SALZBURGER BLOCKHAUSBAU

BLOCK HAUS-BÜRO DR. BARTH
www. blockhaus-barth.de

# Das Salzburger Modulwand-Haus: eine Innovation aus 100 % Holz

In der Praxis des Massivholzbaues gibt es Fälle, die aufgrund der architektonischen Wünsche und Vorstellungen des Kunden mit dem Blockbau einfach nicht oder nur mit mängelverursachenden Hilfslösungen bzw. mit unverhältnismäßigem Kostenaufwand realisiert werden können.

Der traditionelle Blockhausbau ist so z. B. auf bestimmte Wandkonfigurationen und Decken-Spannweiten beschränkt sowie auf maximal 2 Vollgeschosse.

Für Freunde des massiven Holzbaues, die moderne Hausentwürfe mit großen Glasfronten, unterschiedlichen Materialkombinationen für die Oberflächen und großzügigen Raumlösungen bevorzugen wurde deshalb das Salzburger **Modulwand-Haus**, kurz das **Modulhaus**, entwickelt.

Ausgehendend von massiv aus Holz gefertigten Binderholz-Mehrschichtplatten (BBS) werden komplette Modul-Wände im Werk vorgefertigt, die dann in 1 bis 3 Tagen auf der Baustelle zum kompletten Massivholz-Rohbau vereinigt werden.

Die Mehrschichtplatten von 75 bis 300 mm Stärke können in Sichtqualität verschiedener Hölzer geliefert, aber auch mit Naturdämmstoffen (Holzweichfaser, Flachs) und Fassadenverkleidungen in Holz oder Putz versehen werden. Damit ist der gewünschte U-Wert sowie die Speicherfähigkeit der Wand in einem weitem Bereich bis zum Plus-Energie-System variierbar.

**Außenwand mit Holzfassade**

**U-Wert der Wand: 0,12 bis 0,22 W/m²K**
(abhängig von der Stärke der Mehrschichtplatte und der Dämmstärke)

Wandaufbau
- BBS-Massivholzplatte 7,5 bis 30 cm
- Wärmedämmung (Naturdämmstoff) in variabler Stärke
- Winddichtung
- Lattung (Hinterlüftungsebene)
- Holzschalung (Material und Design variabel, z. B. Lärche-Stülpschalung, Blockhausprofil, Rundbohlenprofil etc.)

Da jedoch auch massive Decken- und Dachplatten vorzugsweise als 5-Schichtplatte im Bereich von 150 bzw. 100 mm zum Einsatz kommen, hat man beim Salzburger **Modulhaus** einen noch größeren Holzeinsatz als beim massiven Blockhaus – und dass zu einem vergleichsweise günstigen Preis.

**Außenwand mit Putzfassade**

**U-Wert der Wand: 0,12 bis 0,22 W/m²K**
(abhängig von Modulwand und Dämmstärke)

Wandaufbau
- BBS-Massivholzplatte 7,5 bis 30 cm
- Wärmedämmung, Stärke variabel
- Putzträgerplatte 4 cm
- Spachtelung
- Außenputz

Durch diesen zusätzlichen Einsatz von Massivholz werden folgende bauphysikalischen und wohnhygienischen Parameter zusätzlich positiv beeinflusst bzw. in ihrer Wirkung verstärkt:

## Der Wärmeschutz

Mit dem Salzburger **Modulhaus** können **Niedrigenergie-, Passivenergie- und Plusenergiebauten** errichtet werden.

Die Konstruktionen erreichen alle üblichen Wärmedämmwerte und führen aufgrund des diffusionsoffenen Aufbaues und der Eigenschaft, Spitzenwerte der Raumluftfeuchte dämpfen zu können, zu einem behaglichen und ausgeglichenen Raumklima.

Da jedes Wandelement winddicht ist, werden die Anforderungen an Winddichtheit der Gebäudehülle bei fachgerechter Ausführung bereits mit dem Rohbau erfüllt und so den heutigen und zukünftigen energetischen Anforderungen Rechnung getragen.

