Material- und Produkteigenschaften von

„Massiv-Holz-Mauer®“
und
„Profil-Holz-Elemente“

Massiv-Holz-Mauer Entwicklungs GmbH
Auf der Geigerhalde 41
87459 Pfronten-Weißbach
Büroadresse:
Kemptener Str. 1
87749 Hawangen
Tel.: +49 (0) 8332-9233 19
Fax: +49 (0) 8332-9233 11
info@massivholzmauer.de
www.massivholzmauer.de

Inhalt

1. **Vorwort**
2. **Einleitung**
3. **Produktbeschreibung Massiv-Holz-Mauer®**
4. **Produktbeschreibung Profil-Holz-Elemente**
5. **Materialeigenschaften**
   - 5.1 Co_2 Speicher
   - 5.2 natürlicher Klimaausgleich oder Lüftungsanlagen
     - 5.2.1 Allgemeines
     - 5.2.2 natürlicher Klimaausgleich
     - 5.3.3 Lüftungsanlagen
   - 5.3 Wasserschäden
   - 5.4 Badbereich
   - 5.5 Raum- und Oberflächentemperatur
   - 5.6 Phasenverschiebung
   - 5.7 Brandschutz
   - 5.8 Schallschutz
   - 5.9 Schutz vor Schädlingen
6. **Lebensdauer und Werthaltigkeit**
   - 6.1 Lebensdauer
   - 6.2 Werthaltigkeit
7. **Rückbau und Wiederverwertung**
8. **Regionale Wertschöpfung**
9. **Quellenangaben**

1. Vorwort

Im folgenden werden Fragen und Unklarheiten, die im Zusammenhang mit dem massiven Holzbau im allgemeinen und der **Massiv-Holz-Mauer®** und den **Profil-Holz-Elementen** im Besonderen auftauchen, einzeln betrachtet.
Es wird versucht die Gegebenheiten und Zusammenhänge rund um den Baustoff Holz möglichst einfach und verständlich zu erklären.
Die Themengebiete werden Punkt für Punkt erläutert, die Grundlagen entstammen den Publikationen von Forschungsinstituten, Fachmagazinen und natürlich eigenen Erfahrungen mit dem Baustoff.

Worte des Erfinders

„Als Sohn eines Landwirts und Sägewerksbesitzers sowie als Entwickler und Hersteller der ersten computergesteuerten Abbundmaschine, war ich immer daran interessiert, den Holzhausbau zu propagieren, zu unterstützen und weiter voranzutreiben.

Nach dem ich mehrmals schmerzlich erfahren musste, dass einige meiner Angestellten (Leute, die tagtäglich Maschinen für Holzbaubetriebe hergestellt und installiert haben) ihr eigenes Haus aus Stein gebaut haben, begann ich diese Personen näher zu hinterfragen.
Dabei fand ich heraus, dass zwar alle dem Holz gegenüber äußerst positiv eingestellt sind, sie aber kein Haus mit „hohlen Wänden“, also kein Ständerhaus, wollten.

In meinem Unternehmen, der Hans Hundegger Maschinenbau GmbH, habe ich begonnen Maschinen zu konstruieren und zu fertigen, die massive Wandelemente aus Holz schnell und effizient produzieren können.
Um die neue, mittlerweile zum Patent angemeldete, Massiv-Holz-Mauer zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu bringen und auf dem Markt zu etablieren, habe ich die Massivholzmauer Entwicklungs GmbH mit Sitz in Pfronten gegründet.
Die MHM Entwicklungs GmbH betreibt die Weiterentwicklung des Wandsystemes ***Massiv-Holz-Mauer***, die Weiterentwicklung des seit März 2009 patentierten homogenen Dach- und Deckensystems **„Profil-Holz-Elemente“** und begleitet die entsprechenden Untersuchungen und Tests an den Prüfinstituten und Universitäten.
Sie leistet das vollständige Marketing rund um die Marken „***Massiv-Holz-Mauer® (MHM)*** *und* ***„Profil-Holz-Elemente“***, den Internetauftritt, Prospektgestaltung und Produktion, Werbe- und Messeauftritte, Eventveranstaltungen, Vorträge sowie die Bauherrenberatung zum Bausystem. Sie dient als Kommunikator zwischen Bauherren, Zimmereien und Produzenten und bietet in diesem Rahmen regelmäßige Schulungen und Informationsveranstaltungen an.“

Hans Hundegger

2. Einleitung

„Die Leute kennen von allem den Preis, aber von nichts den Wert“ (Oscar Wilde)

Für die meisten von uns ist Holz, egal ob im Wald, als Bodenbelag, Möbelstück oder auch Brennstoff, ein vertrauter Begleiter im täglichen Leben.
Als Baustoff wird Holz mehr und mehr als sympathisch und angenehm empfunden. Auch die Tatsache, dass sich Holz als nachwachsender Rohstoff nachhaltig positiv auf unser Klima auswirkt, ist weitgehend anerkannt.

