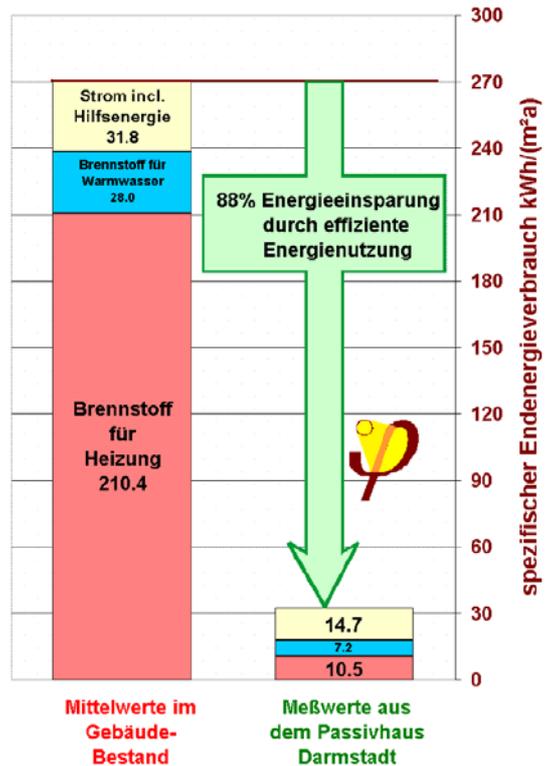


15 jähriges Jubiläum für das Passivhaus Darmstadt - Kranichstein



- der Faktor 10 ist Realität

von Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, September 2006

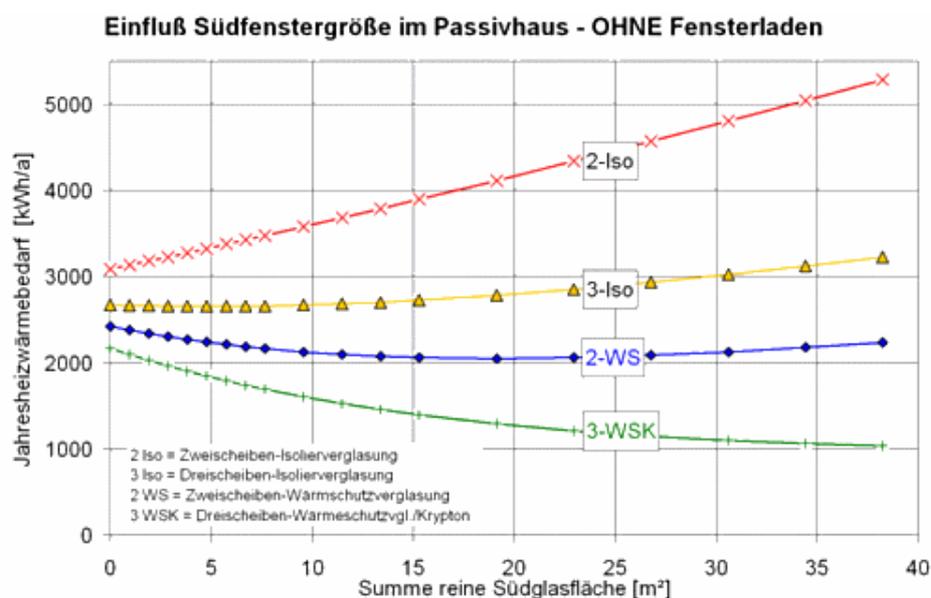
1 Vom Niedrigenergiehaus zum Passivhaus

Mitte der 80er Jahre war das Niedrigenergiehaus in Schweden und Dänemark bereits gesetzlich geforderter Standard bei Neubauten. Schon damals gab es Überlegungen, die Prinzipien des Niedrigenergiehauses, nämlich hervorragender Wärmeschutz, Vermeidung von Wärmebrücken, Luftdichtheit, Wärmeschutzverglasung und eine kontrollierte Wohnungslüftung, weiterzuentwickeln. Auf diese Überlegungen aufbauend wurde das "Passive House" im Mai 1988 bei einem Forschungsaufenthalt des Autors an der Universität Lund/Schweden zusammen mit dem Gastgeber Prof. Bo Adamson (Fachgebiet Baukonstruktionslehre) aus der Taufe gehoben. Bo Adamson hat diese Entwicklung bis zu seiner Emeritierung gemeinsam mit dem Autor weiter verfolgt. Das Foto zeigt die beiden zusammen mit Robert Hastings, einem der amerikanischen Pionier-Architekten, bei einer Abendveranstaltung der 2. Passivhaustagung 1998 in Düsseldorf.



Bo Adamson (links), Robert Hastings und Wolfgang Feist
1998 / 2. Passivhaustagung Düsseldorf

"Passive Häuser" wurden als Gebäude definiert, die auch im mitteleuropäischen Klima einen nur verschwindend geringen Heizwärmebedarf aufweisen und daher keine aktive Heizung mehr benötigen: Solche Häuser können dann allein mit den ohnehin vorhandenen inneren Wärmequellen und der durch Fenster eingestrahelten Sonnenenergie sowie einer geringfügigen Frischluft-erwärmung, also "passiv", warm gehalten werden. Der theoretische Beweis für die Realisierbarkeit solcher Häuser wurde in der Dissertation "Passivhäuser in Mitteleuropa" mit Hilfe von rechnergestützten Simulationen des Energiehaushaltes von Gebäuden erbracht [Feist 1993]. Systematisch wurden in dieser Arbeit alle Eigenschaften von Bauteilen, die den Energieverbrauch von Gebäuden bestimmen, variiert und in Hinblick auf Effizienz, Kosten und Wohnwert optimiert. Die folgende Grafik zeigt beispielhaft ein Ergebnis zum Einfluss von Fenstergröße und Verglasungsqualität.



Simulationsergebnisse standen am Anfang: Hier eine Berechnung der Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs von der Größe der verglasten Südfensterfläche in einem Passivhaus bei verschiedenen Verglasungsqualitäten (aus [Feist 1993]). Man erkennt, dass man für günstige Energiebilanzen eine 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung braucht (unterste Kurve). Dr. Ortmanns, damals VEGLA, Aachen, hat uns geholfen, diese Verglasung auch tatsächlich für das erste Bauprojekt, das Passivhaus Darmstadt Kranichstein, zur Verfügung zu bekommen. Inzwischen sind solche Verglasungen marktgängig.