Im Verhältnis zu seinem Gewicht sind die Modulplatten eines der leistungsfähigsten Konstruktionsmaterialien. Das geringe Gewicht erleichtert den Transport sowie die Handhabung und spart daher Energie und Kosten.

## Die Wasserdampfdiffusion

Die Salzburger **Modulhaus**-Wand ist **diffusionsoffen** und lässt daher die Eigenbewegung des Wasserdampfes durch Außenbauteile zu. Diese bauphysikalisch positive Eigenschaft, verbunden damit, Raumluftfeuchtigkeit ohne Schaden aufnehmen zu können (Sorptionseigenschaft), trägt maßgebend zu einem wohnbehaglichen und ausgeglichenen Raumklima bei.

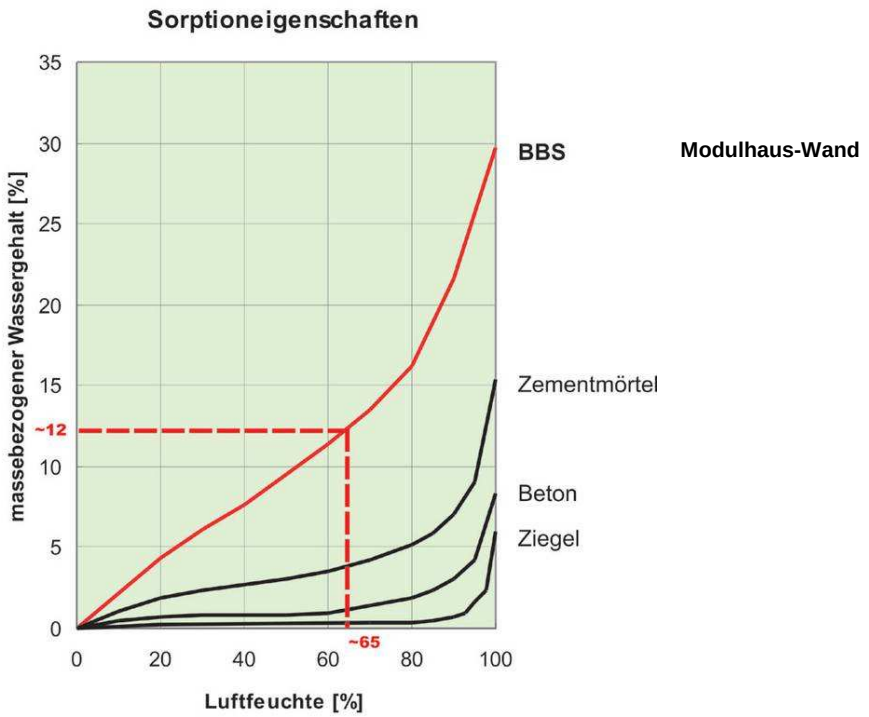
Die vollflächigen Klebstofffugen der tragenden Brettsperrholzplatte sind diffusionsoffen. Versuche des Klebstoffherstellers beweisen, dass die übliche Klebstofffuge denselben Diffusionswiderstand aufweist wie ein 35 mm dickes Fichtenbrett. Die komplette **Modulhaus**-Wand ist demnach diffusionsoffen, wirkt aber dampfbremsend.

Diese beiden positiven Eigenschaften sind für ein behagliches Wohnklima wichtige Kriterien. Grundsätzlich werden die **Modulhaus**-Konstruktionen ohne Dampfsperren ausgeführt.

Die Wand reagiert auf sich ändernde Raumklimaverhältnisse, passt sich diesen gut an und trägt so zu einem wohnbehaglichen Raumklima bei. Vor allem wirkt sie dämpfend auf Spitzenwerte der Raumluftfeuchte.

Beispiel: 1 m³ der Massivholzplatte speichert bei einer Raumlufttemperatur von 20℃ und einer Erhöhung der relativen Luftfeuchte von 55 % auf 65 % rund 7 Liter Wasser. Ändert sich die relative Luftfeuchte von 80 % auf 55 %, so gibt 1 m³ rund 9 Liter Wasser an die Raumluft ab.

