

7309

Bx. Nr. 2322/1-4

„Das kostengünstige mehrgeschossige Passivhaus in
verdichteter Bauweise“

96,3 %

Kurzfassung der Forschungsarbeit

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für
Bauwesen und Raumordnung gefördert.

(Aktenzeichen: B 15-80 01 98-15)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor

Autoren der Berichte:

Dr. Wolfgang Feist

Rainer Pfluger

Karlheinz Fingerling

Joachim Otte

Stefan Ludwig

Leitung des Forschungsprojektes:

PHI Passivhaus-Institut

- Dr. Wolfgang Feist -

Rheinstr. 44-46

64283 Darmstadt

Darmstadt, 27.6.00

1. Ziel der Forschungsaufgabe

Ziel der vorliegenden Forschungsaufgabe war es, den Nachweis zu führen, daß die Passivhausbauweise auch im Geschosswohnungsbau sowohl unter ökonomischen Aspekten als auch unter "schwierigen" städtebaulichen Bedingungen (keine optimale Südausrichtung, dichte Bebauung, leichte Verschattung) realisierbar ist. Es wurden Grundlagen erarbeitet, welche den Passivhausstandard auch für den verdichteten städtebaulichen Geschosswohnungsbau unter Einsatz neu entwickelter, rationeller Fertigungstechniken und neuer energieeffizienter Komponenten zuläßt.

2. Durchführung der Forschungsaufgabe

Vor Beginn der Arbeiten wurde im Rahmen einer Arbeitsgruppe zusammen mit dem Beratungsgremium der Arbeitsplan konkretisiert und die zu bearbeitenden Aufgaben auf die Projektverantwortlichen aufgeteilt. Dabei konnten wertvolle Hinweise und Anregungen des wissenschaftlichen Beirats, Herrn Werner, Herrn Selk und Herrn Dr. Lützkendorf einfließen. Besonders zum Nutzerhandbuch konnten umfangreiche Erfahrungen des Beratungsgremiums einfließen.

Im folgenden wird die Durchführung der Forschungsaufgabe gegliedert nach den Teilen des Abschlußberichtes beschrieben.

Teil 1: Konstruktionshandbuch für Passivhäuser

Auf der Grundlage der Erfahrungen aus dem Ein- und Mehrfamilienhausbau im Passivhaus-Standard wurden bestehende und neuentwickelte Detailausbildungen auf ihre Übertragbarkeit auf den Geschosswohnungsbau hin untersucht. Bewährte Konstruktionsprinzipien und Methoden wurden zusammengestellt und für die Darstellung im Konstruktionshandbuch aufbereitet. Die Praxiserfahrungen aus der Umsetzung im Pilotprojekt für den Geschosswohnungsbau im Passivhausstandard konnten direkt einfließen. Einige neu entwickelte Konstruktionsdetails wurden zum ersten mal erprobt (z.B. Kim-Schicht aus Polyurethan-Recyclingkunststoff zur Vermeidung der Wärmebrücke am Wandfuß des Erdgeschosses, opake Türblätter aus Vakuum-Dämmpaneelen). Andere neu entwickelte Details sind zwar mit heute verfügbaren Mitteln herstellbar, aber noch nicht als fertige Bauprodukte marktgängig. Bei allen Konstruktionsdetails wurde auf die Vermeidung von Wärmebrücken und auf luftdichte Bauweise geachtet. In vielen Fällen läßt sich diese Problematik nicht anhand von einfachen Schnittdarstellungen erläutern, weil unterschiedliche Ebenen aneinander angeschlossen werden müssen. Es wurden daher perspektivisch dargestellte Farbgrafiken erstellt, welche die dreidimensionalen Zusammenhänge leicht erfassen lassen. Die Handzeichnungen stellen die einzelnen Materialien so realitätsnah dar, daß der Aufbau ohne Beschriftungen erkennbar wird. Die Texte erläutern Details und Arbeitsabläufe.

Um die Wärmebrückenwirkung einzelner Schnitte zu quantifizieren wurden mit mehrdimensionalen Wärmestromprogrammen die Wärmebrückenverlustkoeffizienten für ausgewählte Details sowie die Isothermenkarten berechnet.

Teil 2: Simulation des thermischen Gebäudeverhaltens eines Passivhauses in Geschosswohnungsbau-Typologie und städtischer Bebauung

Mit Hilfe des dynamischen Simulationsmodells DYNBIL ("dynamisches Mehrzonen-Netzwerkmodell für die Erstellung von Energiebilanzen von Gebäuden", Autor: W.