Schnell wurde erkannt, dass die alleinige Beschränkung der Energieoptimierung auf die Heizwärme nicht sinnvoll ist: Vielmehr müssen alle Haushaltsenergieverbrauchswerte gering gehalten werden. Sonst wäre es beispielsweise möglich, den Heizwärmebedarf dadurch auf "Null" zu reduzieren, dass hohe Stromverbräuche, die starke interne Wärmequellen erzeugen, in Kauf genommen werden. Wie hoch die verfügbaren inneren Wärmequellen eigentlich sind, darüber wurde schon damals gestritten - aus dem gebauten Passivhaus gab es dazu endlich sorgfältig gemessene Ergebnisse, nämlich um 2 W/m^2 [AkkP 5]. Trotzdem wird heute selbst nach der Normung immer noch mit viel zu optimistischen Werten gerechnet (über 5 W/m^2).



*Passivhaus Darmstadt Kranichstein - Südansicht
Architekten: Prof. Bott, Ridder, Westermeyer. Foto: H.G. Esch.*

2 Vorbereitendes Forschungsprojekt

Zur Vorbereitung des Baus der ersten Passivhäuser in Hessen wurde eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe gebildet, die vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft und Technik (HMWT) finanziert wurde. Der damalige Wirtschaftsminister *Alfred Schmidt* brachte der Entwicklung großes Interesse entgegen. Die Arbeitsgruppe begleitete acht Forschungsprojekte, deren Ergebnisse unmittelbar in den Bau des ersten Passivhauses in Kranichstein einfließen: U.a. wurden alternative architektonische Entwürfe erarbeitet, die Effizienz von Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgeräten verbessert, eine luftqualitätsgeführte Lüftungsregelung entwickelt, neue speziell wärmegeämmte Fensterrahmen und gedämmte Fensterläden, Konstruktionsdetails für Bauteilanschlüsse, Solarwärmetechniken und ein Wärmerückgewinnungskonzept aus dem Abwasser.

Die Stadt Darmstadt hatte frühzeitig ihr Interesse an der Realisierung des ersten Passivhaus-Projektes im Rahmen des "Experimentellen Wohnungsbaus Darmstadt Kranichstein K7" bekundet. Vier private Bauherren bildeten die Bauherrngemeinschaft Passivhaus und beauftragten die *Architekten Prof. Bott/ Ridder/ Westermeyer* mit der Planung einer Reihenhauseszeile mit vier Wohnungen von je 156m² Wohnfläche. Für diesen ersten Prototyp eines Passivhauses wurden eine Reihe von Baukomponenten weiterentwickelt, deren Vorläufer sich bereits in Niedrigenergiehäusern bewährt hatten [Feist 1988]. Erst die Kombination aller Maßnahmen führt dazu, die ehrgeizige Zielsetzung eines nahezu verschwindenden Heizenergiebedarfs zu erreichen - diese Kombination war allerdings vor dem Hintergrund damals noch teurer *einzelnen gefertigter Komponenten* nicht wirtschaftlich. Die Mehrkosten gegenüber einem konventionellen Gebäude wurden vom Hessischen Umweltministerium zu 50% gefördert. Das Haus wurde zur Überprüfung der Zielerreichung noch während der Bauzeit 1991 mit einer hochpräzisen Messdatenerfassung ausgerüstet.



Lichtdurchflutete, offene Räume im ersten Passivhaus. Foto: H.G. Esch.

3 Das Passivhaus in Kranichstein

Der Schwerpunkt der Maßnahmen liegt beim Passivhaus bei der Wärmebewahrung: Wärmeschutz und Wärmerückgewinnung sind die entscheidenden Komponenten. Das gilt auch heute noch für die in der Folge gebauten Passivhäuser. Darüber hinaus wurden Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung und ein Erdreichwärmetauscher für die Vorerwärmung der Frischluft eingesetzt. Das Haus hat einen extrem guten Wärmeschutz, der sich in nun 15 Jahren seit dem Bezug hervorragend bewährt hat.

Bauteil	Beschreibung	Baufoto	U-Wert W/(m ² K)
Dach	Grasdach: Humus, Filtervlies, Wurzelfolie, 50 mm formaldehydfreie Spanplatte, Holzleichtbauträger (Doppel-T-Träger aus Holz, Steg aus Hartfaserplatte), Konterlattung, fugenlos verklebte Luftdichtung aus PE-Folie, Gipskartonplatte 12,5 mm, Raufasertapete, Dispersionsfarbenanstrich, gesamter Hohlraum (445 mm) mit Mineralwolleinblasdämmung gefüllt.		0,1
Außenwand	Mineralischer Außenputz, gewebearmiert; 275 mm EPS-Hartschaum-Dämmung (damals: zweilagig, 150+125 mm); 175 mm Kalksandsteinmauerwerk; 15 mm durchgehender Innen-Gipsputz; Raufasertapete, Dispersionsfarbenanstrich		0,14
Kellerdecke	Spachtelung auf Glasfasergewebe; 250 mm Polystyrol -Dämmplatten ; 160 mm Normalbeton; 40 mm Polystyrol-Trittschalldämmung; 50 mm Zement-Estrich; 8-15 mm Stäbchenparkett, geklebt; Versiegelung lösemittelfrei		0,13
Fenster	Dreifachwärmeschutzverglasung mit Kryptonfüllung zwischen den Scheiben U _g -Wert 0,7 W/(m ² K). Holzfensterrahmen mit Rahmendämmung aus Polyurethan-Integral-Schaumschalen (CO ₂ -geschäumt, FCKW-frei, einzelhandwerklich gefertigt)		0,7
Wärme-Rück-Gewinnung	Gegenstrom-Luft/Luft-Wärmeübertrager ; Standort im Keller (ca. 9°C im Winter), sorgfältig abgedichtet und wärmegeämmt, erstmals mit elektronisch kommutierten Gleichstromventilatoren.		Wärme- bereit- stellungs- grad um 80%

Tabelle: Konstruktionsmerkmale des *Passivhauses Darmstadt Kranichstein*

Eine Nachmessung der Luftdichtheit im Oktober 2001 ergab z.B. einen immer noch unterhalb von 0,3 h⁻¹ liegenden Drucktestluftwechsel (n₅₀-Wert) [Peper 2005]. Thermographien zeigen, dass die Bauteile tatsächlich wärmebrückenfrei ausgeführt sind. Eine Dokumentation zum Bau des Hauses mit zahlreichen Baustellenfotos findet sich im Tagungsband der ersten Passivhaustagung [PHTag 1996]. Eine Beschreibung mit ersten Messergebnissen findet sich in der Schrift "Passivhaus Darmstadt Kranichstein" [Feist 1997c].