Bei all diesen Vorgängen wird die **Modulhaus**-Wand als Baumaterial nicht beschädigt, wirkt dämpfend auf Feuchteschwankungen und gleicht so das herrschende Raumklima aus.

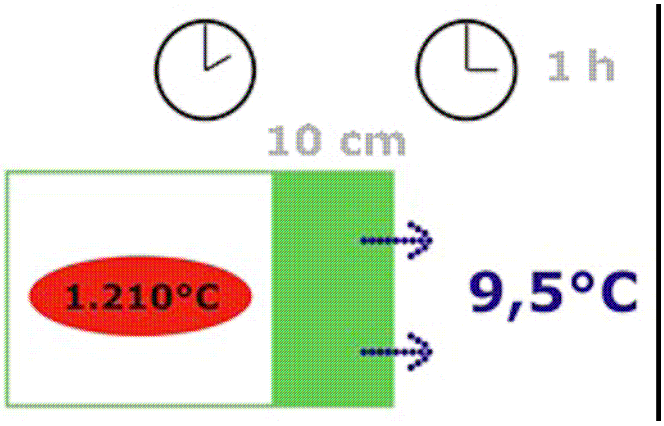


## Der Brandschutz

Die tragende Massivholzplatte brennt sicher mit 0,67 mm pro Minute und ist so für jede Branddauer genau berechenbar. Die Elementanschlüsse sind gas- sowie rauchdicht und lassen keinen Durchbrand zu. Die **Modulhaus**-Raumzelle wirkt im Brandfall wie eine Kapsel. Rasche Brandausbreitung wird durch die solide und sichere Konstruktion verhindert. Der Brand bleibt im Raum. Aufgrund der noch höheren Brandsicherheit von Modulhäusern gegenüber herkömmlichen Holzhäusern, ist der Einsatz der **Modulhaus**-Wand besonders für öffentliche Gebäude, wie Kindergärten, Büro- und Hotelbauten geradezu prädestiniert.

Die meisten Brandopfer verbrennen nicht. Sie erliegen einer Rauchgasvergiftung. Das ist ein weiterer Grund, weshalb alle Längslagen der Elemente aus Einschichtplatten hergestellt sind. So muss das Feuer an jeder Stelle der Elemente gegen fugenlos massives Holz antreten. Die Gesamtkonstruktion ist gas- und rauchdicht.

Die **Modulhaus**-Wand brennt – aber sicher und berechenbar! Wenn es an einer Seite der Massivholz-Platte mit rund 1.210 ℃ brennt, so drin gen in 60 Minuten nur 9,5°C durch das 10 cm dicke BBS-Holz an die andere Seite durch.



Stellen Sie sich also vor, Sie bauen die BBS-Massivholzplatten als Dachelement ein und es hat außen sommerliche 35 ℃. Wie viel dieser Sommer hitze werden Sie in Ihrem Wohnraum spüren? Nichts – Sie haben eine kostenlose, natürliche Klimaanlage!

## Der Schallschutz

Obwohl im Einfamilienhausbau normalerweise keine erhöhten Anforderungen an den Schallschutz gestellt werden, so gibt es schon für Zweifamilienhäuser und für gewerbliche Bauten eindeutige Vorschriften für den Schallschutz.

Es ist hierbei zu unterscheiden zwischen dem **Luft- und** dem **Trittschallschutz**. Die Luftschallübertragung betrifft das Durchhören von Sprache, Musik etc. durch Wände und Decken, während bei der Trittschallübertragung die Gehgeräusche auf einer Decke in den Räumen darunter mehr oder weniger stark gehört werden.

Für Decken gilt allgemein: Man kümmere sich um einen ausreichenden Trittschallschutz. Ist dieser erreicht, ist auch automatisch ein ausreichender Luftschallschutz vorhanden.

