



# Forschungsprojekt

Netzwerk Massivblock 20+

Energieeffizienz und Ökologie  
von Häusern in Massivholzbauweise



# ARGE Blockhausbau



## Mitglieder

### AUER HOLZBAU GmbH & Co KG

Fischbach 85 | A-5441 Abtenau  
Tel. +43/(0)6243/23 87 | Fax +43/(0)6243/23 87-4  
t.hartl@auer-holzbau.at  
www.auer-holzbau.at

### HOLZBAU HERBST GmbH & Co KG

A-5091 Unken 33  
Tel. +43/(0)6589/42 72 | Fax +43/(0)6589/42 72-17  
info@herbst-holzbau.at  
www.herbst-holzbau.at

### HOLZBAU MAIER GmbH & Co KG

Gewerbestr. 171 | A-5733 Bramberg  
Tel. +43/(0)6566/72 64-66 | Fax +43/(0)6566/72 64-27  
holzbau@maier.at  
www.maier.at

### P. LIENBACHER HOLZBAUWERK GmbH

Unterlangenberg 34 | A-5431 Kuchl  
Tel. +43/(0)6244/63 50 | Fax +43/(0)6244/63 50-14  
lienbacher@kuchler-blockhaus.at  
www.kuchler-blockhaus.at

### PONGAUER HOLZBAU JÄGERZAUN GmbH

A-5541 Altenmarkt im Pongau 119  
Tel. +43/(0)6452/64 65 13 | Fax +43/(0)6452/63 77  
prommegger@pongauer-holzbau.at  
www.pongauer-holzbau.at

### WEINBERGER ABTENAU GmbH

Schratten 44 | A-5441 Abtenau  
Tel. +43/(0)6243/440 50-0  
office.abtenau@weinberger-holz.at  
www.weinberger-holz.at

### Auftraggeber:

ARGE Blockhausbau

### Forschungsprojekt:

21502-719/83/2009 Netzwerk Massivblock 20+

### Inhalt:

Kurzzusammenfassung der Abschlussberichte zu den Teilprojekten

- Testhäuser
- Thermografie und Wärmeströme
- Vergleich Heizenergiebedarf einschaliger Blockhäuser
- Massivholzhäuser: Ökobilanz und Energieeffizienz

### Verfasser:

Dipl.-Ing., Josef Egle

### Bildquellen:

- Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg (bvfs)
- Deutscher Massivholz- und Blockhausverband e.V.
- Egle Engineering
- Holzbau Herbst GmbH & Co KG
- Holzbau Maier GmbH & Co KG

### Forschung:

- Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg (bvfs)  
Projektleitung Testhäuser: Dipl.-Ing. Robert Preininger
- Egle Engineering
- Kooperationsmanagement: Ing. Dr. Winkler-Rieder Waltraud,  
ÖAR Regionalberatung GmbH

# Inhalt

## I — Ausgangslage

## 2 — Zielsetzung

## 3 — Forschungsergebnisse

### 3.1. Heizenergiebedarf Testgebäude

### 3.2. Heizenergiebedarf einschaliger Blockhäuser

### 3.3. Massivholzhäuser: Ökobilanz und Energieeffizienz

## 4 — Fazit und Ausblick

Dieses Projekt wurde von der Europäischen Union Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie dem Land Salzburg aus dem RWF-Programm mitfinanziert.



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung  
Förderungen für Salzburg





# 1

## AUSGANGSLAGE

Grundlage für öffentlich-rechtliche Nachweise zur Energieeffizienz von Gebäuden in Salzburg, Österreich und der Europäischen Union sind definierte Grenzwerte zum Energieverbrauch. Diese dürfen nicht überschritten werden. Bei Neubauten ist der Heizenergiebedarf immer per Berechnung zu ermitteln.

In Österreich und somit auch in Salzburg können einschalige Blockhäuser derzeit nicht wirtschaftlich realisiert werden, da nach den geltenden OIB-Richtlinien zusätzlich der U-Wert von Außenwänden begrenzt ist. Die vorliegende Studie belegt, dass einschalige Blockaußenwände weit weniger Heizenergie benötigen als aufgrund der rechnerischen U-Werte zu erwarten wäre und Blockhäuser durchaus die Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erfüllen.