Feist u. a.) wurden Rechenmodelle für zwei Ausschnitte (Gebäudemitte und Nordbereich) aus einem typisierten Geschosswohnungsbau erstellt. Mit Hilfe dieser Modelle konnte sowohl das Verhalten einzelner Wohneinheiten in verschiedenen Stockwerken als auch deren thermische Kopplung untereinander untersucht werden. Hierzu mußte die Eingabe auf 14 Zonen erweitert werden. Insgesamt wurden drei Wohneinheiten mit angrenzendem Treppenhaus modelliert. Jede Wohneinheit wurde jeweils in vier Zonen unterteilt. Alle Wohneinheiten wurden geschosswohnungsbautypisch von einem zentralen Wärmeübertrager (eigene Zone) mit Zu- und Abluft versorgt.

In einer Parametervariation wurden Gebäudeparameter (Fenster-flächenanteil, Dämmstandard), Betriebsparameter (Nachtabsenkung, temporäre Absenkung der Solltemperatur) sowie Randbedingungen (Verschattung, Ausrichtung, Klimadaten) in weiten Bereichen geändert und deren Einfluß auf den Heizwärmebedarf, die Heizlast und die sommerlichen Komforteigenschaften (Stunden über 25 °C) untersucht.

Aus den Ergebnissen der Parametervariation konnten Aussagen über die Realisierbarkeit von Geschosswohnungsbauten im Passivhausstandard unter urbanen Randbedingungen gemacht werden. Darüber hinaus konnten Hinweise für den Betrieb der Restheizung im Kernwinter abgeleitet werden.

Teil 3: Anforderungen an kostengünstige, passivhausgeeignete MFH-Lüftungsanlagen und Überprüfung am Pilotprojekt

Speziell für Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung und Restwärmebereitstellung im Geschosswohnungsbau wurden Kriterien erarbeitet, welche den Anforderungen hinsichtlich Energieeffizienz und Komfort im Passivhaus entsprechen. Diese wurden im Kriterienkatalog (Abschnitt A) dokumentiert. Dabei konnten zahlreiche Erfahrungen aus den bereits realisierten Passivhäusern genutzt werden, wichtige Geschosswohnungsbau-spezifische Besonderheiten mußten jedoch neu entwickelt werden. Im Pilotprojekt Kassel Marbachshöhe konnten hierfür auch meßtechnische Untersuchungen z.B. zur Dichtheit der Lüftungsanlagen durchgeführt werden.

Im Abschnitt B dieses Teils des Abschlußberichts wurden die Ergebnisse der meßtechnischen Überprüfung und Einregulierung der Luftvolumenströme am Pilotprojekt dokumentiert.