Wir können Ihnen Konstruktionen empfehlen, welche alle Anforderungen des Schallschutzes erfüllen. So liegen die Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz bei Zweifamilienhäusern für die Luftschalldämmung bei >= 55 dB (bewertetes Schalldämm-maß) und für den zulässigen Trittschallpegel bei <= 46 dB (bewerteter Normpegel).

Hier ein paar praktische Beispiele, gemessen an einem zweigeschossigen Testgebäude mit Modulhaus-Wand- und –Deckenteilen:

Trenndecke

Beispiel A | Trittschallpegel = **46 dB** | Luftschalldämm-Maß = **65 dB**
Beispiel B | Trittschallpegel = **44 dB** | Luftschalldämm-Maß = **57 dB**

Trennwand

Beispiel A | einseitige Sichtqualität | Luftschalldämm-Maß = **67 dB**
Beispiel B | beidseitig Sichtqualität | Luftschalldämm-Maß = **62 dB**

Die Testgebäude wurden nach den empfohlenen BBS-Details errichtet. Die guten Ergebnisse bestätigen aber auch, dass mit der Salzburger **Modulhaus**-Wand sehr einfach luft- und winddichte Gebäudehüllen machbar sind.

Der Prüfingenieur erkennt Undichtheiten sofort. Das ist für die gesamte Bauphysik eines Gebäudes wichtig, wie zum Beispiel für den Wärme- oder Brandschutz. Und das ist nun wieder ein Grund, weshalb alle Längslagen der Elemente aus Einschichtplatten hergestellt werden.

## Luftdichtigkeit – Blower-Door-Messung

Diese Messung dient zur Überprüfung der Luftdichtheit eines Gebäudes. Der Test dauert etwa 4 bis 5 Stunden und ist eine kostengünstige Möglichkeit, die Bauqualität zu "messen".

Im Gebäude wird unterschiedlicher Druck erzeugt. Dazu wird ein Ventilator in eine Tür oder in ein Fenster eingebaut. Sogenannte Leckagen [undichte Stellen] können dann mit einem Strömungsmessgerät lokalisiert werden. Gemessen wird der Volumenstrom, der für die Aufrechterhaltung von 50 Pascal (Pa) Differenzdruck erforderlich ist (entspricht etwa dem tatsächlichen Differenzdruck bei Windstärke 5).

Dividiert man diesen Wert durch das Luftvolumen des untersuchten Gebäudes, so erhält man den sogenannten n50-Wert. Dieser Wert wird international für die Bewertung der Luftdichtheit von Gebäuden verwendet. Ein n50-Wert von 3 pro Stunde (3 $h^{-1}$ ) bedeutet, dass bei 50 Pa Differenzdruck das Luftvolumen des Gebäudes dreimal pro Stunde ausgetauscht wird. Dieser Wert gilt nach der deutschen EnEV 2007 als zulässiges Maximum für Wohn-Neubauten. Bei Niedrigenergiehäusern wird ein Wert von 1 bis 2 $h^{-1}$ und bei Passivhäusern von 0,1 bis 0,6 $h^{-1}$ gefordert.

Die Blower-Door-Messung des **Modulwand-**Hauses hat ohne zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen einen n50-Wert von 0,70 $h^{-1}$ ergeben. Das bestätigt ein Gutachten.

Das Haus wurde nach den vom Hersteller empfohlenen einfachen und kontrollierbaren Ausführungs-Details errichtet. Die Verwendung von EPDM-Dichtbändern und intelligente Installationsführungen führten zu diesem guten Ergebnis; und das ohne Folien oder aufwendige Anschlussdetails.

## Der Wärmedurchgangskoeffizient, kurz der U-Wert

Schon in der Rubrik Brandschutz haben wir dargestellt, dass von den 1.210℃ an eine r Seite der Wand nur 9,5℃ auf die andere Seite durc hgedrungen sind. Was passiert hier mit der Energie des Feuers? Diese wird beinahe zur Gänze von dem Wand-Element gespeichert!

"... und welchen U-Wert hat die **Modulhaus**-Wand?" Eine häufig gestellte Frage.

