



Passiv- und Niedrigstenergiegebäude können mit den verschiedensten Materialien hergestellt werden. Wie schneidet dabei die Ziegelbauweise im Vergleich zu anderen Bauweisen ab? In einer Studie des IBO im Auftrag des Fachverbands der Stein- und Keramischen Industrie Österreichs wurden der ökologische Aufwand für Herstellung, Instandhaltung und Betrieb verschiedener Bauweisen verglichen.

## Das Untersuchungsobjekt

Als Untersuchungsobjekt haben wir einen mehrgeschossigen Wohnbau mit 5 Wohneinheiten und Kellergeschoß in Passivhaus-Bauweise mit hohen Verglasungsflächen nach Süden gewählt. Die Gebäudegeometrie entspricht dabei einem (in Mischbauweise) realisierten Gebäude. An Hand dieses Gebäudes haben wir unterschiedliche Ziegelbauweisen untersucht: von der einschaligen Ziegelwand über mehrschalige Wände mit unterschiedlichen Dämmmaterialien bis zur Lehmsteinwand, die derzeit gerade im Rahmen des Projekt „Lehm konkret“ entwickelt wird (siehe ibo-Magazin 4/2005). Verglichen haben wir diese Ziegelbauweisen mit dem tatsächlich ausgeführten Gebäude (Mischbauweise), einem konventionellem Stahlbetonbau und zwei Holzbauten (Details zu den Aufbauten siehe nebenstehender Kasten).

Der Betrachtungszeitraum beträgt 100 Jahre. Baustellentransporte, Belastungen durch Aushub und Montage und die Entsorgung der Baustoffe sind in der Berechnung nicht enthalten. Die Belastungen für die Herstellung der Heizanlage sind im „Betrieb“ enthalten.

## Beheizung

Abgesehen von den beiden Varianten in einschaliger Ziegelbauweise und der Ziegelaußenwand mit 20 cm Wärmedämmung wiesen die thermischen Hüllen aller Gebäude dieselben U-Werte wie das realisierte Gebäude auf. Wärmebrücken, die v.a. in einschaliger Bauweise auftreten können, wurden für die Heizwärmebedarfsberechnung nicht berücksichtigt. Für die Ziegelvarianten wurde eine dynamische Simulation (TRNSYS) zur Bestimmung des Heizwärmebedarfs durchgeführt. Da der

## Bilanzierungsrahmen

Bewertet wurden die Gebäude mit den drei Ökokennzahlen „Primärenergiebedarf nicht erneuerbar“, „Treibhauspotential“ und „Versauerungspotential“, das sind jene drei Ökokennzahlen, die auch zur Berechnung des OI3 in der Salzburger, Niederösterreichischen und Vorarlberger Wohnbauförderung herangezogen werden. Die Ökokennzahlen wurden mit dem Software-Programm EcoSoft berechnet, das eine (im Vergleich zu den OI3-Datenbanken der Wohnbauförderungen) aktualisierte IBO-Baustoff-Datenbasis (08/2005) enthält [ECOSOFT 08/2005]. Diese beruht auf überarbeiteten Sachbilanzen der Basisprozesse [Ecoinvent 2003], im Rahmen des Passivhausbauteilkatalogs [IBO 2004] aktualisierten Baustoffdaten und aktuellen Faktoren zur Berechnung der Wirkungskategorien [Guinee 2001, Ecoinvent 2003]. Berücksichtigt werden die ökologischen Aufwände für die Herstellung der Baustoffe inklusive Erneuerung und die Beheizung des Gebäudes. Für die Lebensdauer der Bauteilschichten wurden Kennwerte aus [IBO 2004] verwendet, die großteils aus [Leitfaden 2004] entnommen wurden.