Überwiegend wird bei diesen vorgeschriebenen Grenzwerten das Gebäude als Gesamtheit betrachtet (z.B. Transmissionswärmeverluste, Heizenergiebedarf, Endenergiebedarf). Gemäß den geltenden OIB-Richtlinien sind Maximalwerte auch für einzelne Bauteile einzuhalten. So darf bei Außenwänden der Wärmedämmwert (U-Wert) maximal  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  betragen.

Für die Herstellung von Blockhäusern und Vorprodukten verfügt das Bundesland Salzburg über mehrere namhafte handwerkliche und mittelständische Fachunternehmen. Diese exportieren Vorprodukte und Hausbausätze in zahlreiche europäische Staaten. Aufgrund des vorgeschriebenen Wärmedämmwertes ist jedoch die Realisierung solcher Bauarten im Heimatmarkt Salzburg bzw. Österreich nicht möglich. Ausgehend von den anerkannten Regeln der Technik müssten einschalige Blockwände eine Dicke von etwa 350 mm aufweisen, wodurch eine solche Bauweise nicht mehr wirtschaftlich umsetzbar ist.

Zahlreiche Beobachtungen, Praxiserfahrungen und Voruntersuchungen legten den Schluss nahe, dass der tatsächliche Heizenergieverbrauch bei Blockhäusern erheblich niedriger liegt als nach normkonformen Berechnungen. Darüber hinaus gelten diese Bauarten als überaus ökologisch und werden wegen ihres überdurchschnittlich behaglichen Wohnklimas sehr geschätzt.

# 2

## ZIELSETZUNG

Das übergeordnete Ziel der Forschungs- und Untersuchungsarbeiten von Netzwerk Massivblock 20+ war die Analyse des Energieeffizienzverhaltens von Massivholzkonstruktionen, auch im Vergleich zu anerkannten technischen Berechnungsgrundlagen.

Heizenergiebedarf und thermische Behaglichkeit wurden an zwei Testgebäuden in Blockbau – bzw. Holzleichtbauweise analysiert, die von der ARGE Blockhausbau am Standort Bauakademie Salzburg errichtet wurden. Parallel dazu wurden Untersuchungen des Heizenergiebedarfs – Soll und Ist – an mehreren bestehenden Wohngebäuden durchgeführt.

Ebenso wurden die Auswirkungen der Materialauswahl bei Errichtung und Betrieb von Wohngebäuden im Sinne einer gesamtheitlichen Ökobilanzierung nach ISO 14044/14044 ermittelt.





## 3.1 Heizenergiebedarf Testgebäude

Im südlichen Geländeteil des Bauakademie Salzburg wurden 2009 von der ARGE Blockhausbau zwei in Architektur und Größe identische eingeschossige Versuchsgebäude errichtet.



Südansichten der beiden Testgebäude



Gebäude mit Außenwänden in Massivblockbauweise



Gebäude mit Außenwänden in klassischer Leichtbauweise

Bei gleicher Ausführung von Fenstern, Eingangstüre sowie Boden- und Dachkonstruktion erhielt ein Gebäude Außenwände in Massivblockbauweise Dicke 200 mm, das Zweite Außenwände in klassischer Leichtbauweise. Beide Gebäude sind mit einer thermostatgeregelten elektrischen Niedertemperatur-Fußbodenheizung ausgestattet. Im Zeitraum November 2009 bis Mai 2011 wurden messtechnische Untersuchungen unter realen Außenklimabedingungen während der Winter- und Sommerperioden durchgeführt.

