

# Post-Occupancy-Evaluation des Passivhaus-Studentenheims „Molkereistraße“ in Wien

Wien, 22.10.2007

Univ.-Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg,  
+431-47654-5260, martin.treberspurg@boku.ac.at

DI Roman Smutny,  
+431-47654-5264, roman.smutny@boku.ac.at

Arbeitsgruppe ressourcenorientiertes Bauen,  
Institut für konstruktiven Ingenieurbau,  
Universität für Bodenkultur Wien (AT),  
Peter-Jordan Straße 82, A-1190 Wien

## 1. Ziele

Das Studentenheim Molkereistraße ist das erste geförderte großvolumige Wohngebäude in Passivhausstandard in Wien. Ziel der wissenschaftlichen Evaluierung ist es, die energetische Performance und Nutzerzufriedenheit zu erheben und gegebenenfalls zu verbessern sowie Erfahrungen für zukünftige Bauprojekte zu gewinnen.

## 2. Das Gebäude

Projektbeteiligte

- Bauherr: MIGRA; Baubetreuung: ARWAG
- Generalmieter: ÖAD Wohnraumverwaltung (Leiter: Mag Günther Jedliczka)
- Architekten: Baumschlager Eberle P.ARC ZT (Projektleiter: DI Eckehart Loidolt)
- Passivhaustechnik und Klimakonzept: teamgmi
- Bauausführung: Universale Bau

### 2.1. *Städtebau und Architektur*

Auf dem Gelände der ehemaligen Wiener Molkerei wurde in 15 Monaten Bauzeit ein Gästehaus für Studenten errichtet. Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme, im September 2005, war es das erste Studentenheim weltweit in Passivhausstandard und gleichzeitig das größte Passivhaus weltweit, mit 10.527 m<sup>2</sup> Bruttogeschoßfläche.

Das Studentenheim Molkereistraße wurde in einem typischen Wiener Gründerzeitviertel im Bezirk Leopoldstadt in geschlossener Bauweise errichtet. Die Geschoßflächenzahl beträgt 6,7 und harmoniert damit sehr gut mit der vorhandenen sehr hohen Bebauungsdichte. Damit wurde auch ein wichtiges Ziel des nachhaltigen Bauens, nämlich die Schonung der Ressource „Siedlungsfläche“, außergewöhnlich effektiv umgesetzt. Das 7-geschoßige Gebäude enthält 133 Wohneinheiten mit insgesamt 280 Einzelzimmern, die eine durchschnittliche Größe von ca. 14 m<sup>2</sup> aufweisen.

Einen deutlichen positiven Einfluss auf Heizenergiebedarf und Errichtungskosten bewirkt die sehr hohe Kompaktheit des Gebäudes (A/V-Verhältnis von 0,2 m<sup>-1</sup>). Dies

wurde vor allem durch eine beachtliche Trakttiefe von 18 m erreicht, welche extra genehmigt werden musste. Um zentral gelegene Räume natürlich zu belichten, wurden auf Basis von optimierten Belichtungssimulationen fünf Lichtschächte entlang des zentralen Mittelganges angeordnet.

Als Brandschutz dient eine vollständige Brandmeldeanlage, Rauchabschnitte mit automatischen Schiebeschotten und eine Druckbelüftung der Gänge, die auch für die Nachtkühlung im Sommer eingesetzt wird.

Daten zu Bauteilen

- Fundamentplatte (70 cm WU-Beton) steht auf 15 cm XPS. Darunter 10 cm Unterbeton mit Absorber (Flächenwärmetauscher). U-Wert =  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Außenwand 18 cm Betonfertigteil mit 26 cm EPS-F plus oder Steinwolle (bei Fenstern aus Brandschutzgründen). U-Wert =  $0,146 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Schrägdach mit 20 cm Stahlbeton und 36 cm Steinwolle, hinterlüftet, verblecht. U-Wert =  $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Flachdach mit 20 cm Stahlbeton, 32 cm EPS und extensiver Begrünung (8 cm). U-Wert =  $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Fenster:  $U_{\text{Glas}} = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ,  $U_{\text{Fenster}} = \text{ca. } 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , g-Wert = 0,52

## **2.2. Haustechnik**

### *Frischluftversorgung*

Die Ansaugung erfolgt auf dem Dach, wo die Außenluft durch ein Heizregister entsprechend vorgewärmt oder gekühlt wird. Die Energie für die Außenluftvorwärmung stammt hauptsächlich von einem solegeführten Flächenwärmetauscher unterhalb der Fundamentplatte. Die Frischluft wird von dezentralen kompakten Lüftungsgeräten angesaugt und mittels Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauscher (mit Wärmerückgewinnungsgrad  $> 80 \%$ ) durch die Abluft vorgewärmt.