Der Holzbau wird jedoch allzu häufig auf Blockhäuser oder Holzrahmenkonstruktionen reduziert.
Die wahre Vielfalt und die technischen wie auch gestalterischen Möglichkeiten moderner Holzwerkstoffe sind zu wenig bekannt, das Bauen mit Holz wird von vielen gedanklich gar nicht in Betracht gezogen.
Viele Bauherren, sowohl private als auch öffentliche, entscheiden sich nach wie vor für herkömmliche, massive Bausysteme, da sie den „hohlen“ Wänden skeptisch gegenüberstehen und Holzrahmenhäuser oder Fertighäuser, meist infolge mangelnder Informationen, mit Barackenklima, hohem Preis und mangelnder Qualität gleichsetzen.
Auch die Verwendung von Folien als Dampfbremsen oder der Einsatz von Leimen und Chemikalien in verschiedenen Bauelementen wird zum Teil kritisch betrachtet. Negative Schlagzeilen über Bauschäden durch unsachgemäße konstruktive Verarbeitung, z.B. bei Abklebungen von Anschlußdetails fördern diese Skepsis, leider nicht immer unbegründet, zusätzlich.
Der klassische Blockhausbau findet zwar vor allem in den Alpenregionen seine Liebhaber und ist, wie jahrhunderte alte Bauernhäuser zeigen, auch stabil und langlebig. Er wird jedoch häufig als zu rustikal empfunden. Die Sichtoberflächen bringen schon in der Planungsphase mehr Aufwand und notwendige Sorgfalt mit sich, um z.B. Elektro- und Sanitärleitungen gleich bei der Fertigung richtig platzieren zu können.
Die Befürchtungen, das viele Holz könne den Bewohner optisch „erschlagen“ sind zwar meist grundlos, für Individualität und Gestaltungsfreude bleibt aber in aller Regel nur wenig Raum.
Die immer strenger werdenden Vorschriften zur Energieeinsparung setzen dem einschaligen Blockbau deutliche Grenzen. Die zweischalige Blockbauweise dagegen hat mit statischen Problemen durch unterschiedliche Holzfeuchten der beiden Wandschichten zu kämpfen.

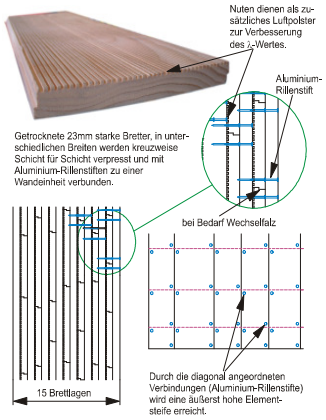
Um als Alternative zum herkömmlichen Massivbau mit Stein und Beton wahrgenommen zu werden, muß es gelingen den Baustoff Holz stärker ins Bewusstsein zu rücken, seine Werkstoffqualitäten deutlich herauszustellen und seine Vorteile aufzuzeigen.

Private Bauträger und die öffentliche Hand werden in Zukunft in der Lage sein auch mehrgeschossige Bauvorhaben ökologisch wie ökonomisch sinnvoll und vor allem sicher bauen zu können. Gerade die **Massiv-Holz-Mauer®** mit ihrem Aufbau aus Kreuzlagenholz kann all dies in vielfältiger Hinsicht leisten.
Durch ihre „Duktilität“, das heißt die Eigenschaft eines Werkstoffes sich zu verformen bevor er versagt, empfiehlt sich die **Massiv-Holz-Mauer®** auch zum Einsatz in Erdbebengebieten. Der Werkstoff Holz besitzt zwar selbst keine nennenswerten duktilen Festigkeitseigenschaften, das Verformungsverhalten wird bei der **Massiv-Holz-Mauer®** gezielt durch die Verbindung der einzelnen Brettlagen mit Aluminiumstiften erreicht.
Mag dies auf den ersten Blick nicht überall unbedingt wichtig sein, schließlich kommen schwere Erdbeben in unseren Regionen eher selten vor, zeigt sich bei genauerer Betrachtung ein etwas anderes Bild. Beginnend mit schweren Bauschäden in Form von ausgeprägten Rissen in Putz und Mauerwerk als Folge von Geothermiebohrungen im Raum Basel, trifft man mittlerweile immer häufiger auf das Phänomen von großräumigen Bodensenkungen und Erdstößen in Folge von solchen, im Grunde ja sinnvollen, Arbeiten. Dank der elastischen Konstruktion können mit der **Massiv-Holz-Mauer®** errichtete Gebäude solche Schäden vermeiden oder zumindest abmindern.
Durch die natürlichen Eigenschaften des Holzes findet man in Häusern aus massiven Holzelementen jederzeit ein angenehmes, behagliches Raumklima vor, auch ohne aufwändige Lüftungsanlagen.
Der besondere Aufbau der **Massiv-Holz-Mauer®** sorgt für hervorragende Dämmwerte schon bei relativ geringen Wanddicken, die Realisierung von Niedrigenergiehäusern bis hin zum Passivhaus-Standard sind problemlos möglich.
Der regional in großer Menge vorhandene und nachwachsende Rohstoff Holz sorgt für kurze Wege und geringe Umweltbelastungen. Die bei der Produktion der Wandelemente anfallenden Holzreste werden zur Energiegewinnung für die Trocknung der Bretter, das beheizen der Hallen und den Betrieb der Anlagen CO_2 neutral genutzt. Kurze Bauzeiten, hohe Passgenauigkeit und ein sofort trockener Bau senken die Baukosten und sorgen für eine frühe Nutzung der Bauten.