Die Warmwasserversorgung erfolgt über **Warmwasser-Vakuump-Flachkollektoren** (5,3 m² je Haushalt bzw. 1,4 m² pro Person). Die Nachheizung über eine Erdgas-Brennwerttherme. Etwa 66% beträgt der gemessene solare Deckungsbeitrag der thermischen Flachkollektoren im Passivhaus Darmstadt Kranichstein. Weil die Bereitstellung von Warmwasser den höchsten Energiebedarf dieses Hauses darstellt, ist ein effizientes Brauchwassersystem hier von großer Bedeutung. Die warmen Verteil- und Zirkulationsleitungen wurden bewusst innerhalb der warmen Hülle verlegt und sehr gut gedämmt.

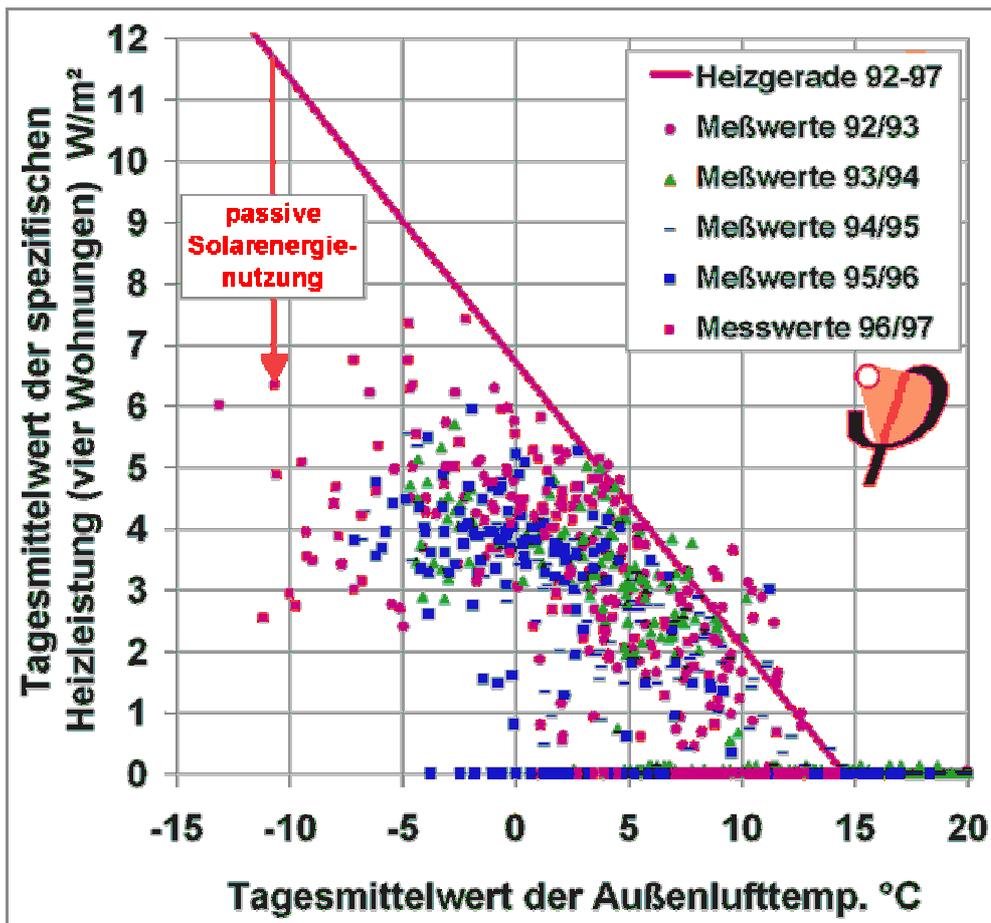


Nordansicht des Passivhauses Darmstadt-Kranichstein. Foto: Feist.

Beim ersten Passivhaus in Darmstadt Kranichstein wagten wir es noch nicht, auf Heizkörper zu verzichten. Dieses und nachfolgende Projekte haben jedoch bewiesen, dass die maximal auftretenden Heizlasten im Passivhaus auch im Winter **unter 10 W/m²** Wohnfläche liegen, so dass die noch erforderliche Restheizung bequem über das Zuluftsystem erfolgen kann und ein separates Wärmeverteilungssystem nicht mehr erforderlich ist. Diese Ergebnisse stimmen mit der Simulation überein, jedoch nicht mit den gängigen Norm-Rechenverfahren. Dies war ein Anlass, die Heizlastberechnung in einem Forschungsprojekt neu und systematisch zu überarbeiten [Bisanz 1999]. Das resultierende, sehr einfache Verfahren wird inzwischen im Passivhaus Projektierungs Paket **[PHPP]** den Planern verfügbar gemacht und es hat sich gut bewährt.