### *Heizung*

Über den Türöffnungen der Zimmer wurden Mini-Radiatoren angebracht, die durch Fernwärme versorgt werden. Durch einen Raumthermostat kann eine individuelle Temperierung für jedes Zimmer hergestellt werden, entsprechend den unterschiedlichen Ansprüchen der internationalen Studenten.

### *Warmwasser*

Durch die Fernwärme wird Trinkwasser in zwei zentralen Warmwasserspeichern erhitzt. Eine wärme gedämmte elektrische Bandbegleitheizung reduziert die Verteilverluste, sodaß eine Bereitschaftstemperatur von  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  im Netz erhalten bleibt.

### 3. Energiemonitoring

#### 3.1. Methodik

Für die Analyse der Energieperformance, wurden fünf Wärmemengenzähler und vier Elektrozähler installiert, um den Gesamtenergieverbrauch auf einzelne Energiedienstleistungen (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Beleuchtung und andere) zuzuordnen. Weiters wurden in 21 ausgewählten Wohneinheiten die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit gemessen, wobei die Auswertung dieser Daten durch DI Peter Engelmann von der Universität Wuppertal erfolgte.

Die gemessenen Energieverbrauchsdaten wurden umgerechnet auf Normbedingungen (20 °C Innenraumtemperatur) um einen Vergleich mit der Energiebedarfsrechnung gemäß PHPP (Passivhaus-Projektierungspaket) zu ziehen.

Die detaillierten Monitoringdaten und die Informationen über die Belegungsdichte des Studentenheims wurden genutzt um die Monatswerte der Übergabezähler (Fernwärme und elektrische Energie) entsprechend auf die nachgefragten Energiedienstleistungen (Heizung, Warmwasser, Lüftung, sonstiger Strom) umzurechnen.

#### 3.2. Ergebnisse

Der Endenergieverbrauch wurde auf die Energiebezugsfläche lt. PHPP bezogen (7706 m<sup>2</sup>) und auf Norm-Raumtemperatur umgerechnet. Der gesamte Endenergieverbrauch liegt bei ca. 115 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>/a. Damit liegt der Verbrauch in derselben Größenordnung wie mehrere europäische Passivhäuser, die im Zuge des CEPHEUS-Projekts analysiert wurden (1).

