



**INSTITUT WOHNEN
UND UMWELT** GmbH
Annastraße 15
64285 Darmstadt
Fon: (0049) 06151/2904-0
Fax: (0049) 06151/2904-97
eMail: info@iwu.de
Internet: <http://www.iwu.de>
Darmstadt, den 12.10.2004

Erfahrungen mit der energetischen Modernisierung eines Gründerzeitgebäudes

Beitrag zur Baufachtagung 2004 am 11./12.Nov. in Hannover
Veranstalter: Energie- und Umweltzentrums am Deister, Springe-Eldagsen

Tobias Loga, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt

Das im Folgenden vorgestellte Gebäude wurde als typisches Gründerzeithaus zwischen 1880 und 1890 im Wiesbadener Kirchbergviertel errichtet. Zwischen Januar 2001 und Februar 2002 fand innen und außen eine durchgreifende Modernisierung statt. Eigentümer des Gebäudes und Träger der Maßnahmen ist die GWW Wiesbadener Wohnbau-gesellschaft mbH. Da es sich um ein historisches Gebäude mit erhaltenswerter Fassade handelt, ergaben sich besondere Anforderungen an das Vorhaben. Es wurde ange-strebt, im Rahmen des Möglichen (Vorgaben zu Denkmalschutz, Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit) energiesparende Maßnahmen durchzuführen, die für ähnliche Ge-bäude als Vorbild dienen könnten. Im Auftrag der Stadt Wiesbaden und in Kooperation mit der Klimaschutz-Agentur Wiesbaden e.V. hat das IWU die Modernisierungsmaß-nahmen begleitet und dokumentiert [IWU 2003].

Das Gebäude hat 4 Vollgeschosse und ein ausgebautes Dachgeschoss (Bild 1). 10 Wohnungen verteilen sich auf 646 m² beheizte Wohnfläche.

Die Maßnahmen

Bild 2 gibt einen Überblick über die durchgeführten Maßnahmen. Anstelle der vorwie-gend kohlebefeuerten Einzelöfen wurde eine Gas-Zentralheizung mit Brennwertkessel und zentraler Warmwasserbereitung installiert. Die alten einfachverglasten Fenster wur-den gegen neue, in historischer Form gestaltete Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung (Glas-U-Wert 1,1 W/(m²K)) ausgetauscht. Der Fußboden im Erdgeschoss wurde erneuert und mit 6 cm Dämmung versehen. Bei den Dachflächen wurde 10 cm Dämmung (WLG 035) von innen angebracht, auf der Kehlbalkendecke über den bewohnten Dachräumen wurden 20 cm Dämmung (WLG 035) verlegt.

Bild 1: Gründerzeitgebäude Wiesbaden Lehrstraße 2 – vor der Modernisierung



Baujahr 1890
4 Vollgeschosse
+ ausgebautes Dachgeschoss
10 Wohnungen
646 m² Wohnfläche



Die Fassade auf der Hofseite wurde mit einem 12 cm starken Wärmedämmverbundsystem (WLG 035) gedämmt. Die neuen Balkone auf der Hofseite wurden thermisch entkoppelt vor die Fassade gestellt.

Innendämmung der denkmalgeschützten Fassade

Eine besondere Herausforderung stellte die Dämmung der Straßenseite dar. Aus Gründen des Denkmalschutzes sollte die mit Putzgesimsen, Fenstergewänden und Schmuckelementen ausgestattete Fassade erhalten werden. Daher kam nur eine Innendämmung in Frage. Dazu wurde eine Hartschaum-Mehrschicht-Leichtbauplatte verwendet (6 cm Plattenstärke, davon 5,5 cm Polystyrol-Hartschaum der Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG 035). Die einseitige Heraklith-Schicht (0,5 cm) diente als Putzträger für den Innenputz. Durch den Putz wird die für die Innendämmung notwendige Luftdichtheit hergestellt. Damit wird verhindert, dass feuchte Raumluft hinter die Dämmung an die kalte Außenwand gelangt und dort kondensiert. Ebenfalls aus Gründen der Luftdichtheit wurden in der Innendämmung keine Steckdosen angeordnet.