Die Forst- und Sägewirtschaft, sowie das Zimmermannshandwerk können so zusätzliche Marktanteile im Bereich des massiven Bauens erzielen und neue Arbeitsplätze schaffen. Die regionale Wertschöpfung schafft eine größere kulturelle und soziale Verbundenheit mit dem Naturmaterial Holz. Gleichzeit wird ein wichtiger Beitrag geleistet, die von der Politik gesteckten Ziele im Klimaschutz zu erreichen. Die **Massiv-Holz-Mauer®** ist ein hochwertiger und dennoch preiswerter Baustoff, der den Anforderungen an Ökologie, Ökonomie, Werthaltigkeit, Ästhetik und natürlich auch der Statik gerecht wird.

3. Produktbeschreibung „Massiv-Holz-Mauer®“

Die **Massiv-Holz-Mauer®** ist eine reine Vollholzwand mit einer Dicke bis zu 34,5 cm, bestehend aus beliebig breiten, getrockneten 23 mm Seitenwarebrettern. Die Bretter werden mit einem Wechselfalz versehen und mit vielen kleinen Nuten, die ein Luftpolster bilden, profiliert.
Durch diese stehende Luftschicht wird der Dämmwert der Wand um ca. 30 % gegenüber dem Vollholz verbessert, der Wandaufbau kann also insgesamt schlanker gehalten werden.



Vom „Wandmaster“ werden die Seitenwarebretter automatisch kreuzweise verpresst und mit Aluminium-Rillenstiften Schicht für Schicht verbunden. Jede Brettkreuzung hat zwei Alu-Stifte und zwar immer diagonal im größtmöglichen Abstand.
Die Aluminium-Rillenstifte ermöglichen die problemlose Bearbeitung der Wandelemente ohne höheren Verschleiß der Werkzeuge und ohne die statischen Eigenschaften zu beeinträchtigen. Sie sind baubiologisch neutral und bei einem Aluanteil von nur 0,04 % in der Wand ist auch die Befürchtung dass wir nun keine Holz- sondern eine Metallwand haben unbegründet.

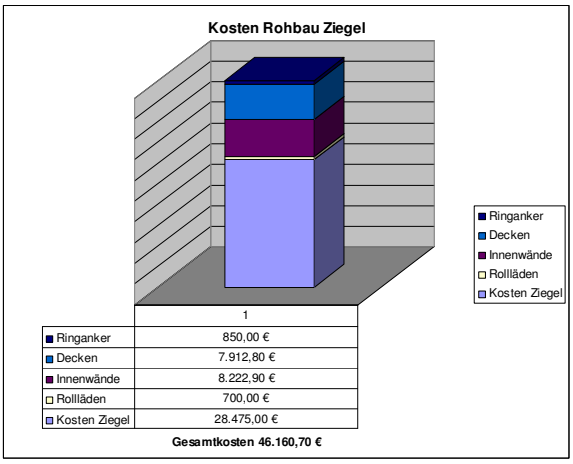
Die Rohwandelemente werden im Anschluss computergesteuert formatiert, Tür- und Fensteröffnungen ausgeschnitten. Alle Installationsschlitze für Elektro- und Sanitärinstallationen sowie sonstige Aussparungen und die Anhängebohrungen werden vollautomatisch bearbeitet. Problemlos können aber auch nachträglich mit einfachen Handmaschinen Schlitze und Steckdosen eingearbeitet werden. Der weitere Ausbau der Folgegewerke kann im Vorfeld geplant und ohne Zeitverzögerung durchgeführt werden. Kostenintensive Installationsebenen sind überflüssig.

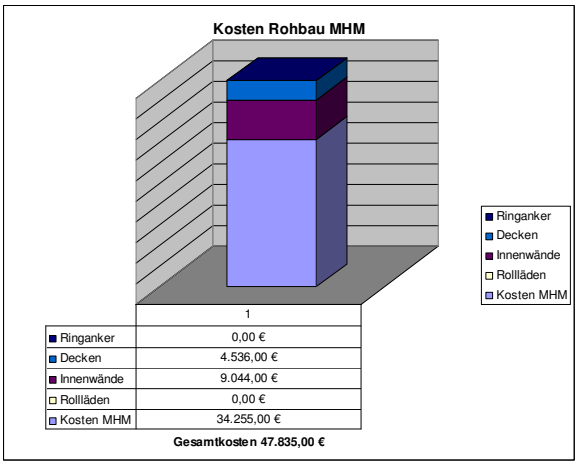
Die fertig abgebundenen Rohwandelemente werden von geschulten Fachbetrieben montiert. Vorfertigungsgrad und hohe Passgenauigkeit sorgen für kurze Montagezeiten, dies führt zu zusätzlichen Kosteneinsparungen und hebt die Attraktivität der Produkte.

Die Gebäude können mittels unterschiedlicher Fassadenmaterialien und Wärmedämmverbundsystemen in jeder gewünschten Form gestaltet werden. Die gestalterischen Vorstellungen von Bauherren oder Architekten aber auch Vorgaben an regionale Baustile können so problemlos erfüllt werden.

Da Seitenware bei der Fertigung von Balken als hochwertiges Nebenprodukt in Sägewerken unwillkürlich in großer Menge anfällt muß auch kein Baum zusätzlich gefällt werden.

Die **Massiv-Holz-Mauer®** bietet dem Holzbau die Möglichkeit, gegenüber den herkömmlichen massiven Baustoffen aus Stein oder Beton bauphysikalisch und wirtschaftlich konkurrenzfähig zu sein. Schnelle Montage durch vorgefertigte Elemente, bauartbedingt keine Feuchte und somit von Anfang an trockene Baustellen, kaum Müll und zügiger Ausbau können weitere Kosten einsparen.