Was ist eigentlich der U-Wert? In der Norm heißt er Wärmedurchgangskoeffizient. Der U-Wert wird berechnet. Die **Modulhaus**-Wand ist ein massiver Baustoff, der Wärme gut dämmt und gleichzeitig hervorragend speichert. Das und vieles mehr wird bei der herkömmlichen Berechnung des statischen U-Wertes nicht berücksichtigt.

Aufschlussreich ist auch das vorgeschriebene Verfahren der **U-Wert-Messung**: Der U-Wert kann nach EN ISO 8990 im geregelten Heizkasten gemessen werden. Das sind 2 Boxen, die durch eine Wand aus leichtem Dämmstoff getrennt sind. In diese Wand wird ein 1 m² großes Wand-Element eingebaut. Nun wird Raum 1 konstant auf ca. 20℃ beheizt und Raum 2 konstant auf ca. 0℃ ge kühlt. Was passiert? Wärme fließt bekanntlich von warm nach kalt. Also von Raum 1 nach Raum 2 durch die Wand. Aus diesem Wärmefluss wird dann der U-Wert berechnet. Aber erst dann, wenn der Wärmefluss, man könnte auch Wärmeverlust sagen, konstant ist.

Wie schnell verliert nun die **Modulhaus-**Wand Wärme nach außen? Man wartet rund 140 Stunden, also knapp 6 Tage, bis nahezu konstanter Wärmefluss durch eine 211 mm stark BBS-Thermo-Wand stattfindet. Und erst jetzt darf der U-Wert ermittelt werden.

## Die Wärmespeicherung

Bei dem so geprüften U-Wert bleibt also der wichtige Effekt der Wärmespeicherung völlig unberücksichtigt. Der Versuch zeigt, dass ein großer Teil der aufgebrachten Heizenergie von der **Modulhaus-**Wand an der warmen Seite gespeichert und nur äußerst langsam nach außen transportiert wird.

Und was bei all diesen Versuchen auch keine Berücksichtigung findet: Die Salzburger **Modulwand-Häuser** stehen nicht im Labor, sondern im Freien - im Sommer und im Winter, bei Regen und bei Sonnenschein.

Es ist uns klar, dass der U-Wert für viele Interessierte und Kunden sehr wichtig ist. Davon hängen sehr viele Förderungen und Unterstützungen ab.

Trotzdem: Viel wichtiger wäre doch die Frage: „ ... und wie viel Energie verbraucht so ein **Modulhaus** tatsächlich?“

Wir sagen nicht, dass der U-Wert eine falsche Kenngröße ist. Wir zweifeln den U-Wert als solchen nicht an. **Wir stellen** aber **fest, dass der U-Wert, wie er derzeit nach den Normen berechnet wird, keine richtige Aussage über das Energieverhalten von Massivholzgebäuden trifft.**

**Blockhäuser** und das Salzburger **Modulhaus** verbrauchen deutlich weniger Energie als herkömmliche Berechnungen ergeben. Menschen, die darin wohnen, wissen bereits, dass es stimmt.

## Die Strahlungswärme

In der Praxis wirkt nun noch die natürliche Strahlungswärme auf die Gebäudehülle ein. Wie wirkt sich diese zusätzlich auf das thermische Verhalten des Hauses aus?

In den herkömmlichen Regelwerken zur Berechnung der Heizlast wird ein stationärer Zustand der Gebäudehülle unter Laborbedingungen vorausgesetzt. So werden im Bereich von Wand und Dach die passive Nutzung der Solarenergie, die Absorption der Solarstrahlung, deren Speicherung und damit die solar bedingten Energiegewinne nicht berücksichtigt.

Es gibt bereits Rechenmodelle, welche all das berücksichtigen. Der sogenannte **effektive U-Wert** der Gebäudehülle kann so berechnet werden. Je nachdem, ob eine Wand nach Norden, Süden, Osten oder Westen ausgerichtet ist, ergibt sich immer ein anderer effektiver U-Wert.