- **„Massiv Stahlbeton konventionell“:** Stahlbetonbauweise mit konventionellen Baustoffen wie beispielsweise EPS, Polymerbitumenabdichtung, Kunststofffenster etc. (Variante 1)
- **„Mischbau teilweise nachwachsend“** (Stahlbetonskelettbauweise mit äußerer Hülle in Leichbauweise mit teilweise Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (Variante 2)
- **„Leichtbauweise nachwachsend“:** Rahmenbauweise mit Massivholzdecken, ökologische Dämmstoffe, Keller in ökologisch optimierter Massivbauweise, Holzfenster etc. (Variante 3)
- **„Ziegel 20 EPS 30“** in Passivhausbauweise: 20 cm Ziegel mit EPS- Fassadendämmung 30cm, U-Wert wie in Vergleichskonstruktionen U-Wert > 0,15W/m<sup>2</sup>K (Variante 4)
- **„Ziegel 50 monolithisch“:** Einschalige Ziegelwand 50 cm mit 4 cm EPS-Thermo-Außenputz, U-Wert 0,17 W/m<sup>2</sup>K (Variante 5)
- **„Ziegel 50 monolithisch“:** Einschalige Ziegelwand 38 cm mit 4 cm EPS-Thermo-Außenputz, U-Wert 0,25 W/m<sup>2</sup>K (Variante 6)
- **„Ziegel 30 EPS 20“:** 30 cm Ziegelwand mit 20 cm EPS-Fassadendämmung, U-Wert 0,17 W/m<sup>2</sup>K (Variante 7)
- **„Ziegel 20 MSP 30 Öko“:** 20 cm Ziegelwand mit Mineralschaumplatte, alle anderen Bauteile in Ziegelbauweise mit ökologisch vorteilhaften Baustoffen (z.B. Zellulose-dämmung, Schafwolle zur Schalldämmung etc. (Variante 8)
- **„Lehmziegel 20 MSP 30 Öko“:** Wie vorhergehende Variante, alle vertikalen Massivbauteile über Erdniveau werden mit Lehmziegeln ausgeführt. (Variante 9)
- **„Leichtbau konventionell“:** Konstruktiv wie „Leichtbau nachwachsend“ Ersatz der Dämmstoffe durch Mineralwolle, Ersatz der Diagonalschalung durch Holzwerkstoffplatten, Abdichtung Polymerbitumen, Keller inkl. Kellerdecke in Massivbauweise konventionell. (Variante 10)

Abb. 1: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar des Gebäudes mit Erdgasheizung [MJ]

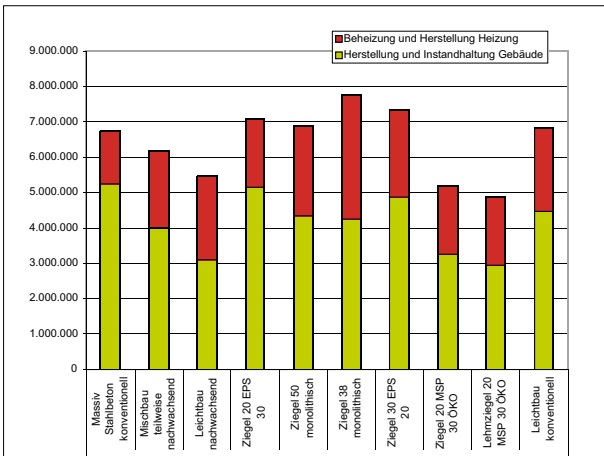


Abb. 2: Treibhauspotential des Gebäudes mit Erdgasheizung [kg CO<sub>2</sub> äquiv.]

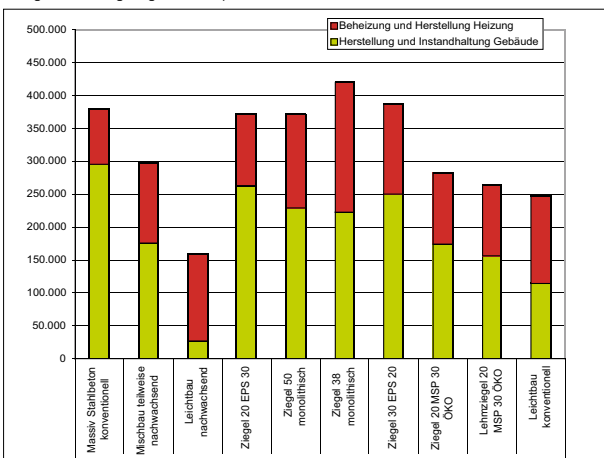
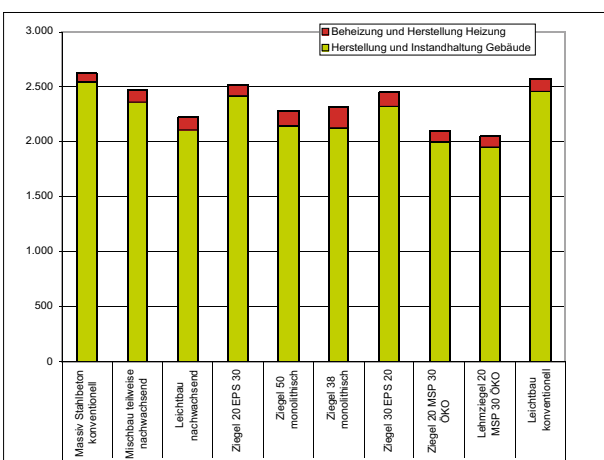


Abb. 3: Versauerungspotential des Gebäudes mit Erdgasheizung in [kg SO<sub>2</sub> äquiv.]