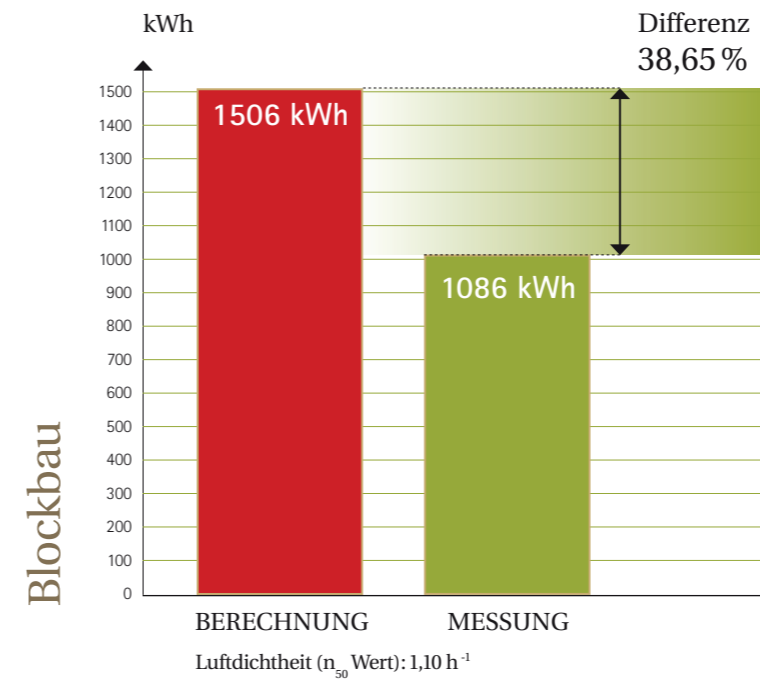
In beiden Gebäuden wurde die Luftdichtheit mit Blower-Door gemessen. Der  $n_{50}$ -Wert Holztafelbau betrug  $0,68 \text{ h}^{-1}$ , beim Blockhaus  $1,10 \text{ h}^{-1}$ . Bei beiden Gebäuden konnte die Luftdichtheitswirkung konform dem Stand der Technik energiesparend und als gut bezeichnet werden. Einzelleckageuntersuchungen zeigten keine signifikanten Schwachstellen in beiden Gebäudehüllen.

Während der kalten Jahreszeit hielt die Fußbodenheizung bei beiden Gebäuden (ohne Fensterlüftung) eine konstante Innenlufttemperatur von  $20^\circ\text{C}$ . Es wurde der Stromverbrauch der Fußbodenheizung in beiden Testgebäuden erfasst und dem rechnerisch erforderlichen Heizenergieverbrauch gegenübergestellt.

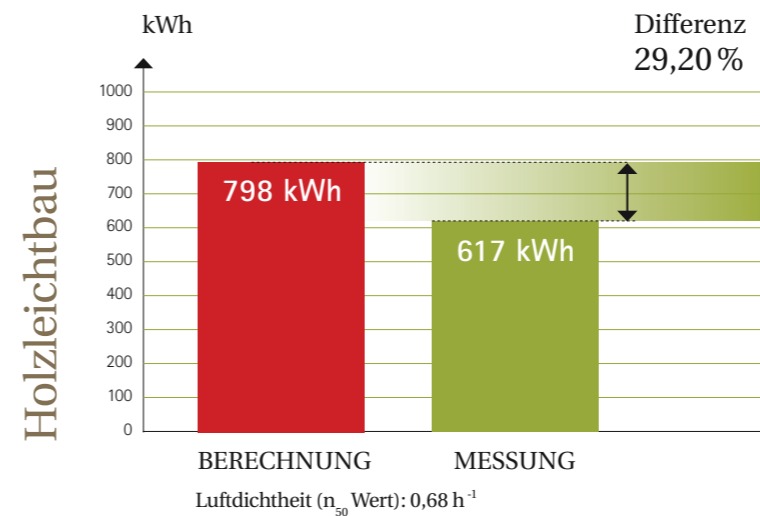
Solare Gewinne durch Fenster und Tür sind in beiden Gebäuden berücksichtigt. Für den Zeitraum 11/2009 bis 02/2010 lag der tatsächliche Heizenergieverbrauch etwa 39% unter dem rechnerisch ermittelten Wert. Bei der Konstruktion, dessen Boden- und Dachgruppe ebenfalls aus Massivholzplatten besteht, betrug die Differenz rund 29%.

### Gegenüberstellung des Heizenergiebedarfes in den Testgebäuden

Messzeitraum: 19. 11. 2010 – 11.30 Uhr bis 1. 2. 2011 – 15.00 Uhr



Der tatsächliche Heizenergiebedarf über 74 Wintertage lag beim Blockbau rund 39% unter dem Wert, der sich bei Berechnung nach OIB-Richtlinien ergeben hätte.



Der tatsächliche Heizenergiebedarf über 74 Wintertage lag beim Holzleichtbau rund 29% unter dem Wert, der sich bei Berechnung nach OIB-Richtlinien ergeben hätte.





### 3.2 Heizenergiebedarf einschaliger Blockhäuser

Unter Berücksichtigung eines strengen Kriterienkataloges wurde der Heizenergiebedarf von fünf Wohngebäuden in einschaliger Blockbauweise mit den nach den OIB-Richtlinien errechneten Wärmedämmwerten verglichen. Die Häuser mussten ihren tatsächlichen Heizenergieverbrauch über mindestens drei Jahre exakt dokumentiert haben.