Teil 4: Nutzerhandbuch für den Geschosswohnungsbau in Passivhaus-Standard

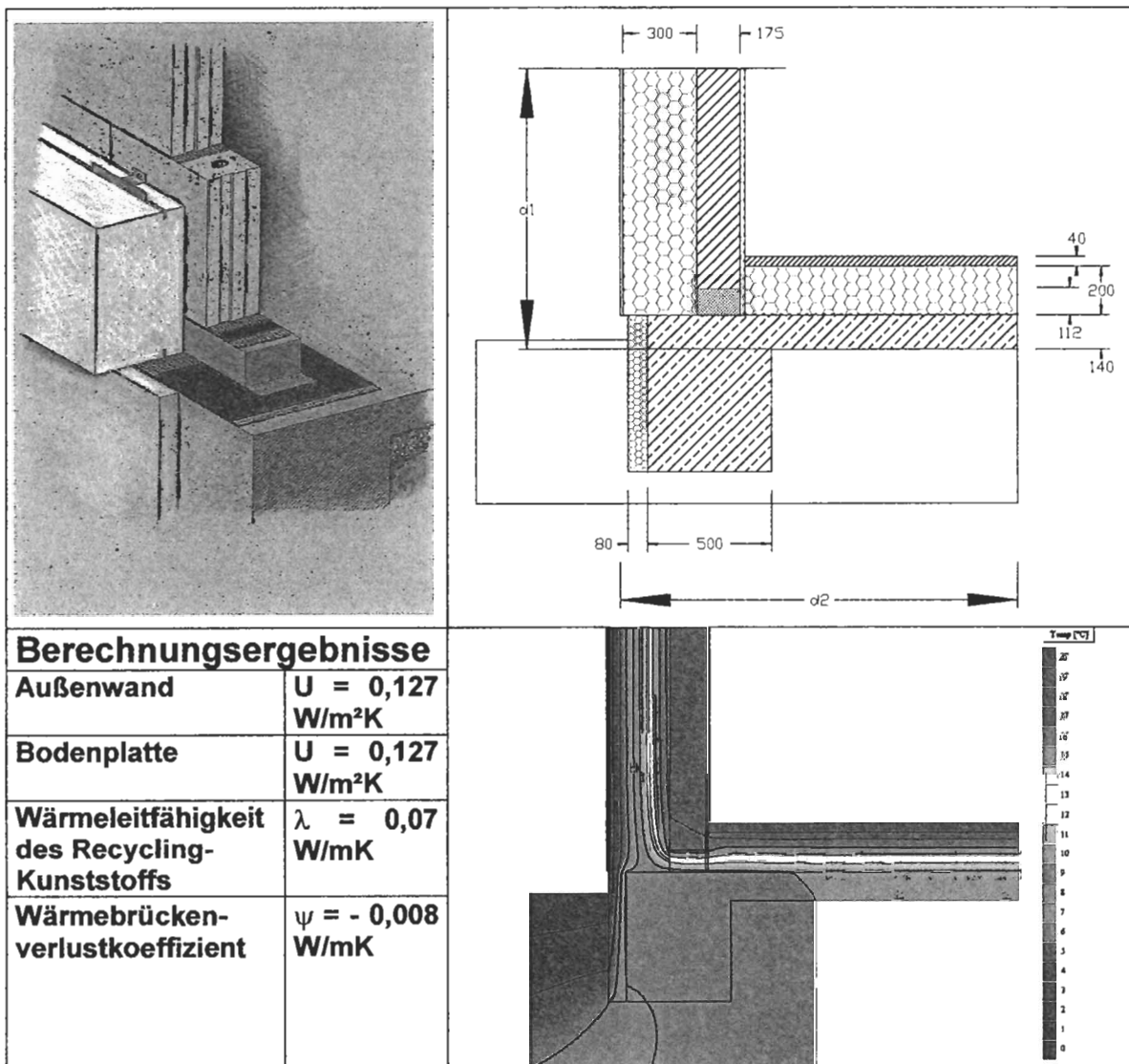
Das Wohnen in einem Passivhaus-Geschosswohnungsbau erfordert einige wenige Grundkenntnisse über die Gebäudehülle und die Lüftungsanlage mit Restwärmebereitstellung. Speziell für den Geschosswohnungsbau wurde daher ein Nutzerhandbuch (Abschnitt A) erstellt, welches allgemeingültige Hinweise für die Lüftungsregulierung, den sommerlichen Wärmeschutz sowie Tips für Wartungsarbeiten und Energieeinsparung gibt. Eine Kurzanleitung faßt die wichtigsten Punkte auf einer DIN A4-Seite zusammen.

Ein Großteil der technischen Gebäudeausrüstung unterliegt in Betrieb und Wartung beim Geschosswohnungsbau nicht dem Mieter sondern der Gebäudeverwaltung. Speziell hierfür wurde der Abschnitt B des Nutzerhandbuchs geschrieben.

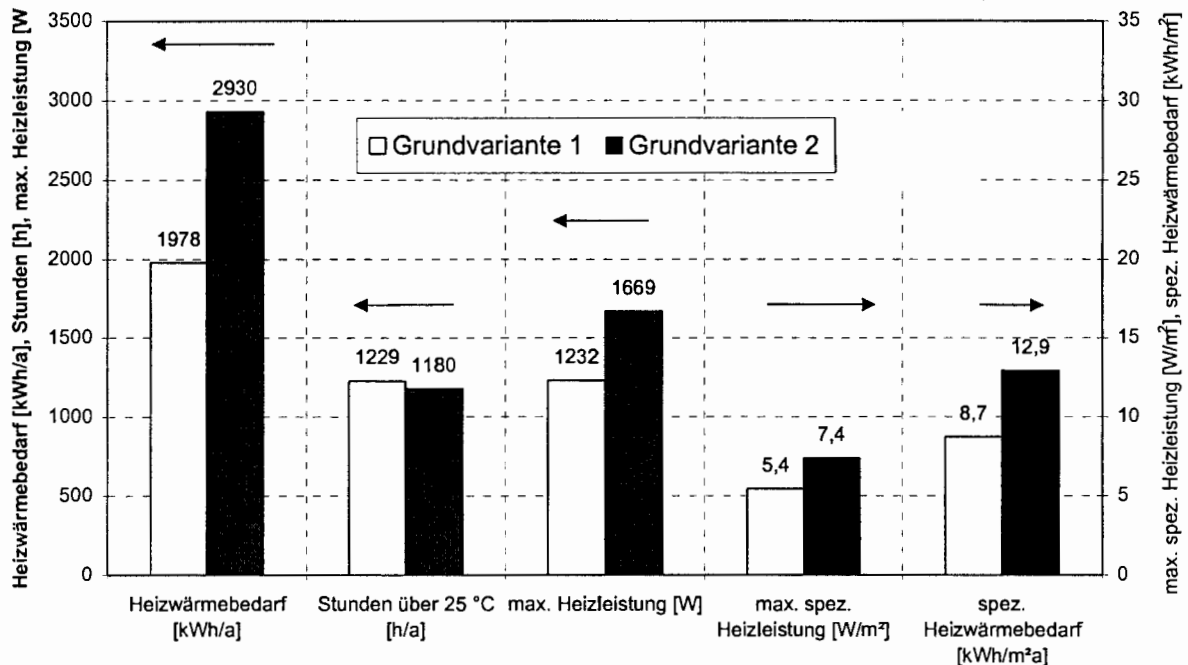
3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Konstruktionshandbuch konnte anhand zahlreicher Detailausführungen gezeigt werden, daß auch im Geschosswohnungsbau der Passivhausstandard kostengünstig