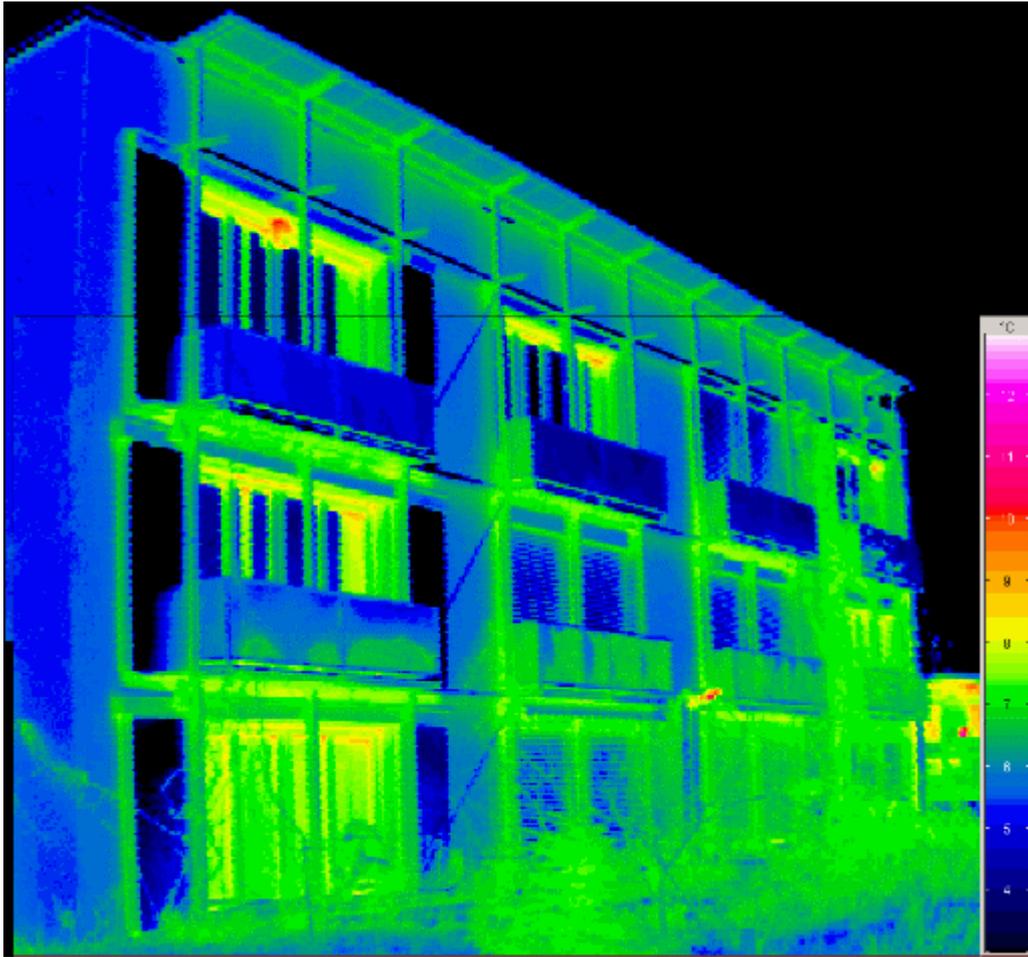
Im Jahr 1995 hatten wir im Passivhaus Darmstadt Kranichstein Besuch des amerikanischen Energieeffizienz-Pioniers Amory Lovins [Lovins 1977], [Lovins, Weizsäcker 1995]. A. Lovins hat wesentlich dazu beigetragen, dass das Konzept des Passivhauses vom Stadium eines wissenschaftlichen Experiments in die Phase der konkreten Umsetzung überging; seine Stellungnahme: "No, this is not just a scientific experiment. This is the solution. You will just have to redesign the details in order to reduce the additional costs - and that will be possible, I am convinced."

Die sehr guten Ergebnisse waren nun die Grundlage für den "Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser", mit dem 1996 die Umsetzung des Passivhauskonzeptes in größerer Breite begann. Innerhalb des Arbeitskreises wurden die Verfahren erarbeitet, mit denen eine vereinfachte Planung von Passivhäusern möglich ist - z.B. das **PHPP**, das Passivhaus Projektierungspaket [AkkP 13][PHPP]. Es wurden Pilotprojekte mit einer größeren Anzahl von Passivhäusern der 2. Generation gebaut und es wurde die Entwicklung von für das Passivhaus geeigneten Komponenten in die Wege geleitet. Der Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser spielt eine Schlüsselrolle in der Vermittlung zwischen Bauphysik und Baupraxis.



Messergebnisse zur aufgetretenen Heizleistung im Passivhaus Darmstadt Kranichstein; die Heizleistung hat $7,4 \text{ W/m}^2$ zu keinem Zeitpunkt überschritten, auch nicht im ganz besonders kalten Winter 1996/1997 (vgl. dazu auch [Feist 1997b]).

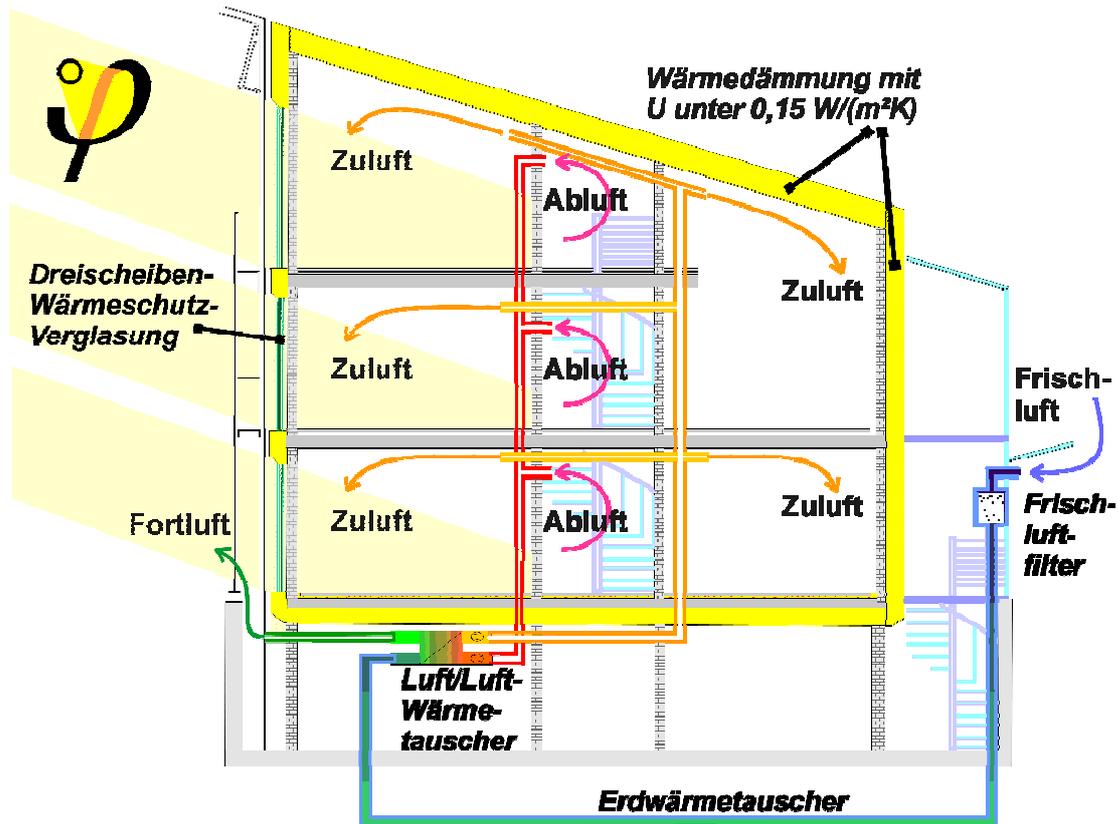
Ein Passivhaus kann nur mit einer kontrollierten Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung funktionieren, denn allein die Lüftungswärmeverluste betragen normalerweise etwa 35 kWh je Quadratmeter Wohnfläche im Jahr, also mehr als das doppelte des Passivhaus-Heizwärmebedarfs. Das war aus den Untersuchungen des bauvorbereitenden Forschungsprojektes bekannt. So wurde in Kranichstein eine balancierte Zu/Abluft-Anlage mit einem hocheffizienten Gegenstrom-Luft-Luft-Wärmeübertrager eingesetzt - dieser musste aber für den Einsatz eigens umgebaut werden, da die verwendeten Ventilatoren damals einen viel zu hohen Stromverbrauch aufwiesen. Erstmals wurden bei diesem Projekt Gleichstromventilatoren mit elektronischem Kommutator eingesetzt (sog. EC-Motoren). Im Betrieb wurde nach Optimierung der Strömungsgeometrie ein Wärmebereitstellungsgrad dieses Gerätes von über 80% gemessen. Diese kontinuierlich betriebene wohnungsweise Komfortlüftung sorgt für eine gleichbleibend Frischluftzufuhr. In der Grundstufe werden je Wohnung $100 \text{ m}^3/\text{h}$ Frischluft den Wohn- und Schlafräumen zugeführt. In der starken Stufe sind es 160 bis $185 \text{ m}^3/\text{h}$. Abluft wird in entsprechender Menge aus den Feuchträumen (Küche, WC und Bädern) abgesaugt. Derart hocheffiziente Lüftungssysteme waren vor dem Passivhaus nicht verfügbar gewesen; erst ab 1997 war die Entwicklung durch den Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser so weit vorangebracht, dass mehrere Hersteller Seriengeräte dieser Qualität auf den Markt brachten (Wärmebereitstellungsgrade über 80%, Stromverbrauch unter $0,4 \text{ Wh/m}^3$ geförderter Luft - vgl. die zertifizierten Geräte unter www.passiv.de). Die Ventilatoren haben im Passivhaus übrigens zwischen 13 und 15 Jahren reibungslosen Dienst geleistet, bis sie im Zuge einer Routineinstandsetzung durch ein neueres Fabrikat des gleichen Herstellers ersetzt wurden.