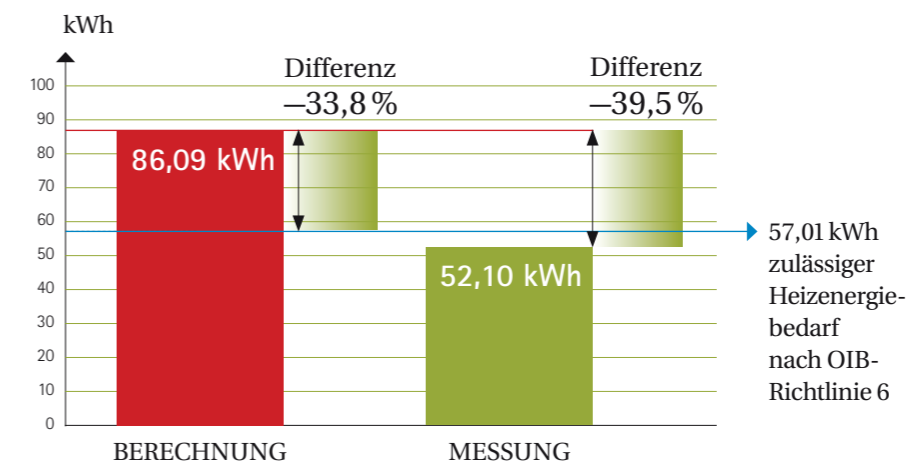
Niedrige Oberflächentemperaturen an der Außenseite in den Gebäudeecken und bei Boden- und Dachanschlüssen erzeugen „negative“ Wärmebrücken. Die Transmissionswärmeverluste werden durch diese Wärmebrücken nicht erhöht, sondern sogar reduziert.

Mehrmals während der Winterperioden wurde das Auskühl- und Aufheizverfahren beider Gebäude untersucht. Ausgehend von einem berechneten Wärmedämmwert (U-Wert) der Blockaußenwände, der um den Faktor 3,9 höher liegt als die Leichtbauwände, hätte im Blockhaus eine erheblich raschere Auskühlung stattfinden müssen als es tatsächlich der Fall war. Ergänzende Berechnungen von Wärmeströmen in den Außenwänden in Verbindung mit Infrarotthermografie zeigen ebenfalls ein signifikantes Ergebnis. Im Vergleich zur deutlich höher gedämmten Außenwand in Holzleichtbau hätte der gemessene Wärmestrom in der Blockaußenwand, bezogen auf die U-Werte, etwa doppelt so hoch ausfallen müssen.

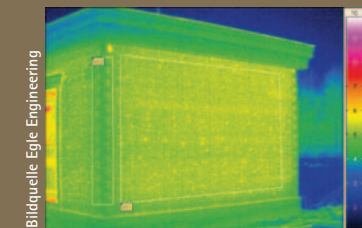
Anhand ausgewählter Infrarotthermogramme war darüber hinaus erkennbar, dass die Oberflächentemperaturen der Außenwände in den Gebäudeecken sowie bei Boden- und Flachdachanschlüssen deutlich niedriger lagen als in der ungestörten Fläche. Damit konnten bei beiden Testgebäuden eindeutig „negative“ Wärmebrücken nachgewiesen werden, die den Transmissionswärmeverlust sogar reduzierten. D.h. bei der Bewertung des tatsächlichen thermischen Verhaltens der beiden Testgebäude konnten üblicherweise vorhandene Wärmebrückenzuschläge weggelassen werden.

Die untersuchten Objekte wurden im Zeitraum 2003 bis 2006 errichtet. Alle waren in den Holzarten Fichte oder Kiefer mit einer Aussenwanddicke von 200 mm ausgeführt. Nach bestehenden Vorschriften wären diese Häuser für das Gebiet Salzburg bzw. Österreich durchwegs unzulässig. Die untenstehende Grafik zeigt die Durchschnittswerte der fünf untersuchten Objekte.