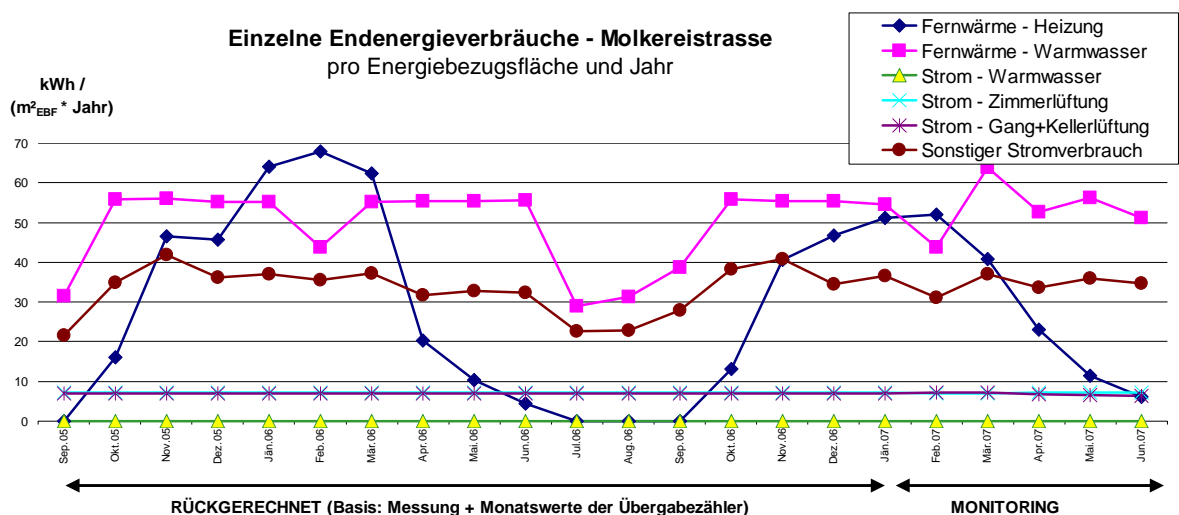


Abb. 1: Endenergieverbrauch einzelner Energiedienstleistungen. Messergebnisse und Interpolation

Abbildung 1 zeigt die berechneten Energieverbräuche seit Beginn der Benutzung des Studentenheims. Die Ergebnisse können folgendermaßen interpretiert werden:

- In den Monaten Dezember, Jänner, Februar, Juli und August kann die niedrigere Belegung (bzw. Abwesenheit durch Urlaub) deutlich abgelesen werden.
- Der Heizenergieverbrauch lag aufgrund unterschiedlicher Klimaverhältnisse im Winter 2005/2006 um etwa 20 % höher als im Winter 2006/2007.
- In den Monaten Mai und Juni 2007 war die Heizung in Betrieb
- Der Endenergiebedarf für Warmwasser liegt deutlich über dem Heizenergieverbrauch. Erklärungen:
  - Passivhauskonzept fokussiert auf die Minimierung des Heizenergieverbrauchs
  - Höhere Belegungsdichte in Studentenheimen: Molkereistraße bietet 24 m<sup>2</sup> Nutzfläche pro Person. Der Durchschnitt in Österreich liegt bei 38 m<sup>2</sup> im Jahr 2001 (2), also um knapp 60 % höher.
  - Das Begleitheizungsband für die Warmwasserverteilung ist fast nie in Betrieb. Aufgrund dieses regelungstechnischen Fehlers wurde deutlich mehr Warmwasser abgezapft (ca. 90 L/Pers./Tag) als angenommen (Planungswert 25 L/Pers./Tag).

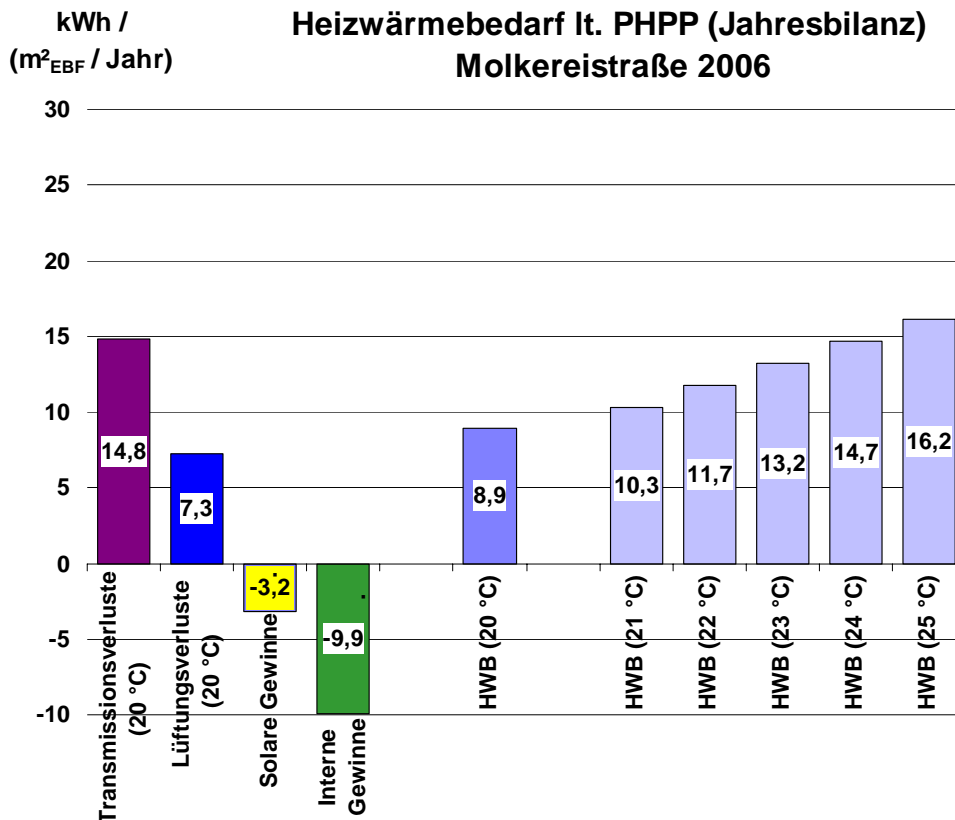


Abb. 2: Einflüsse auf den Heizwärmebedarf. PHPP-Berechnung für verschiedene Raumtemperaturen