Außenthermographie beim ersten Passivhaus. (Aufnahme: Feist)

Das Passivhaus in Kranichstein wurde im Oktober 1991 fertiggestellt und ist seither von vier Familien bewohnt. Bei den im Innenraum verwendeten Baustoffen wurde auf möglichst geringe Belastung der Innenluft geachtet. Die Dämmstoffe sind - wie es bei einer bauphysikalisch guten Ausführung sein muss - vom Innenraum durch durchgehenden Innenputz bzw. lückenlose Dampfbremsen luftdicht abgeschlossen. Die gute Luftqualität wurde in einer eigenen Untersuchung bestätigt, die Nutzerakzeptanz in einer sozialwissenschaftlichen Studie objektiviert [Rohrman 1994].

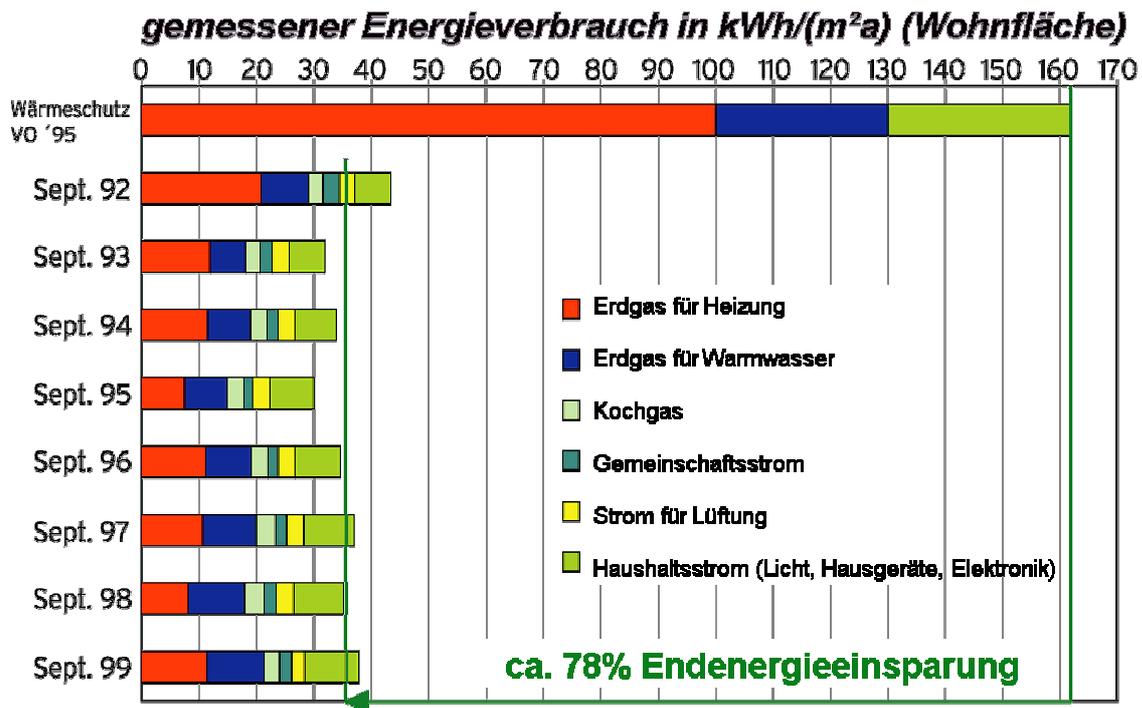
Dank besonders gut dämmender und luftdicht schließender Schiebeläden als temporären Wärmeschutz war es sogar möglich, eine der Wohneinheiten von 1994 bis 1996 ohne jede Heizung als "Nullheizenergiehaus" zu betreiben [Feist 1995].