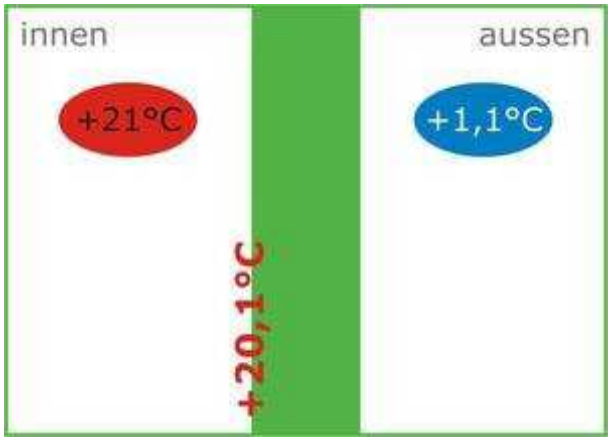
Im Winter, bei Minusgraden kann es an der Südseite sogar vorkommen, dass die **Modulhaus**-Wand außen durch die Absorption der Solarstrahlung sich soweit erwärmt, dass es zu keinem Wärmeverlust nach außen mehr kommen kann. Die Wärme von innen "staut" sich an der äußeren warmen Schicht.

Massivholz- Gebäudehüllen "wissen" nicht, dass Sie nach den herkömmlichen Regeln nicht berechenbar und daher nicht richtig bewertbar sind.

Das ist wie mit der Hummel. Sie hat 0,7 cm² Flügelfläche und 1,2 Gramm Gewicht.
Nach den bekannten Gesetzen der Aerodynamik ist es unmöglich, bei diesem Verhältnis zu fliegen. Aber die Hummel weiß das nicht; sie fliegt einfach!

## Die Behaglichkeitstemperatur

Bei einem 24 cm starken Massivholz-Element ist bei einer Raumtemperatur von +21℃ die Oberfläche +20,1℃ warm. Die **Behaglichkeitstemperatur** ist nach EN ISO 7730 definiert als Mittel aus Raum- und Oberflächentemperatur. Also im obigen Raum
[21 + 20,1]/2 = +20,5℃.




Baut oder beplankt man mit „kalten“ Materialien, so ergeben sich tiefere Temperaturen der Oberflächen. Um nun bei kalten Oberflächen die selbe Behaglichkeitstemperatur von +20,5℃ zu erreichen, muss die Raumtemperatur erhöh t werden.

Daraus resultieren wiederum höhere Energiekosten. Denn jedes Grad höhere Raumtemperatur lässt die Energiekosten um 5 % steigen. Während im Massivholzhaus Raumtemperaturen von 18 bis 19°C Behaglichkeit erz eugen, benötigt man im Steinhaus 21 bis 23 °C Lufttemperatur für den vergleichsweis e gleichen Behaglichkeitswert.

Welche Heizlastberechnung des Heizungsprojektanten berücksichtigt das?

Massivholz reagiert auf Temperaturschwankungen äußerst träge. Viele von uns empfinden Schwankungen der Raumtemperatur aber auch der Raumfeuchte als unangenehm. Wird es in einem Raum schnell kalt, wenn sich die Heizung abschaltet oder wird es darin unerträglich warm, wenn es draußen heiß wird, dann spricht man von Barackenklima. Massivholz schützt Sie sicher vor solchen Vorgängen - im Sommer wie im Winter.

Dies bestätigen Messungen der Auskühldauer verschiedener Wandaufbauten an der TU Graz (Versuchsanordnung: Außentemperatur – 10℃; In nentemperatur 21℃; Heizung wird abgeschaltet. Es wurde die Zeit ermittelt, bis die Wandoberfläche im Raum 0℃ erreicht hat.)

| | Eigenschaften | U-Wert | Auskühlzeit | Grafische Darstellung |
|---|---|---|---|---|
| **Ständerbau**, verschalt | Mineralwolle, 35 cm | 0,16 | 41 Std. | HH |
| **Ziegelwand,** verputzt | porosiert, 38 cm | 0,34 | 93 Std. | HHHHH |
| **Modulhaus-Wand** | Massivholz, 37 cm | 0,22 | 227 Std. | HHHHHHHHHHHHH |

## Die Strahlensicherheit

Wir sind zunehmend von **Hochfrequenzstrahlen** umgeben, wobei die Sende-Masten der Mobilfunkanbieter heute überall zu finden sind und ihre Strahlung mit den zu erwartenden Wirkungen auf den Menschen zunehmend in die öffentliche Diskussion geraten.