Abbildung 2 zeigt die Resultate der PHPP-Berechnung nach Jahresbilanz-Verfahren für den Heizwärmebedarf (HWB). Bei einer höheren Raumtemperatur steigen die Transmissions- und Lüftungsverluste (ca. 1,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>.a). Aufgrund der tatsächlichen Raumtemperatur (der Median liegt bei 23,24 °C) wurde ein Faktor berechnet mit dem die aus der Messung bestimmten Transmissions- und

Lüftungsverluste abgemindert wurden. Dadurch ist ein Vergleich der Messergebnisse mit der PHPP-Bedarfsberechnung möglich.

Der Heizwärmeverbrauch für 20 °C liegt bei 16,6 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>.a) und damit um 8 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>.a) höher als berechnet. Dies ist kein Sonderfall für Passivhäuser, sondern deckt sich mit bisherigen Erfahrung, die auch für Niedrigenergiehäuser oder Häuser nach Bauordnung gelten. Es existieren mehrere Ursachen für einen höheren Verbrauch:

- In Urlaubszeiten (Weihnachtsferien, Semesterferien) sind die internen Gewinne kleiner als angenommen.
- Die Heizenergie für Allgemeinbereiche wurde in der Planung untergeschätzt.
- Die Lüftungsenergieverluste sind aufgrund von oftmaliger Fensterlüftung (z.B. längeres Kippen der Fenster) deutlich höher als angenommen (Das ist die wichtigste Ursache für einen höheren Verbrauch). Dadurch können auch benachbarte Wohneinheiten höhere Transmissionswärmeverluste aufweisen.

Abbildung 3 vergleicht den Heizwärmeverbrauch des Studentenheims mit jenem von konventionellen Wohnhausanlagen. Die Werte sind auf die Bruttogeschoßfläche bezogen, das dies der übliche Bezugswert für konventionelle Gebäude und Niedrigenergiehäuser ist. Durch den Passivhausstandard können rund 700 MWh pro Jahr an Energie und damit rund 40.000 Euro an Heizbetriebskosten eingespart werden. Die CO<sub>2</sub>-Belastung wird dadurch jährlich um rund 100 Tonnen reduziert.

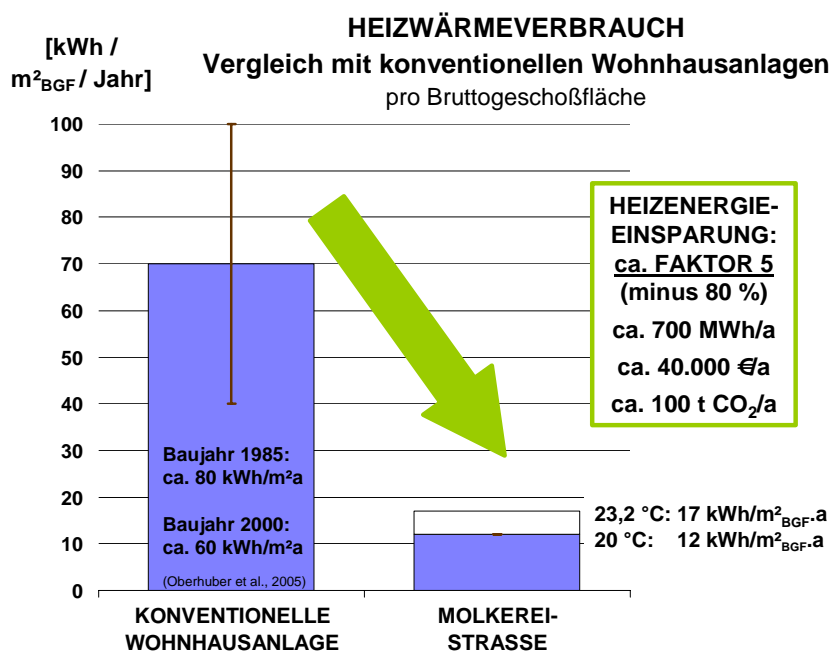


Abb. 3: Heizwärmeverbrauch: Einsparungen der Molkereistraße im Vergleich zu konventionellen Wohnhausanlagen