Besonders wertvoll für die Wissenschaft war die Möglichkeit, im Passivhaus Darmstadt Temperaturen und Energieströme hochgenau zu messen. Zusammen mit einem stundengenauen Benutzerprotokoll war es möglich, die Messwerte aus dem Haus mit den Rechenergebnissen der dynamischen Simulation zu vergleichen [Feist 1997a]. Hierbei konnten die entscheidenden Modellansätze bestätigt werden; z.B. wurden die Vorgänge der instationären Wärmeleitung genauestens reproduziert, ebenso die Wärmestrahlung im Raum und die Temperaturverläufe auf den Fensterglasoberflächen. Erstmals liegen damit validierte instationäre Gebäudemodelle für regulär genutzte Wohngebäude vor (Grafik: V. Sariri PHI nach Plänen der Architekten Prof. Bott/Ridder/Westermeyer).

4 Effiziente Stromnutzung im Passivhaus Darmstadt

Die Messungen im Passivhaus in Darmstadt Kranichstein haben es bestätigt: Mit heute verfügbarer Technik lässt sich der Stromverbrauch für Haushaltsanwendungen auf ein Drittel des Wertes vergleichbarer Haushalte senken, der zusätzliche Gasverbrauch für Wärmeanwendungen beträgt dabei weniger als 15% [Ebel/Feist 1997]. Auch diese allein durch effiziente Technik erreichten Einsparungen erwiesen sich als über die Jahre stabil.



Messergebnisse zum Energieverbrauch im Passivhaus Darmstadt Kranichstein; nicht nur die Heizenergie ist drastisch reduziert (um über 90% gegenüber einem "normalen" Neubau des gleichen Baualters), sondern auch der Gasverbrauch für die Warmwasserbereitung (durch gute Dämmung und durch eine Solaranlage) und auch der Stromverbrauch im Haushalt (durch besonders effiziente Hausgeräte, z.B. den "Low Energy Refrigerator" von Gram nach einer Entwicklung durch J. Nørgard).

5 Die Weiterentwicklung: das kostengünstige Passivhaus

Nach Fertigstellung und Bezug der ersten vier Reihenhäuser stand durch Prüfmessungen (Drucktest, Volumenstromabgleich) und durch die kontinuierliche Messung (Energieverbräuche, Temperaturen) sehr schnell fest, dass die Zielsetzungen tatsächlich erreicht wurden [Feist/Werner 1994]. So betrug z. B. der Heizenergieverbrauch

- im ersten Betriebsjahr 1991/92 19,8 kWh/(m²a) oder nur 8% des Verbrauchs von Vergleichswohnungen,
- im zweiten Betriebsjahr 1992/93 11,8 kWh/(m²a) oder nur 5,5% des Verbrauchs von Vergleichswohnungen.
- im Durchschnitt aller folgenden Jahre weniger als 10 kWh/(m²a)

Diese gemessenen Verbrauchswerte waren so unglaublich gering, dass sie noch jahrelang in der Fachwelt falsch zitiert wurden: So wurden die ebenfalls gemessenen 32 kWh/(m²a) für den Gesamtenergieverbrauch inkl. Haushaltsstrom fälschlich als der Heizwärmeverbrauch der Passivhäuser interpretiert, weil dies nach dem damaligen Stand der Entwicklung eher plausibel erschien. Die 32 kWh/(m²a) enthalten jedoch alle Energieverbrauchswerte der vier Reihenhäuser einschließlich Haushaltsstrom, Stromverbrauch im Keller und Gasverbrauch zum Kochen und zur Warmwasserbereitung. Bemerkenswert ist, dass die erreichte hohe Energieeinsparung von über 90% allein durch verbesserte Technik erreicht wurde.



Selbst der eiskalte Winter 1996/97, in dem über Wochen die Normauslegungsaußentemperaturen deutlich unterschritten waren und in vielen konventionell beheizten Häusern Komfortprobleme auftraten, wurde vom Passivhaus problemlos gemeistert. Nicht nur der Heizenergieverbrauch blieb unter 11 kWh/(m²a), praktisch so gering wie zuvor, sondern es war auch in allen Wohnungen gleichmäßig komfortabel warm [Feist 1997b].

Das erste Passivhaus in Darmstadt Kranichstein hatte die in diesen Prototypen gesteckten Erwartungen vollständig erfüllt. Nun ging es vor allem um die Frage, ob die beim ersten Projekt noch entstandenen baulichen Mehrkosten durch die Einzelfertigung gesenkt werden könnten. Dies führte konsequent in die nächste Phase der Entwicklung: die Frage nach den Passivhäusern der 2. Generation, den kostengünstigen Passivhäusern.

6 Kostenentwicklung und Marktdurchdringung

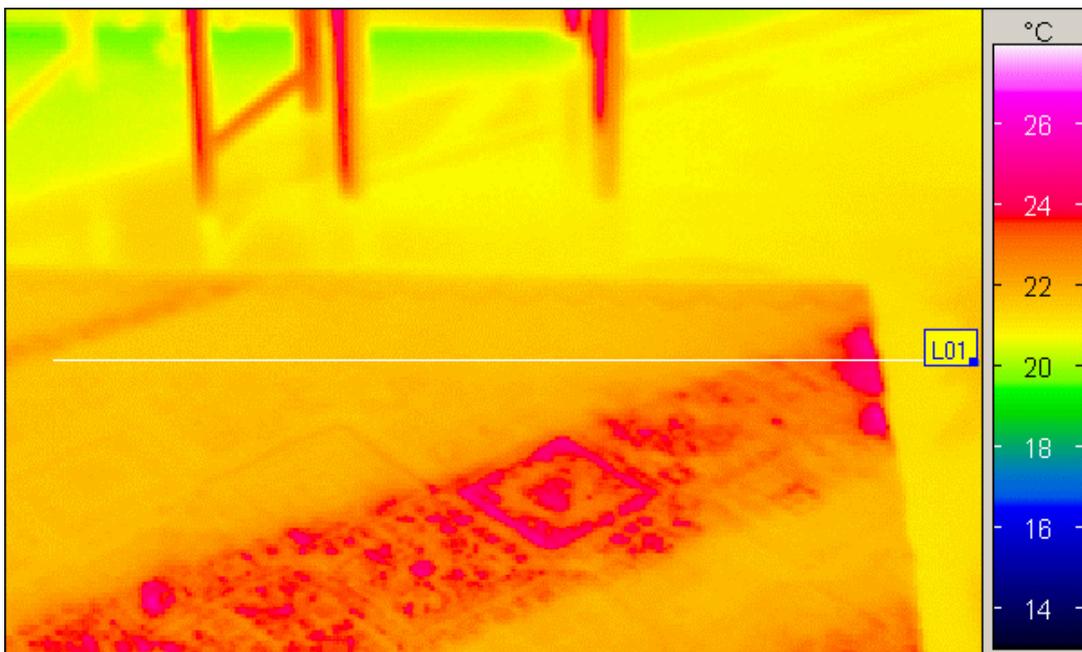
Seit dem ersten Passivhaus-Prototypen in Kranichstein sind die baulichen Mehrkosten für Passivhäuser um etwa einen Faktor 7 gefallen: von über 50 000 Euro auf heute gerade noch ca. 6 bis 15 000 Euro je Wohneinheit - bei einem großen Geschosswohnungsbau weniger, bei einem freistehenden Einfamilienhaus an der oberen Grenze der Spanne. Das bedeutet: Passivhäuser sind heute bereits für jedermann erschwinglich. Dank der enormen Energieeinsparung "rechnet" sich das Passivhaus schon heute, wenn man einen mittleren künftigen Endenergiepreis für Heizöl oder Erdgas von 6 €Cent/kWh annimmt. Aktuell kosten diese Brennstoffe oft mehr; eine "Wirtschaftlichkeitslücke" gibt es nicht mehr, die angebotenen Förderprogramme verbessern die Situation noch. So fördert die KfW Förderbank den [Bau von Passivhäusern](#) mit einem zinsgünstigen Kredit über 50 000 Euro.