Um die Wärmebrückenwirkung und das damit verbundene Risiko von Tauwasserniederschlag zu verringern, wurden die einbindenden Innenwände in der Nähe des Anschlussbereichs an die Außenwand ebenfalls in die Dämmung einbezogen (Bild 2).

Bild 2: Durchgeführte Maßnahmen



Bild 3: Bedarf an Heizwärme, Endenergie und Primärenergie bezogen auf die beheizte Wohnfläche
(berechnet mit EPHW-EB¹ unter realistischen Nutzungsbedingungen)

Variante		1	2	3	4
		Vor Modernisierung	Innen-/Außen-Dämmung	Innen-Dämmung	Außen-Dämmung
Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	219,4	94,7	101,1	84,3
<i>Reduktion im Vergleich zu Var. 1</i>			-57%	-54%	-62%
Endenergiebedarf (Erdgas)	kWh/(m²a)	264,9	133,9	140,6	123,0
<i>Reduktion im Vergleich zu Var. 1</i>			-49%	-47%	-54%
Primärenergiebedarf	kWh/(m²a)	301,5	154,7	162,1	142,5
<i>Reduktion im Vergleich zu Var. 1</i>			-49%	-46%	-53%

Energetische Bewertung

Damit die Ergebnisse auch auf Gründerzeithäuser mit anderen Fassadengestaltungen übertragen werden können, wurden neben der realisierten Variante auch eine mit reiner Außendämmung und eine mit reiner Innendämmung der Fassade berechnet. Die Wärmeschutz-Varianten sind wie folgt definiert:

- Var. 1: Zustand vor Modernisierung
- Var. 2: Zustand nach Modernisierung – wie geplant und realisiert
- Var. 3: Zustand nach Modernisierung – jedoch alle Fassaden mit Innendämmung
- Var. 4: Zustand nach Modernisierung – jedoch alle Fassaden mit Außendämmung

Bild 3 gibt einen Überblick über den Energiebedarf der Varianten und die Einsparung gegenüber dem Zustand vor Modernisierung. Die realisierten Maßnahmen (Var. 2) reduzieren den Heizwärmebedarf um 57% von 219 auf 95 kWh/(m²a) (Bezugsfläche: beheizte Wohnfläche). Insgesamt wird der Bedarf an Endenergie für Heizung und Warmwasser (Brennstoff Erdgas) etwa halbiert. Gleiches gilt für den Primärenergiebedarf.²

Aufgrund des vergleichsweise geringen Fassadenanteils der mit Außendämmung realisierten Hofseite wäre die Einsparung bei einer Komplett-Lösung mit Innendämmung nur 3% geringer ausgefallen (Var. 3). Wäre dagegen die Außendämmung für die gesamte Fassade realisiert worden (Var. 4), so läge die Einsparung bei insgesamt 62% – also um 5% höher als bei Var. 2.

¹ EPHW-EB: Excel-Rechenblätter für die Energieberatung auf der Basis des „Energiepass Heizung / Warmwasser“ (IWU 1997); erstellt im Auftrag der Energieagentur Nordrhein-Westfalen; IWU, Darmstadt 2003 (verfügbar im Internet unter www.iwu.de)

² Diese Werte sind nicht mit Kennwerten nach EnEV vergleichbar. Berechnet mit Randbedingungen nach EnEV und bezogen auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N (mit 925 m² 43% größer als die beheizte Wohnfläche) ergibt sich für Var. 2 ein Primärenergiekennwert von 109 kWh/(m²a).

