von importierten Energieträgern praktisch unabhängig - und sogar vollständig mit erneuerbarer Energie versorgbar, wenn ein Wärmepumpenkompaktgerät und ein Öko-Strom-Anbieter gewählt werden (oder ein Anteil an einer Windkraftanlage erworben wird oder eine Pelletheizung gewählt wird).

Damit nicht genug: In einem Passivhaus gibt es keine verschimmelten Wände, keine Zugluft, keine kalten Füße. Dafür immer und überall frische Raumluft und weniger Innenraumluftbelastung.

Wie hat es Robert Hastings auf der 8. Passivhaustagung formuliert: „Passivhäuser sollen auf Minimierung der Umweltbelastung optimiert und auf Lebensfreude maximiert werden“.

Und auch an der Verringerung der Umweltbelastung wird die Baufamilie Freude haben: Denn die Folgen des Klimawandels treffen jeden; die klimawirksamen Emissionen sind im Passivhaus gegenüber "normalen" Neubauten um mehr als einen Faktor 4 reduziert. Diese Beiträge zum Umweltschutz sind umso wirksamer, je mehr Baufamilien sich für den Bau von energieeffizienten Neubauten oder die Modernisierung bestehender Häuser entscheiden.

Soweit die individuellen Vorteile - aber hat der Bauherr nicht auch etwas davon, wenn Dienstleistung in der Region geschaffen werden und nicht durch Import von Energierohstoffen aus instabilen Teilen der Welt? Wenn ein Passivhaus als EFH, wie oben dargestellt, derzeit ca. 14.000 Euro "mehr" kostet als ein üblicher Neubau - dann sind dies 14.000 Euro, die zu 75% als Handwerksleistung erbracht werden. Und auch die restlichen 25% stammen überwiegend aus Europäischer Wertschöpfung. Das erhält und schafft Arbeitsplätze - und es "rechnet" sich sogar. Die der Gemeinschaft ersparten Kosten für die Bewältigung internationaler Spannungen wollen wir hier gar nicht diskutieren, davon steht täglich genug in der Zeitung. Auch das ist ein Beitrag zur Lebensfreude, denn die "Sicherung von Energievorräten" kostet ja nicht nur Geld.