Auch ohne diese Förderung ist es in den letzten Jahren steil bergauf gegangen mit dem Zubau von Passivhäusern. Ende 1999 waren etwa 300 Wohnungen allein in Deutschland bezogen, Ende 2000 waren es schon etwa 1000 und 2006 zwischen 6000 und 7000. Auch bei den Passivhäusern der 2. Generation werden die extrem niedrigen projektierten Energieverbrauchswerte wieder erreicht [Feist 2000].

Aber der Fortschritt liegt nicht nur in der Quantität. Dadurch, dass immer mehr für das Passivhaus geeignete Produkte am Markt verfügbar werden, steigt die Qualität bei gleichzeitig sinkenden Preisen. Die Vielfalt der realisierten Gebäude nimmt zu: Es wird deutlich, dass es sich beim Passivhaus um einen Standard und nicht um eine spezielle Bauweise handelt. Passivhäuser sind als freistehende Einfamilienhäuser, als Reihenhäuser und im Geschosswohnungsbau errichtet worden. Aber auch bei den Nichtwohngebäuden gibt es Erfahrungen: Mehrere Bürogebäude, Schulen und Kindergärten sind inzwischen in Nutzung, das Passivhaus-Fabrikgebäude in Zwingenberg ist im Mai 2000 bezogen worden.

7 Passivhäuser: Hohe Behaglichkeit inklusive

Entscheidend ist, dass sich die Bewohner der Passivhäuser in ihren Gebäuden wohlfühlen: Auch hier stimmen Theorie und Praxis überein; durch sehr gute Wärmedämmung ergeben sich rundum hohe Oberflächentemperaturen auch bei frostigem Außenklima. Dadurch werden Zugerscheinungen und Unterschiede in der Strahlungstemperatur vermieden. Dies wurde mehrfach durch Messungen in den gebauten Häusern bestätigt. Die Rückmeldungen aus den bezogenen Häusern sind ausgesprochen positiv: "Wir haben nie gefroren", "Wenn wir wieder bauen würden, müsste es auf jeden Fall wieder ein Passivhaus sein", "Wir haben so gut wie nie geheizt" mag als Auswahl von Aussagen mit generell gleichem Tenor ausreichen.



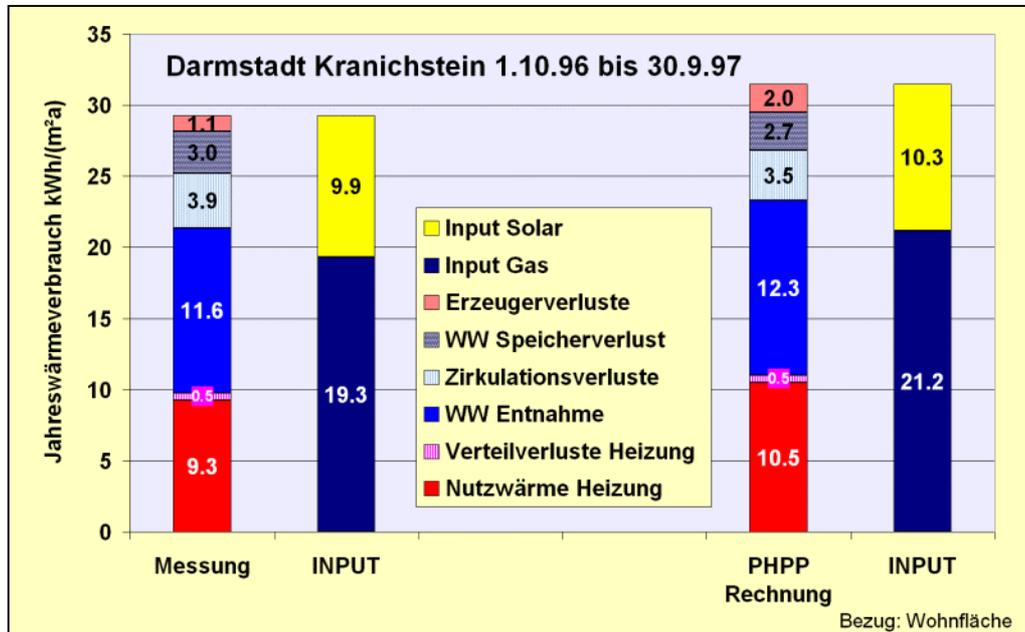
**Die Sonne heizt beachtlich mit (Innenthermographie bei Sonneneinfall).
BEHAGLICHKEIT wird im Passivhaus groß geschrieben. (Aufnahme: Feist)**

Höhere Effizienz führt im Fall des Passivhauses sogar zu höherem Komfort. "Energiesparen" hat damit den Geruch des Asketischen verloren. Nicht durch Verzicht, sondern ganz im Gegenteil mit erhöhtem Wohlstand ist das Umweltschutz-Ziel erreichbar. Nur so besteht in unserer heutigen Zeit überhaupt eine Chance, entscheidende Verbesserungen umzusetzen. Das gilt auch in anderen Bereichen der Energienutzung, z.B. beim Kraftfahrzeugverkehr. Auch hier führt verbesserte Effizienz ohne Einschränkung beim Fahrkomfort zum Ziel; beim Projekt "[Loremo](http://www.loremono.de)" wird an einer marktgängigen Lösung mit diesem Ansatz gearbeitet (vgl. Internet: www.loremono.de).