4. Produktbeschreibung „Profil-Holz-Elemente“

Um Dach- und Deckenelemente herzustellen gibt es im Holzbau grundsätzlich 3 Möglichkeiten.
Da ist einmal der „Klassiker“ – die **sichtbare Balkenlage**, als nächstes sogenannte **Brettstapelelemente**, also massive, flächige Holzelemente bei denen die einzelnen Brettlagen hochkant miteinander verbunden werden und das **Kreuzlagenholz**, bei denen die Brettlagen kreuzweise miteinander verbunden werden.
Für Deckenelemente in Kreuzlagenbauweise ist es notwendig die oberste und die unterste Brettlage kraftschlüssig, das heißt direkt miteinander zu verbinden. Daher ist der Einsatz der **„Massiv-Holz-Mauer®“** hier nicht möglich, da ja nur jeweils Lage für Lage zusammen befestigt wird.
Da an Dach- bzw. Deckenelemente jedoch andere bauphysikalische Anforderungen gestellt werden als an Wandelemente, ist es nicht unbedingt notwendig aufwändige und damit auch teurere Kreuzlagenelemente einzusetzen.

“Profil-Holz-Elemente” ergänzen nun das System der **„Massiv-Holz-Mauer®“** um Dach- und Deckenelemente und ermöglichen es den kompletten Rohbau eines Wohngebäudes in massiver Holzbauweise zu realisieren.
Darüber hinaus können die Elemente natürlich auch unabhängig von der MHM Bauweise in allen Bereichen des Holzbaues als Wand-, Dach- und Deckenbauteile eingesetzt werden.

Das Maschinenkonzept erlaubt es mit nur einem Bediener aus preiswerter Rohware hochwertige Brettstapelelemente bis zu Sichtqualität in kürzester Zeit auch in großen Stückzahlen zu produzieren.
Durch die Steuerungskonsole in Windows Format lassen sich alle relevanten Parameter wie Brettlänge, Elementlänge und –breite und auch das Stoßbild leicht eingeben und bedarfsgerecht variieren.
Es lassen sich zeitgleich Bauteile in verschiedenen Größen und Längen fertigen, durch das Steuerungsprogramm wird der Verschnitt auf ein Minimum reduziert.
Der Einsatz des Aluminium-Rillenstiftes als Verbindungsmittel schafft die Voraussetzung die Elemente jederzeit mit handelsüblichen Werkzeugen auch ohne großen Verschleiß leicht und sauber zu bearbeiten.
“Profil-Holz-Elemente” werden ebenso wie die **„Massiv-Holz-Mauer®“** aus 24 mm Seitenbretter, die bei der Erzeugung von Balken unwillkürlich anfallen, hergestellt und mit Aluminium-Rillenstiften zu Brettstapelelementen verbunden.

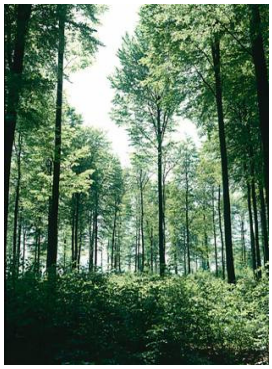
Die Maschinensoftware ermittelt die erforderlichen Brettlängen um die optimale Anordnung der Lamellenstöße zu gewährleisten und den Verschnitt zu minimieren. In der aktuellen Weiterentwicklung ist eine automatische Keilzinkanlage eingebaut. Hier werden die rohen 24mm Bretter (Längen von 2 - 5m möglich) an der Keilzinkenfräse stirnseitig bearbeitet, danach werden die Zinken beleimt und verpresst.
So kann, ohne zusätzlichen Aufwand, in einem Arbeitsgang mit einer durchgehenden Lamelle gearbeitet werden.

Die massiven, hochfesten und vielfältig einsetzbaren Elemente können mit geringstem Aufwand in Dicken von 7,5 cm - 25 cm, bis zu 1,20 m Breite und beliebiger Länge gefertigt werden.

Die **“Profil-Holz-Elemente”** sind seit März 2009 patentrechtlich geschützt.
Jedes Produkt ist einzeln einsetzbar und bietet den Holzbauunternehmen die Möglichkeit sich zusätzlich zum Kerngeschäft auch im Bereich des massiven Bauens erfolgreich zu präsentieren. Gemeinsam verwendet wird das System Massiv-Holz-Mauer geschlossen, der Rohbau eines Gebäudes kann komplett aus massiven Elementen aus einer Hand errichtet werden.