Heizwärmebedarf insgesamt niedrig ist, wirken sich die relativen Unterschiede in Bezug auf die wirksame Speichermasse verhältnismäßig stark aus. Die Annahmen der Simulation waren: Solltemperatur durchgehend 20 °C, Klima Wien, Innere Wärmen 2,1 W/m<sup>2</sup> durchgehend. Als Heizsysteme wurden Erdgas- und Holzheizung gewählt. Da beide Heizsysteme zu vergleichbaren Aussagen führten, werden im vorliegenden Artikel nur die Ergebnisse mit Erdgasheizung präsentiert.

Systemgrenzen

Die Ergebnisse sind vor dem Hintergrund folgender Rahmenbedingungen zu interpretieren:

- Es wurden 3 ökologische Wirkungen betrachtet, die nur einen bestimmten Teil aller Umweltwirkungen abbilden können. Eine Reihe von wichtigen Umweltkriterien, die derzeit nur qualitativ oder semiquantitativ erfasst werden können, sind nicht enthalten (z.B. Abfälle, Gesundheitsverträglichkeit).
- Die Konstruktionen haben großteils denselben U-Wert, unterscheiden sich aber z.T. sehr deutlich in anderen bauphysikalischen Eigenschaften (Schallschutz, Brandeigenschaften etc.).
- Die Angabe der Instandhaltungszyklen ist mit großen Unsicherheiten verbunden.
- Das Gebäude ist in Niedrigstenergie- bzw. Passivhausstandard ausgeführt: Bei konventionellen Neubauten würden sich die Belastungen durch den Betrieb ca. verzehnfachen, die Belastungen durch die Errichtung aber höchstens halbieren.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die Belastungen in Herstellung und Instandhaltung kann im Vergleich festgehalten werden:

- In der hochwärmedämmenden Bauweise sind die Umweltbelastungen durch die Beheizung so gering, dass sie von den Umweltbelastungen aus der Herstellung und Instandhaltung übertroffen werden.
- Gebäude, deren Außenwände Passivhaus-Standard nicht erreichen, weisen aufgrund des höheren Heizwärmebedarfs erwartungsgemäß auch höhere Umweltbelastungen auf.
- Da Erdgasheizungen sehr geringe Mengen an Schwefel- und Stickstoffdioxid emittieren, zeigen sie vergleichsweise geringe Belastungen im Versauerungspotential.



- Die ökologisch optimierten Gebäude in Ziegel- und Leimbauweise zeigen sehr geringe – mit dem Leichtbau vergleichbare – Umweltbelastungen. Abgesehen vom Treibhauspotential ist das Gebäude mit Lehmziegelwänden und Ziegeldecken das ökologisch günstigste der betrachteten Gebäude.
  - Die Leichtbauweise besitzt erwartungsgemäß sehr geringe Belastung beim Treibhauspotential, da das während des Wachstums gespeicherte CO<sub>2</sub> gutgeschrieben wurde.
- Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Belastung durch Herstellung und Instandhaltung weniger von der Bauweise, d.h. Massiv-, Misch- oder Leichtbauweise, sondern vielmehr von der Wahl der Konstruktionen und der darin eingesetzten Baustoffe abhängt.

#### Literatur

- [Guinee 2001] Guinee, J et al: „Life cycle assessment“, final report. Leiden 2001
- [Ecoinvent 2003] Frischknecht, R. et al: „Ecoinvent“. Zürich 2003
- [Ecosoft 08/2005] IBO: Programmpaket Eco-soft, Wien 2005
- [IBO 1999] Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Mötzl, H.; Mück, W.; Torghele, K.; Waltjen, T.; Zelger, T.: „Ökologischer Bauteilkatalog“. Springer Wien 1999
- [IBO 2000] Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Mötzl, H.; Zelger, T.: „Ökologie der Dämmstoffe“. Springer Wien 1999
- [IBO 2004] Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Mötzl, H.; Pokorny, W.; Torghele, K.; Waltjen, T.; Zelger, T. und MitarbeiterInnen: „Ökologischer Passivhausbauteilkatalog“. Endbericht Programmlinie Haus der Zukunft, Wien 2004
- [IBO 2005] Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Zelger, T., Rohregger G.: „Passivhaus und Niedristergiegegebäude in Niedrigstenergiegebäude in Ziegel-Massivhausweise - Ein ökologischer Vergleich zu anderen Bauweisen“. Endbericht, Wien 2005
- [Kohler 1995] Kohler, N., Klingele, M. (Hrsg.): „Baustoffdaten - Ökoinventare“. Karlsruhe/Weimar/Zürich 1995
- [Leitfaden 2004] Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen Abteilung Bauwesen und Städtebau der Bundesrepublik Deutschland 2004
- [Zelger 2000] Zelger, T.; Waltjen, T.; Mötzl, H.; Obermayer, J.: „Das Passivhaus aus nachwachsenden Rohstoffen“, in Tagungsband zur 4.Passivhaustagung Kassel 2000

Bearbeitung: Thomas Zelger, Gabriele Rohregger  
 Artikel: Hildegund Mötzl  
 IBO GmbH