Wir freuen uns, dass viele Architekten, Planer, Produktentwickler und Bauherren dem Passivhauskonzept gefolgt sind. Wenn wir es gemeinsam erreichen, dass die Umsetzung sich weiter wie bisher beschleunigt und dass die Erfahrungen auch bei der Sanierung von bestehenden Gebäuden angewendet werden, dann haben wir eine Chance, die Aufgaben des Klimaschutzes zu meistern, zu einer gerechteren weltweiten Energieversorgung beizutragen, die regionale Wertschöpfung zu erhöhen und damit zusätzliche Arbeitsplätze zu schaffen und - und

das vor allem ist besonders wichtig - den Menschen heute und in der Zukunft ein lebenswertes, komfortables Leben in Wohlstand zu ermöglichen.

Denn mit dem Passivhaus ist eine nachhaltige Entwicklung möglich - *Mark Zimmermann* hat das in seinem Beitrag zur 9. [Passivhaustagung](#) im Jahr 2005 in Ludwigshafen herausgearbeitet. [Zimmermann 2005]



Vergleich von gemessenen Verbrauchswerten (links) und mit dem "Passivhaus Projektierungs Paket" (PHPP) berechneter Energiebilanz für das Passivhaus Darmstadt Kranichstein.

Am Erfolg des Passivhauses Darmstadt Kranichstein waren Wissenschaftler, Architekten, Ingenieure und Fachbetriebe aus vielen verschiedenen Disziplinen beteiligt. Allen gilt der ausdrückliche Dank des Autors dieser Jubiläumsschrift. Schon für die Vorbereitung des experimentellen Baus waren Arbeiten vieler [Vorläuferprojekte](#) eingeflossen und Erkenntnisse aus Bauphysik, Gebäudetechnik und der systematischen computergestützten Systemanalyse.

Literatur:

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

[AkkP 13] Energiebilanzen mit dem Passivhaus Projektierungs Paket; Protokollband Nr. 13 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1998

[Bisanz 1999] Bisanz, C.: Heizlastauslegung im Niedrigenergie- und Passivhaus; Passivhaus Institut; Fachinformation PHI-1999/2; Eigenverlag; Darmstadt 1999.

[Ebel/Feist 1997] Witta Ebel und Wolfgang Feist: "Ergebnisse zum Stromverbrauch im Passivhaus Darmstadt Kranichstein" in "Stromsparen im Passivhaus"; Protokollband Nr. 7 zum Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser; PHI; Darmstadt, 1997.

[Feist 1988] Forschungsprojekt Passive Häuser; Projektziele - mit einem Kommentar des Autors zur 2. Auflage 1995, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 1. Aufl. 1988, 2. Aufl. 1995

[Feist 1993] Passivhäuser in Mitteleuropa; Dissertation, Universität Kassel, 1993

[Feist/Werner 1994] Wolfgang Feist und Johannes Werner: "Gesamtenergiekennwert < 32 kWh/(m²a)"; Bundesbaublatt 2/1994

[Feist 1995] Wolfgang Feist (Hrsg.): "Gedämmte Fensterläden im Passivhaus"; Passivhaus-Bericht Nr. 9; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt, 1995.

[Feist 1997a] Wolfgang Feist, Tobias Loga: "Vergleich von Messung und Simulation" in "Energiebilanz und Temperaturverhalten"; Protokollband Nr. 5 zum Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser; PHI; Darmstadt, Januar 1997.

[Feist 1997b] Wolfgang Feist: "Der Härtestest: Passivhäuser im strengen Winter 1996/97"; GRE-Inform, 12/1997.

[Feist 1997c] Wolfgang Feist: "Passivhaus Darmstadt Kranichstein - Planung, Bau, Ergebnisse", Fachinformation PHI 1997/4, 1. Auflage, 16 Seiten

[Feist 2000] Wolfgang Feist: "Erfahrungen objektiv: Messergebnisse aus bewohnten Passivhäusern"; in: Tagungsband zur 4. Passivhaus Tagung. Passivhaus Dienstleistung GmbH, 1. Auflage, Darmstadt 2000

[Lovins 1977] Amory Lovins, "Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace"; Harmonswoth 1977

[Lovins, Weizsäcker 1995] Amory Lovins, E.-U. von Weizsäcker, L. Hunter Lovins: "Faktor Vier; Doppelter Wohlstand - halbiertes Naturverbrauch"; München 1995

[PHTag 1996] Tagungsband der 1. Passivhaustagung, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 1996

[Peper 2005] Peper, Sören; Kah, Oliver; Feist, Wolfgang: Zur Dauerhaftigkeit von Luftdichtheitskonzepten bei Passivhäusern - Feldmessungen. Forschungsvorhaben im Rahmen der nationalen Beteiligung an der Arbeitsgruppe 28 'Sustainable Solar Housing' der Internationalen Energie Agentur IEA, 1. Auflage, Passivhaus Institut, Darmstadt 2005

[PHPP 2004] Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders, J.; Kah, O.: [Passivhaus Projektierungs Paket 2004](#), Passivhaus Institut Darmstadt, 2004

[Rohrmann 1994] Bernd Rohrmann: "Sozialwissenschaftliche Evaluation des Passivhauses in Darmstadt"; Passivhaus-Bericht Nr. 11; Institut Wohnen u. Umwelt; Darmstadt, September 1994.

[Zimmermann 2005] Mark Zimmermann: "Passivhaus und 2000-Watt-Gesellschaft - Welches sind die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung?" im Tagungsband der 9. Passivhaustagung, Ludwigshafen, PHI, Darmstadt 2005

Das Passivhaus ist kein Markenname, sondern ein Baukonzept, das allen offen steht.

Literatur kann über das Passivhaus Institut (www.passiv.de) bezogen werden. Eine Erklärung weiterer Details findet sich im Internet unter den Seiten der [Internationalen Passivhaustagung](#): Dort den Link zu "[Passivhaus](#)" anklicken.