5. Materialeigenschaften

5.1 CO_2 Speicher



Holz ist einmalig, da es unaufhörlich nachwächst. Seit über 250 Jahren erfolgt die Holznutzung in den heimischen Wäldern nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit. Das heißt es wird nicht mehr Holz geerntet als nachwächst. Mit rund 3,4 Mrd. m³ haben wir in Deutschland die größten nutzbaren Holzvorräte Europas, mehr noch als Schweden oder Finnland. Diese sind bei einem Zuwachs von 80 Millionen Kubikmeter pro Jahr auch langfristig gesichert. Hochgerechnet wird in Deutschlands Wäldern jede Sekunde so viel Energie in Form von Holz gespeichert, wie ein Kleinwagen auf 100 Kilometer verbraucht.
Wenn Holz nicht verrottet sondern langfristig eingesetzt wird, entzieht es der Atmosphäre Kohlendioxid. So werden in der Holzmasse für ein **Massiv-Holz-Mauer®** Haus durchschnittlich 85 t Kohlendioxid in Sauerstoff und Kohlenstoff umgewandelt und der Kohlenstoff in die Biomasse eingebunden. Dies entspricht der Menge an CO2, die von 52 durchschnittlichen PKW jährlich ausgestoßen wird.
Holz ist somit der einzige Baustoff der sich nachhaltig positiv auf unsere Klimaverhältnisse auswirkt. Es gibt kein anderes Material, das gleichzeitig für statische Zwecke, Dämmung, Oberfläche, Einrichtung, Böden, Türen, Treppen, etc. verwendet wird und dabei jeweils eine Spitzenposition einnimmt.
Leider aber werden nicht überall die gefällten Bäume wieder ersetzt. Pro Minute zerstören Menschen weltweit 28 Hektar Wald - das sind 40 Fußballfelder innerhalb von 60 Sekunden! Vor allem in den Tropen wird in unvorstellbarer Geschwindigkeit abgeholzt. Das vernichtet nicht nur die Existenzgrundlage von Menschen, Tieren und Pflanzen, die in und von den Wäldern leben. Auch das Treibhaus Erde wird auf diese Weise massiv angeheizt. Der Weltklimarat schätzt, dass 20 Prozent der Kohlendioxidemissionen auf die Zerstörung von Wäldern zurückgehen.
Um der Zerstörung des Regenwalds nicht weiter Vorschub zu leisten, sollten die Verbraucher am besten heimisches Holz kaufen - vorzugsweise sogar aus der eigenen Region. Wer sich informiert, wird für fast jede Nutzungsabsicht eine gute Alternative auch aus unseren Wäldern finden. Auf jeden Fall sollten Holzwaren aber mit dem FSC-Siegel gekennzeichnet sein. Das Label, das das Forest Stewardship Council herausgibt, gibt den Käufern die Garantie, dass der Rohstoff aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Unabhängige Gutachter überprüfen die Plantagen und Verarbeitungsbetriebe.

Mit der Mitgliedschaft in dem Netzwerk „Holz von hier“ geht die Massiv-Holz-Mauer Entwicklungs GmbH noch einen Schritt weiter und will so mittelfristig jedem Bauherren die Möglichkeit bieten jeden Schritt des Holzes „seiner“ **Massiv-Holz-Mauer®** genau nachzuverfolgen.

Im Zeitalter unbegrenzter Möglichkeiten der Herstellung künstlicher Baustoffe (die in vielen Anwendungen auch ihre Berechtigung haben) und einer allgemeinen Technikverliebtheit geht der Bezug und die Selbstverständlichkeit zu den natürlichen Stoffen die wir erleben allmählich verloren.
Holz hat sich seit Jahrtausenden bewährt, wird aber heute, oft auf Kosten der Qualität, mehr und mehr durch künstliche Baustoffe ersetzt obschon die Vorteile des Naturbaustoffes nach wie vor auf der Hand liegen!
Holz hat, neben den ästhetischen Qualitäten wie sie vor allem in der Möbel und Parkettindustrie genutzt werden, eine Vielzahl positiver Eigenschaften.

5.2 natürlicher Klimaausgleich oder Lüftungsanlagen

5.2.1 Allgemeines:

Die für den Bewohner sofort wahrnehmbare und angenehmste Eigenschaft massiver Holzhäuser ist das klimaregulierende Verhalten.
Die Nutzer eines Gebäudes erwarten ein behagliches und gesundes Innenraumklima.
Im Interesse der Lebensqualität jedes einzelnen sollte man sich Gedanken über Sinn oder Unsinn einer möglichst hermetischen Abschottung eines Gebäudes von seiner Umwelt und die Steuerung des Innenraumklimas über computergesteuerte Anlagen machen. Es stellt sich, die Frage nach den Vor- oder Nachteilen einer kontrollierten Wohnraumlüftung oder den Verzicht darauf.
Daher sollte jedes von Grund auf Gebäude so konzipiert werden, dass der Bewohner seine Umwelt weitestgehend selbstständig auf die persönlichen Bedürfnisse anpassen oder der verwendete Baustoff selbst auf bestimmte klimatische Bedingungen reagieren kann. Darüber hinaus dürfen die Innenräume nicht durch Ausdünstungen der verwendeten Materialien belastet werden. Ein immer wichtiger werdendes Thema ist hierbei der Umgang mit flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Mehr als 90 % unserer Zeit verbringen wir in Innenräumen. Entsprechend groß ist die Sensibilität vieler Menschen gegenüber möglichen oder vermuteten Beeinträchtigungen der Wohnumwelt durch Schadstoffe. Hauptsächlich aus Möbeln, Bodenbelägen o.Ä. aber auch aus Baustoffen und Ausbaumaterialien emittieren verschiedene Stoffe in die Innenluft. Terpene und Formaldehyd gehören, das Holz betreffend, hier zu den meist untersuchten Stoffen. Sie kommen als Stoffwechselprodukte des Baumes auf natürliche Weise in geringen Konzentrationen in allen Holzbauteilen vor.
Terpene sind organische Verbindungen, die in der Natur weit verbreitet in Blüten, Blättern, Früchten, Rinden und Wurzeln und in den daraus gewinnbaren ätherischen Ölen vorkommen.
Wichtige Terpene sind z. B. delta-3-Caren und Limonen. Limonen kommt unter anderem in den Schalen der Zitrusfrüchte vor und wird als Zitrusduft-Ersatz vielen Küchenprodukten (Wasch- und Spülmittel u. s. w.) zugesetzt. Oft werden Produkte mit Terpenen wegen ihres natürlichen Vorkommens als „Bio“-farben, -lacke, -öle und -wachse deklariert und suggerieren so eine besonders gute Umweltverträglichkeit. Das ist jedoch falsch. Terpene sind im Wohnbereich ein ernstzunehmender Schadstoff. Allerdings liegen die üblicherweise in Innenräumen anzutreffenden Konzentrationen der Terpene um Größenordnungen unter dem Niveau, bei dem akut toxische Wirkungen zu befürchten sind. Sie können aber auch als umweltfreundliche Insektizide verwendet werden, indem sie als Pheromone Insekten in Fallen locken.
Mit Regelkonzentrationen von unter 0,03 ppm (parts per million; dt. Teile von einer Million) liegen die Werte aber deutlich unter den als gesundheitlich unbedenklich angesehenen Grenzwerten von 0,1 ppm.