Durchschnittlicher Heizenergiebedarf bestehender Blockhäuser

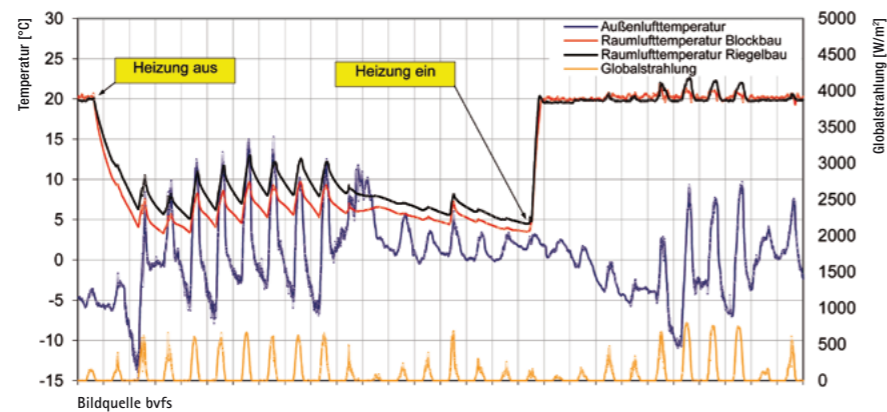


Der rechnerische U-Wert der Außenwände an den fünf untersuchten Blockhäusern lag erheblich höher als der zulässige Grenzwert 0,35 W/m²K. Dennoch unterschreitet der tatsächliche Heizenergiebedarf die nach OIB-Richtlinien zulässigen Werte um durchschnittlich 39,5%.



Wärmebrückeneffekte Blockwände

Auskühl- und Aufheizverhalten Februar 2011





## 3.3 Massivholzhäuser: Ökobilanz und Energieeffizienz

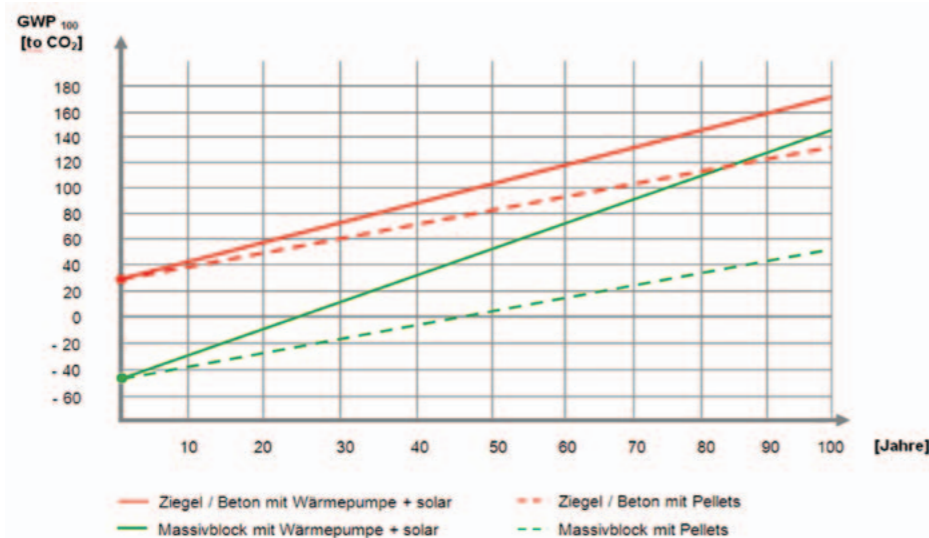
Im direkten Vergleich zu Ziegel-/Betonbauten weisen einschalige Blockhäuser eine optimale Gesamtökobilanz auf.

Die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz bei einschaligen Blockhäusern ist langfristig günstiger als z.B. bei hochgedämmten Ziegel-/Betonbauten.

Anzumerken ist hier jedoch folgendes: Die geltenden Verordnungen und Normen zum Wärmeschutz von Gebäuden beziehen sich ausschließlich auf Energieeffizienz und ökologische Aspekte während der Nutzungsphase.

Unter Verwendung von Datenbanken für ökologische Kennwerte (insbesondere baubook.at) wurden Vergleichsrechnungen für ein einschaliges Blockhaus (Außenwanddicke 200 mm) und ein in Architektur und Größe exakt gleiches Ziegel-/Betongebäude im Niedrigstenergiestandard durchgeführt. Die Berechnungen zeigen, dass im Hinblick auf Primärenergie und Treibhausgase (CO<sub>2</sub>) für die Nutzungsphase die gewählte Heizungsart von ausschlaggebender Bedeutung ist. Betrachtet man die Ökobilanz so können Gebäude aus ökologisch ungünstigen Baustoffen, trotz ressourcenschonender Heizung eine negative Entsorgungsbilanz aufweisen. Im vorliegenden Berechnungsbeispiel war die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz des einschaligen Blockhauses sowohl bei Wärmepumpen- als auch Pelletseinsatz trotz des höheren Heizenergiebedarfs nach einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren günstiger als bei der Ziegel-/Betonbauweise.

Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanzen



Bildquelle Egle Engineering

Die ausschließliche Bewertung von Gebäuden während der Nutzungsphase im Hinblick auf Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial ist nur die halbe Wahrheit. Um eine Gesamt-Ökobilanz von Häusern in Massivholzbauweise zu berechnen sind mehrere Faktoren ausschlaggebend: Je höher der Gebäude-Dämmstandard, umso mehr steigt der Einfluss von Materialauswahl und Herstellerprozess, sowie des Faktors Entsorgung.

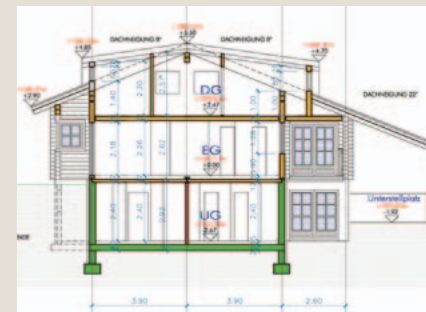
Wenn es den europäischen Staaten mit Klimaschutz und Ressourceneinsparung ernst ist, dann müssten in diesem Punkt erhebliche Nachbesserungen an der Richtlinie EPBD oder in den nationalen Regelwerken vorgenommen werden. Nach Stand der Dinge werden thermische Anforderungen an Einzelbauteile auch in Zukunft in Österreich Bestand haben. Bezogen auf Außenwände wäre eine Holzdicke von etwa 350 mm erforderlich, sofern das Prinzip von einstofflichen Wänden in Massivholz erhalten werden soll. Das Bundesland Salzburg ist stolz, dass es über zahlreiche namhafte Hersteller- und Zulieferunternehmen aus Salzburg im Holzblockbau verfügt. Während einschalige Blockwände in der Bauherrngunst international derzeit starken Zuwachs erfahren, kann diese Bauweise in Salzburg bzw. Österreich aus wirtschaftlichen Gründen zur Zeit nicht ausgeführt werden.

Die Beobachtung und Vermutung, dass Gebäude mit Außenwänden allein aus Massivholz deutlich weniger Energie verbrauchen als berechnet, konnte sowohl an den Testgebäuden als auch bei errichteten Wohnhäusern klar bestätigt werden. Die Unterschreitungen des berechneten Heizenergiebedarfs beim Testgebäude sowie den bewohnten Häusern stimmten mit ca. 39% sehr gut überein. Diese erheblichen Unterschreitungen können mit dem Nutzerverhalten allein nicht begründet werden.

Erste überschlägige Betrachtungen von Wärmebrücken zeigen, dass diese einen enormen positiven Beitrag zur Energieeffizienz von Massivholzwänden leisten. Der tatsächliche und effektive Wärmestrom, bezogen auf die Gesamtfläche unter Einbeziehung aller Anschlüsse und Übergänge, fällt wesentlich niedriger aus als nach den berechneten U-Werten der ungestörten Flächen. Diese Zusammenhänge haben sich in der letzten Projektphase als sehr bedeutend herauskristallisiert und sollten weiter vertieft werden. Hierin liegt auch die wahrscheinlichste Ursache für die gravierenden Abweichungen zwischen Berechnungen einerseits und tatsächlichem thermischen Verhalten andererseits.

Zusammenfassend die Erkenntnis dieser Studie: Unter Berücksichtigung der realen Wärmeströme einschließlich aller Anschlüsse und Übergänge sind bei einschaligen Blockaußenwänden üblicher Dicke (z.B. 200-240 mm) voraussichtlich resultierende U-Werte unterhalb des Grenzwertes 0,35 W/m<sup>2</sup>K zu erwarten!

Der tatsächliche Heizenergieverbrauch bei Bauten mit maßgeblichem Massivholzanteil ist erheblich niedriger als nach normkonformen Berechnungen. Die rechnerischen U-Werte in den ungestörten Flächen geben das tatsächliche Wärmeverhalten dieser Bauteile nicht korrekt wieder.





## ARGE BLOCKHAUSBAU

c/o HOLZBAU MAIER

Gewerbestr. 171 | A-5733 Bramberg

Tel. +43/(0)6566/72 64-66 | Fax +43/(0)6566/72 64-27

holzbau@maier.at | www.maier.at