## **4. Bewohnerbefragung**

Die Nutzerbefragung betrifft die Zufriedenheit mit Passivhauskomponenten wie beispielsweise Lüftung, Heizung und Fenster und schließt auch die damit verbundenen Bedürfnisse (z.B. Fensterlüftung) der Bewohner mit ein.

### **4.1. Methodik**

Erstens wurde eine allgemeine Befragung nach der Nutzerzufriedenheit in 26 Wiener Studentenheimen durchgeführt (8 bis 187 ausgewertete Fragebögen pro Gebäude) Und zweitens wurde in der Molkereistraße ein zusätzlicher Fragebogen eingesetzt, um die Zufriedenheit mit Passivhauskomponenten zu erheben (129 ausgewertete Fragebögen). Die Auswertung beider Fragebögen erfolgte durch Alexander Schmid im Auftrag der ÖAD Wohnraumverwaltung.

### **4.2. Auswertung**

Von 26 analysierten Wiener Studentenheimen erhielt das Gebäude in der Molkereistraße die zweitbeste Bewertung hinsichtlich Zufriedenheit mit der Unterbringung. 84 % der Befragten fühlen sich im Passivhaus sehr wohl oder zumindest teilweise wohl. Speziell der positive Beitrag des Passivhauses für die Umwelt wird von dem überwiegenden Teil der Befragten sehr begrüßt und als positiv bewertet.

Das automatische Abschalten der Heizung, sobald die Fenster geöffnet werden, finden 83 % der Befragten eine gute Lösung. Die Mehrheit der Befragten ist mit der Regulierbarkeit der Raumtemperatur (17 - 25 °C) zufrieden und bewertet das Raumklima als angenehm.

Aus der Befragung geht weiters hervor, dass das Temperaturempfinden individuell sehr verschieden ist und dass die Regulierbarkeit der Heizung und der Verschattung teilweise nicht bekannt ist. Dies wird vom Betreiber zum Anlass genommen, die Informationstätigkeit weiter zu verbessern.

## **5. Schlussfolgerungen und Ausblick**

Das Monitoring-Projekt läuft noch bis Ende 2008. Bis dahin sollen weitere Messungen installiert und ausgewertet werden, sowie eine Lebenszyklusanalyse des Gebäudes durchgeführt werden.

Die Zwischenergebnisse zeigten, dass der Energieverbrauch der „Molkereistraße“ in vergleichbarem Niveau mit anderen Passivhäusern in Österreich und Deutschland liegt. Durch das Energiemonitoring konnten Fehler in der Regelung und Betriebstechnik aufgezeigt werden und entsprechende Maßnahmen zur Steigerung der Gesamtenergieeffizienz gesetzt werden. Mehr als 80 % der Studenten fühlt sich im Passivhaus wohl. Aus den Befragungsergebnissen können effektive Maßnahmen abge-

leitet werden um die Zufriedenheit in der Molkeriestraße und in zukünftigen Passivhäusern zu steigern.

## **6. Literatur**

- (1) LEXER, Wolfgang, 2004. *Zerschnitten, versiegelt, verbaut? Flächenverbrauch und Zersiedelung versus nachhaltige Siedlungsentwicklung*. Fachtagung GRÜN Stadt GRAU. 21. - 22. Oktober, 2004. Umweltbundesamt Wien
- (2) SCHNIEDERS, Jürgen, 2003. *CEPHEUS - measurement results from more than 100 dwelling units in passive houses*. ECEE 2003 Summer Study - Time to turn down energy demand.

Das Forschungsprojekt wird mit der dankenswerten Unterstützung von der Wiener Wohnbauforschung, ÖAD, teamgmi, ARWAG, MIGRA, Fernwärme Wien und Uni Wuppertal durchgeführt.