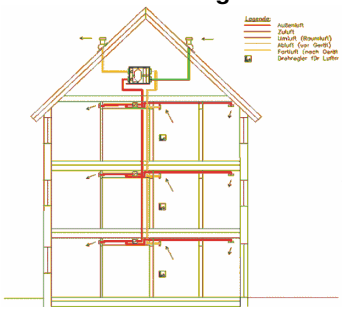
5.2.2 natürlicher Klimaausgleich:

Holz ist im physikalischen Sinne nicht kompakt; es enthält zahlreiche winzige Hohlräume. Dadurch bedingt hat es eine sehr große innere Oberfläche. Dieses Hohlraumsystem kann durch den kapillaren Effekt, gleich den Wurzeln einer Pflanze, Feuchte aufnehmen und weitergeben. Das Holz nimmt also Feuchte aus seiner Umgebung auf und passt sich so in seinem Feuchtegrad an. Auf diese Weise werden zu hohe Luftfeuchtigkeit und damit ein unangenehmes Raumklima vermieden. Schwüle, feuchte Luft vor einem Sommergewitter, dampfige Badräume mit beschlagenen Spiegeln und Fenstern oder eine drückende Atmosphäre in von vielen Personen besuchten Räumen gehören der Vergangenheit an. Gleichzeitig schützt die Holzmasse so auch vor Bauschäden. Der Aufbau der MHM-Elemente und die hygroskopischen Eigenschaften des Holzes vermeiden eine zu hohe Oberflächenfeuchte, sowie eine Durchnässung von Bauteilen und verhindern so wirkungsvoll Schimmelbildung und Feuchteschäden.
Wir müssen uns also überlegen wie Energieeffizienz und Lebensqualität miteinander vereinbar sind.
Im Normalfall kann auf eine unter Umständen teure und wartungsintensive Lüftungsanlage, die ja zu einem guten Teil nur zur Entfeuchtung der Raumluft benötigt wird, verzichtet werden ohne Nachteile in Wohnklima und Lebensqualität befürchten zu müssen.
Eine konsequent, aber auch richtig durchgeführte Raumlüftung ist zum Erhalt einer hohen Raumluftqualität ausreichend. Es ist aber zu beachten dass nach Möglichkeit 3 – 5 mal täglich bei ganz geöffneten Fenstern Kreuzgelüftet wird. Das häufig zu beobachtende kippen von Fenstern führt nur zu erheblichen Wärmeverlusten, ein Luftaustausch findet hier nicht statt. Natürlich geht auf diese Weise Wärme unkontrolliert verloren, die Wärmespeicherfähigkeit der Massiv-Holz-Mauer® und auch des Interieurs sorgen aber dafür dass auch ohne Zuheizung die ursprüngliche Raumtemperatur sehr schnell wieder erreicht ist.
Die dadurch möglicherweise etwas höheren Energiekosten sind erfahrungsgemäß auch über einen längeren Zeitraum noch immer deutlich geringer als die Investitions-, Unterhalts-, und Betriebskosten für Lüftungssysteme.