Bild 4: Auswirkung der Vernachlässigung der Wärmebrücken auf den Heizwärmebedarf

Variante		1	2	3	4
		Vor Modernisierung	Innen-/Außen- Dämmung	Innen-Dämmung	Außen- Dämmung
Heizwärmebedarf					
mit Berücksichtigung Wärmebrücken	kWh/(m²a)	219,4	94,7	101,1	84,3
ohne Berücksichtigung Wärmebrücken	kWh/(m²a)	223,5	84,7	88,3	76,7
<i>Auswirkung der Vernachlässigung der Wärmebrücken auf den Heizwärmebedarf</i>	<i>kWh/(m²a)</i>	<i>+4,2</i>	<i>-10,0</i>	<i>-12,7</i>	<i>-7,6</i>
<i>relativ</i>		<i>+2%</i>	<i>-11%</i>	<i>-13%</i>	<i>-9%</i>
Wärmebrückenzuschlag (bezogen auf die thermische Hülle)	W/(m²K)	-0,04	+0,08	+0,10	+0,06

Detaillierte Analyse der Wärmebrücken

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung wurden für alle linearen Bauteilanschlüsse Wärmebrückenberechnungen im Zustand vor und nach der Modernisierung durchgeführt. Ziel war vor allem die Beurteilung bauphysikalischer Problemzonen und die energetische Optimierung.

Bild 4 zeigt, welche Bedeutung die Wärmebrücken für die Energiebilanz besitzen. Im Ist-Zustand liefert die Berücksichtigung der Wärmebrücken um 2% geringere Werte für den Heizwärmebedarf. Dieser bekannte Effekt beruht auf der Tatsache, dass die Berechnung ohne explizite Berücksichtigung von Wärmebrücken auf der Basis von Außenmaßen erfolgt. Damit werden die Wärmeverluste an den Gebäudekanten – zumindest solange keine bedeutsamen konstruktiven Wärmebrücken vorliegen – überschätzt. Werden die Wärmebrücken berechnet, so liegen sie in der Regel nahe Null oder sind negativ.

Dies ist für die gedämmten Konstruktionen nicht mehr der Fall: Liegen konstruktive Wärmebrücken vor, so machen sich die zusätzlichen Wärmeverluste in der Energiebilanz deutlich bemerkbar. Bei Vernachlässigung der Wärmebrücken läge der Heizwärmebedarf des modernisierten Gebäudes (Var. 2) um 10 kWh/(m²a) niedriger. Der Bedarf wäre also um 11% unterschätzt worden. Bezogen auf die gesamte thermische Hülle machen sich die Wärmebrücken in einer Erhöhung der Transmissionswärmeverluste von 0,08 W/(m²K) bemerkbar. Dieser Wert kann verglichen werden mit dem in der EnEV

eingeführten Wärmebrückenzuschlag von 0,05 (bei Einhaltung der DIN V 4108-6 Beiblatt 2) bzw. 0,1 W/(m²K) (sonst).

Diskutiert wird derzeit für die Bewertung innengedämmter Bestandsgebäude ein Pauschalzuschlag von 0,2 W/(m²K). Der für das komplett mit Innendämmung versehene Gebäude ermittelte Wärmebrückenzuschlag liegt jedoch nur bei 0,1 W/(m²K). Dabei muss allerdings beachtet werden, dass die Anschlüsse z.T. bereits wärmetechnisch „entschärft“ wurden (Flankendämmung bei einbindenden Innenwänden). Außerdem ist die Situation im Bereich der Holzbalkendecken deutlich günstiger als bei massiven Decken.

Mit 0,06 W/(m²K) deutlich geringer ist der Wärmebrückenzuschlag bei der kompletten Außenwanddämmung (Var. 4). Allerdings haben die Wärmebrücken immer noch einen Einfluss von 9% auf den Heizwärmebedarf. In Anbetracht dieser Ergebnisse scheint es ratsam, bei der Bestandserneuerung in Zukunft auch verstärkt den Einfluss der Wärmebrücken zu beachten und gegebenenfalls durch optimierte Lösungen zu verringern.

Feuchtemessungen in den Balkenköpfen

In der Fachöffentlichkeit wird die Innendämmung bisweilen kritisch beurteilt – insbesondere für Gebäude mit Holzbalkendecken, da die Balkenköpfe nach Durchführung der Innendämmung im kalten Mauerwerk liegen und damit theoretisch das Risiko einer Auffeuchtung besteht.