Hier wollte es der Zufall, dass ein Massivholzhaus-Hersteller feststellte, dass in einem Haus aus massiven Fichte-/Tanne-Wandelementen mit Lärchenholzschalung das Telefonieren mit dem Handy nicht mehr möglich war.

Daraufhin wurden Schirmdämpfungs-Messungen initiiert mit verschiedenen Hölzern und Wandstärken, wobei die Untersuchungen im D-Netz-Bereich (900 MHz-Frequenzen) und im Bereich von 1,8 bis 2,0 GHz (E-Netz, DECT-Telefon, UMTS-Netz) erfolgten.

Massive **Fichten-, Kiefern- und Lärchenholzwände** von 16 cm Stärke **schirmen** etwa doppelt so gut **vor** der **Strahlung** ab gegenüber einer typischen Fertighauswand in Holzrahmenkonstruktion von 23 cm Stärke, und zwar konkret zwischen etwa 90 % der Strahlung (Fichte) bis zu 95 % (Lärche).

Höhere Wandstärken bringen im D-Netzbereich nur einen geringen Dämpfungszuwachs, während im GHz-Bereich eine Abschirmung bis zu 99 % erzielt werden kann.

Diese Ergebnisse verblüfften sogar die Hochfrequenzfachleute, die mit den Untersuchungen betraut wurden.

Anzumerken wäre, dass beim Massivholz eine naturstofflich bedingte Abschirmung erfolgt, bei der die natürliche Nord-Süd-Polarität im Haus erhalten bleibt – es erfolgt somit keine Störung des Geo-Magnetfeldes. Am Markt angebotene Abschirmsysteme auf metallischer Basis (Gitter, Folien, Anstriche, Metalloxidzusätze in Ziegeln und Kalksandstein etc.) lassen den Erdmagnetismus im Hausinnern „verrückt“ spielen.

## Zusammenfassung

Das Salzburger **Modulhaus** mit seinem innovativem System von Wand-, Decken- und Dachelementen stellt eine der elegantesten Methoden dar, Wohnraum mit höchster Wohnqualität zu schaffen – vom **Ferienhaus** bis zur **Wellnes-Hotelanlage**.

Die Modulwand zeichnet sich durch die optimale Kombination von Holz und natürlichen Dämmstoffen aus. Die Anwendung von ausschließlich biologischen Materialien ist für den Bewohner spürbar und bietet ein unvergleichliches Wohnklima und damit verbundenes Wohlbefinden – und dass ohne zusätzliche technische Aufwendungen, wie Luft-Wärmetauscher, Klimaanlagen etc.

Ein hoher Vorfertigungsgrad und Präzision bei der Herstellung der einzelnen Elemente für das Haus in der eigenen Fertigungshalle ermöglichen eine äußerst kurze Bauzeit und eine damit verbundene Kostenreduktion.

## Wann dürfen wir Ihr Salzburger Block- oder Modulhaus planen und bauen?

Die Fertigungshalle für die Salzburger Block- und Modulhäuser

Rohbau eines kombinierten Wohnhauses in Modul- (EG) und Block-Bauweise (OG) nach 2 Tagen Bauzeit im Dezember 2008

Alpendorf Dachstein-West bei Annaberg im Lammertal – über 70 Gebäude mit 100 bis 120 qm Wohnfläche wurden als Modulhäuser in jeweils einem Tag Rohbauzeit errichtet.

Innen sind die Wände in Fichte-Sichtqualität und außen wurden die Gebäude mit einer Lärchenholzschalung verkleidet, die keinerlei zusätzlichen Erhaltungsaufwand erforderlich macht.