5.2.3 Lüftungsanlagen:

Von extremen Allergikern abgesehen, kann sich kaum jemand ernstlich Vorstellen sein Leben in einem Raumanzug zu verbringen und künstlich beatmet zu werden. Wenn es aber um unser wohnen und arbeiten geht, setzt dieses Vorstellungsvermögen aus und wir liefern uns mit Freuden der Technik und all ihren Vorteilen aber auch Problemen aus. Ein Vorzug kontrollierter Lüftungsanlagen, zumindest im herkömmlichen Massivbau und im Holzrahmenbau, ist eine mögliche und zum Teil durchaus erhebliche Senkung der Heizkosten und damit verbunden auch eine Senkung des CO_2 Ausstoßes der einzelnen Gebäude.
Verfolgte man konsequent den Einbau von Wohnungslüftungsanlagen im Neubau **und** Bestand, so ließen sich bis zum Jahr 2020 mit ca. 6 Mio. Tonnen etwa 4 % der Gesamten CO_2-Einsparziele der Bundesregierung realisieren. Bedauerlicherweise existieren derzeit keine Rechnungen, die den Primärenergieaufwand und den damit verbundenen CO_2 Ausstoß für Produktion, Transport und Installation dieser Anlagen in ein Verhältnis zu dem genannten Nutzen setzen. In der EnEV 2009 ist nun erstmalig in Wohngebäuden ein Lüftungssystem im Referenzfall vorgesehen. Dies wird wie folgt begründet „*…zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist…*“ Durch die erforderliche Wärmedämmung ist ein ausreichender natürlicher Luftwechsel kaum noch möglich und die Bewohner sind meist nicht in der Lage, die energetisch und hygienisch richtigen Lüftungsraten zu erkennen und einzuhalten. Um also Schäden an der Gebäudehülle und vor allem der eigenen Gesundheit gar nicht erst zuzulassen scheint der Einsatz einer Lüftungsanlage sinnvoll und notwendig.
Betrachtet man jedoch Berechnung und Einsatz der Lüftungssysteme, so ist eine Differenzierung dieser Blickweise bzw. eine gesunde Einschränkung im Einsatz und Ausführung solcher Systeme notwendig.
Für die Dimensionierung wird zunächst der zum Feuchteschutz notwendige Luftvolumenstrom auf Basis der Wohnfläche und des Wärmeschutzniveaus ermittelt. Schon diese Berechnungsmethode zeigt die Zweifelhaftigkeit des ganzen Systems auf, weil nur sehr indirekt, nämlich über die Fläche, die Art der Nutzung und der Personenzahl berücksichtigt werden. In der Realität sind, abhängig von Nutzung, sozialem Hintergrund und persönlichen Vorstellungen, der jeweils zur Verfügung stehende Wohnraum und damit die individuell notwendige **Ent**feuchtung und **Be**lüftung unterschiedlich und absolut nicht an eine vorhandene Fläche gekoppelt. Unterschiedliche Baustoffe, vorhandene Grünpflanzen oder die Art der Nutzung einzelner Räume finden keine oder bestenfalls durch die Lage von Abluft- oder Zuluftkanälen Berücksichtigung. Unterschieden wird bei den Anlagesystemen vor allem in zentrale und dezentrale Lüftungsanlagen.

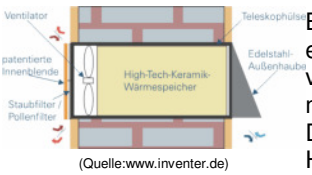
Die zentrale Lösung:



(Quelle: www.lufttechnik-schmeisser.de)

Bei zentralen Lüftungsanlagen wird ausgehend von einer technischen Einheit mit Wärmetauscher die gefilterte Zuluft über ein Leitungssystem den einzelnen Räumen zugeführt und die verbrauchte Abluft gleichzeitig abgesaugt. Um den Nutzungsgrad der Anlagen gerade im Winterhalbjahr zu optimieren kann der Außenluftkanal der Anlage auch abseits des Gebäudes die Luft ansaugen, durch das Erdreich geführt und somit vorgewärmt zur technischen Einheit führen. Dort wird die Wärme der verbrauchten Abluft mittels eines Wärmetauschers wieder genutzt um die Frischluft weiter zu erwärmen. Solche Anlagen erreichen bei der Wärmerückgewinnung einen sehr hohen Wirkungsgrad (bis zu 95 %), so dass eine Zuheizung entsprechend gering ausfallen kann. Die Vorteile solcher Systeme sind vor allem in der insgesamt gut genutzten Energieausbeute und der hohen Luftqualität zu sehen.
Als Nachteile sind vor allem ein relativ hoher Wartungsaufwand (2 x jährlich Filterwechsel, 2 jährliche Generalinspektion und Reinigung durch einen Fachbetrieb) und die im ganzen Gebäude gleiche Raumtemperatur zu sehen. Da die Raumtemperatur in Schlafräumen (14℃-16℃) von der in Wohnräumen (20℃-24℃) stark abweicht, ist der Einbau einer teureren, mindestens 2-strangigen Lüftung empfehlenswert. Soll die Anlage, über die in jedem Fall erfolgende Entfeuchtung der Raumluft hinaus, auch noch über eine Befeuchtung verfügen, dies ist gerade im Winter sehr komfortabel, sollte unbedingt ein Silberionentauscher verwendet werden um eine Verkeimung und Veralgung der wasserführenden Bereiche zu vermeiden.

Die dezentrale Lösung:



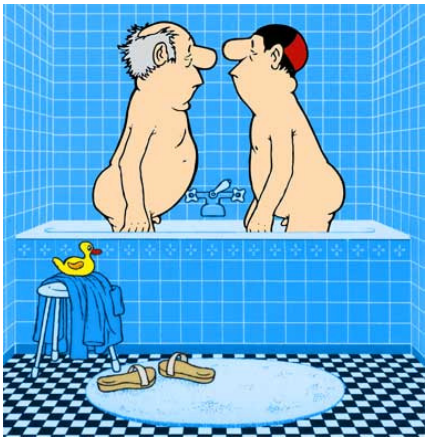
(Quelle:www.inventer.de)