realisiert werden kann. Rationelle Fertigungstechniken und neu entwickelte Komponenten vereinfachen den Bauablauf, verringern die Kosten und verbessern die wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle. Nachfolgendes Beispiel zeigt ein Fußpunktdetail eines Außenwandsystems aus großformatigem Kalksandstein mit Wärmedämmverbundsystem (300 mm). Gegenüber dem sonst üblichen Vorgehen ist im Passivhaus eine thermische Trennung zwischen Bodenplatte und aufgehendem Mauerwerk erforderlich. Diese thermische Trennung wird in nachfolgendem Beispiel durch eine Schicht aus Polyurethan-Recyclingwerkstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,07 \text{ W/(mK)}$ und einer zulässigen Druckspannung von ca. 8 N/mm^2 hergestellt. Bei der Verarbeitung stellt dies keinen zusätzlichen Arbeitsschritt dar, weil die Ausgleichsschicht (sog. Kimschicht) bei großformatigen Steinen ohnehin notwendig ist.



Aus den Berechnungsergebnissen der dynamischen Gebäudesimulation zeigte sich, daß der Passivhausstandard auch unter ungünstiger Ost/West-Orientierung der Hauptfassaden und städtischer Horizontverschattung (Nachbarbebauung) aufgrund der kompakten Bauweise im Geschößwohnungsbau realisiert werden kann. Nachfolgende Grafik zeigt die wichtigsten Kenngrößen der berechneten Grundvarianten.



Die Untersuchungen zum thermischen Kopplungsverhalten einzelner Wohneinheiten im Passivhaus-Geschoßwohnungsbau zeigten, daß eine Einschränkung der Komfortbedingungen in angrenzenden Wohneinheiten nach mehrwöchigem Abschalten der Heizung in einer Wohneinheit auch während der Kernwinterzeit nicht zu erwarten sind.

Auszüge aus dem Kriterienkatalog für Passivhaus geeignete Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung und Restwärmebereitstellung im Geschoßwohnungsbau werden in folgender Tabelle zusammengestellt (Annahme : ca. 1000 m³/h Nennvolumenstrom)

'Trockener' Wärmebereitstellungsgrad des Wärmerückgewinnungsgerätes	> 75 %
max. zulässige Gesamtleckage des Wärmeübertragers	≤ 0,5%
Druckverlust bei Nennvolumenstrom	≤ 50,0 Pa
Wärmedämmung Gehäuse/Leitungen	≤ 2,0 W/K
Dichtheit der Abluftkanäle bei 200 Pa Förderdruck	besser als EUROVENT Klasse III
Dichtheit der Zuluftkanäle bei 200 Pa Förderdruck	besser als EUROVENT Klasse IV
Frischluftfilter	mindestens Filterklasse F7 nach EN 779
Abluftfilter in Küchen und Bädern	mindestens Filterklasse G3 nach EN 779
Schallpegel in Aufenthaltsräumen	max. 25 dB(A)

Die meßtechnische Überprüfung und Einregulierung der Lüftungsanlage im Pilotprojekt Kassel Marbachshöhe zeigte, daß die Kriterien in der Praxis eingehalten werden können.

Erste Nutzererfahrungen seit dem Einzug der Mieter im Pilotprojekt Kassel Marbachshöhe Ende Mai 2000 konnten bereits in das Nutzerhandbuch für den Geschoßwohnungsbau einfließen.