Ein solcher Effekt konnte für das vorliegende Projekt nicht bestätigt werden. Vom IWU in die Balkenköpfe eingebaute Messsonden belegen, dass sich die Feuchte nach Abschluss der Bauarbeiten in einem Bereich zwischen 20 und 10 % bewegt (Bild 5, Bild 6). Korreliert mit der jahreszeitlichen Temperaturänderung schwankt die Feuchte in den Balkenköpfen mit einer Amplitude von ca. 3 bis 6 K (Ausnahme: Fühler Nr. 4 im Gebäudeinnern). Das Gesamtniveau zeigt dabei eine kontinuierlich abnehmende Tendenz – eine Auffeuchtung ist nicht festzustellen.

Bei den vorliegenden Randbedingungen (intakte verputzte Fassade, Holzbalkendecken unterseitig verputzt und oberseitig vollflächig mit einem Bodenbelag versehen, verputzte Innendämmung ohne Steckdosen o.ä.) ist die Innendämmung auch aus Feuchtesicht offensichtlich unproblematisch. Es sind jedoch weitere Untersuchungen an anderen Gebäuden notwendig, um dem Planer und Bauherren die Sicherheit zu geben, unter welchen Randbedingungen er die Innendämmung ohne Risiko einsetzen kann.

Im Bereich der Messstelle 1 wurde die Ausführung der Innendämmung gegenüber dem Rest des Gebäudes variiert: Während im ganzen Haus sonst die vorhandene Deckenkonstruktion erhalten blieb, wurden hier die Dämmplatten auch im Bereich der Balkenzwischenräume verlegt. Dazu mussten mehrere Fußbodendielen aufgenommen und die Schüttung entfernt werden. Die Dämmschicht ist an dieser Stelle also durchgängig verlegt und wird nur durch die Balkenköpfe durchstoßen. Obwohl die Balkenköpfe hier also noch etwas tieferen Temperaturen ausgesetzt sind, ist auch hier keine problematische Holzfeuchte festzustellen. Eine wichtige Voraussetzung ist auch hier sicherlich die raumseitige dauerhafte Abdichtung, so dass warme feuchte Raumluft in diesen Bereich nicht eindringen kann.

Bild 5: Einbau einer Feuchtemessstelle in einen Balkenköpfen

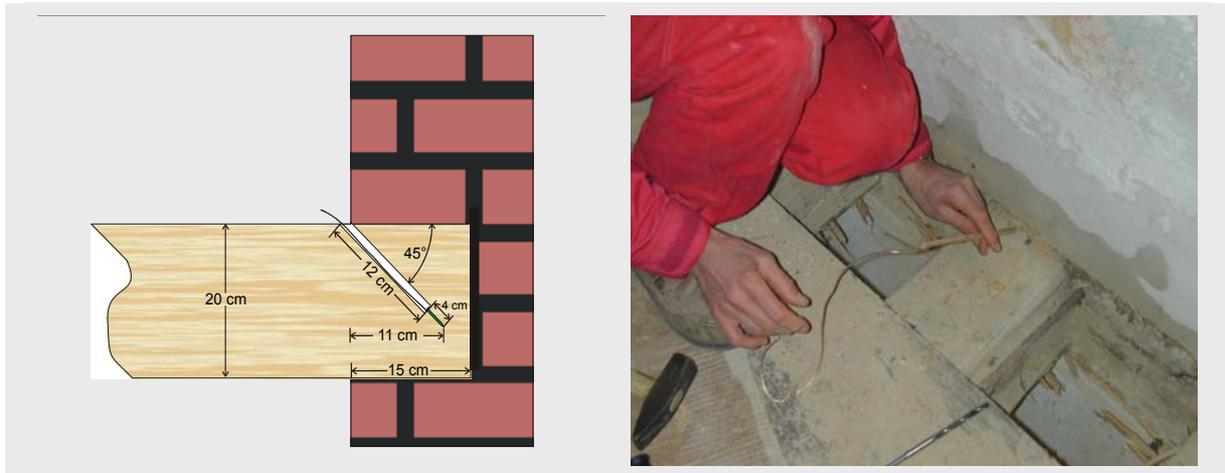
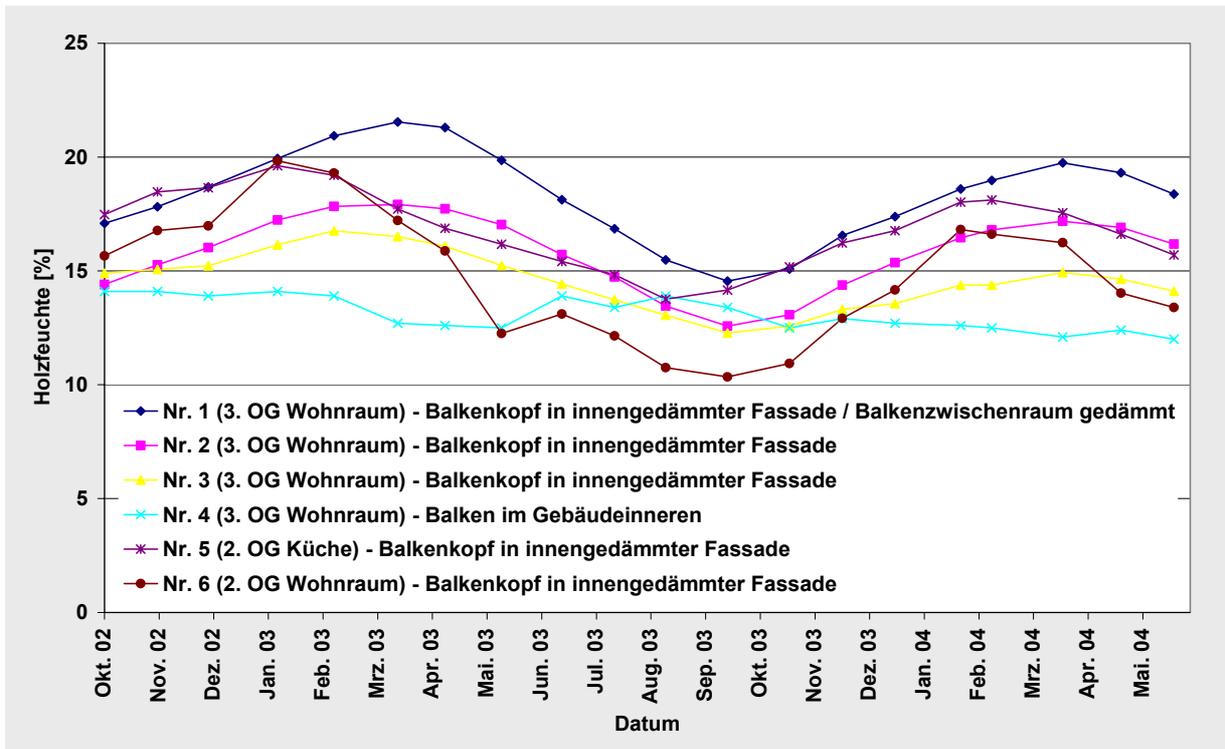


Bild 6: Entwicklung der Holzfeuchte an den Messstellen der verschiedenen Balkenköpfe



Weitere Details zum Projekt in:

[IWU 2003] Loga, T.; Feldmann, R.; Diefenbach, N.; Großklos, M.; Born, R.: Wiesbaden – Lehrstraße 2. Energetische Modernisierung eines Gründerzeithauses; eine Untersuchung im Auftrag der Stadt Wiesbaden in Kooperation mit der Klimaschutz-Agentur Wiesbaden e.V.; IWU Darmstadt, Dez. 2003

Bild 7: Gebäude nach Modernisierung – Straßen- und Hofseite



Fazit

Insgesamt geht die bei diesem Gebäude durchgeführte Modernisierung weit über das bei Gründerzeithäusern heute leider noch übliche face-lifting hinaus. Ergebnis ist ein Gebäude, das den Bewohnern zeitgemäßes und zukunftsfähiges Wohnen bietet verbunden mit hohem thermischen Komfort, niedrigen Nebenkosten und einer geringen Umweltbelastung – und das dabei den Flair der Gründerzeit bewahrt hat.