Betrachtet man zunächst einmal ausschließlich den Bedarf an Frischluft des einzelnen und sind auch die persönlichen Bedürfnisse oder Lebensgewohnheiten von Nutzern bisweilen sehr unterschiedlich, so ist es in der Regel nur in Räumen mit langer Aufenthaltsdauer notwendig für eine kontrollierte Belüftung zu sorgen. Damit sind vor allem Schlafzimmer, Kinderzimmer und Arbeitszimmer von Homeoffice Arbeitsplätzen gemeint.
Bedenkt man dass im laufe von 8 Stunden der durchschnittliche CO2 Gehalt der Raumluft in einem mit einer Person belegten Schlafzimmer, bei geschlossener Zimmertür und geschlossenem Fenster, um das 16-fache ansteigt, ist zumindest im Winterhalbjahr eine Belüftung solcher Räume ratsam. Schließlich sinken Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden deutlich wenn die Luftqualität nicht unseren Bedürfnissen entspricht. Um dies zu erreichen genügt aber häufig eine, im Vergleich zur zentralen Lösung, preisgünstige dezentrale Lüftungsanlage. Dabei wird nur in einzelnen Räumen jeweils eine kleine Lüftungseinheit eingebaut, die Belüftung erfolgt dann wie bei der „händischen“ Fensterlüftung nach dem Kreuzlüftungsprinzip. Auch diese Geräte sind mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet, jedoch ist der Wirkungsgrad dieser Geräte nicht ganz so hoch ist wie bei den zentralen Anlagen. Als Vorteile sind hier die geringeren Anschaffungskosten, der geringere Wartungsaufwand und die gezielte Belüftung dort wo es notwendig ist anzuführen, der Nachteil ist sicherlich in der möglichen optischen Beeinträchtigung von Fassade und evtl. auch Innenraum zu sehen.

5.3 Wasserschäden

Sei es nun durch Hochwasser, Löschwasser, einen Rohrbruch oder Leckagen in Anschlussstellen; teure Reparaturen infolge von Wasserschäden sind der Alptraum aller Bauherren.
Wenngleich viele von uns auch hier dem Holz gegenüber von Vorurteilen behaftet sind und modernde Holzstücke im Wald vor Augen haben, die Wahrheit sieht zum Glück in aller Regel anders aus.
Die Erfahrungen während der Hochwasserkatastrophe am Oberlauf der Iller im Jahr 2005 haben uns gezeigt das selbst eine durchnässte Wand, nach ablaufen des Wassers, ohne zusätzliche Trocknung innerhalb von ca. 4 Wochen wieder auf den ursprünglichen Zustand zurücktrocknet. Schäden durch ein verwinden der Brettlagen, das sogenannte schüsseln, sind nur in sehr geringer Zahl aufgetreten und konnten leicht behoben werden.
Starke Schäden durch einen langsamen, konstanten und darum oft unbemerkten Wassereintritt an Sickerstellen von Wasseranschlüssen oder Leitungen stellen bei allen Baustoffen ein großes Problem dar. Oft tritt Monate oder sogar Jahre lang Wasser aus bevor dies bemerkt wird und die Sanierung betroffener Bauteile ist meist teuer und aufwändig. Da Holz im Falle einer dauerhaften Durchnässung unbestritten zu modern anfängt und so natürlich seine Festigkeit und Struktur verliert, stellt dies ein ernstzunehmendes Schadensbild dar. Mag es sich nun auch brachial anhören, bei der **Massiv-Holz-Mauer®** wird der betroffene Wandbereich „einfach“ großräumig ausgeschnitten und mit einem neuen Bauteil ersetzt. Die millimetergenaue Fertigung der MHM-Wandelemente macht es möglich.
Ein weiterer Punkt sollte allen klar sein. Kein Haus steht nach 5 Jahren noch exakt genauso da wie zur Bauzeit! Sei es durch Setzungen im Fundamentbereich oder durch kleinere Erdstöße, die Gebäudestruktur und damit evtl. auch Abklebungen und Dichtigkeitsebenen werden erheblichen Belastungen ausgesetzt. Massive Holzhäuser haben hier entscheidende Vorteile.
Luft, die nicht vollständig mit Feuchtigkeit gesättigt ist, hat eine relative Feuchte kleiner als 100 % und kann – bei unveränderter Temperatur – weiteren Wasserdampf aufnehmen. Nimmt die Temperatur ab, nimmt auch die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf ab, das heißt, die relative Feuchte steigt an. Beim Taupunkt ist eine relative Feuchte von 100 % erreicht, es kommt zur Kondensation.
Durch die hygroskopischen Eigenschaften des Holzes liegt der Taupunkt im Normalfall immer außerhalb der Konstruktion, das bedeutet dass durch die Feuchtigkeitsaufnahme des Holzes die durch die Wand diffudierende Luft so trocken ist das kein Wasser mehr ausschlagen kann. Sollte aber, im Extremfall, eine Leckage so groß sein dass Tauwasser innerhalb des Wandaufbaues anfällt, ist die umgebende Holzmasse groß genug um mit der anfallenden Feuchtigkeit gut fertig zu werden.
Es wäre ein Volumenstrom von 228 m^3/h Luft notwendig um eine Holzfeuchte zu erreichen bei der sich Schimmel bilden kann. Und dies setzt voraus das alle Feuchtigkeit ausschlägt, was wiederum praktisch nicht möglich ist. Kurz gesagt, in dieser Form schützt sich die Wand selbst!
Die massive Holzbauweise zeigt auch hier dass sie den gängigen Systemen schon aufgrund der Konstruktion überlegen ist.
Man muß das Rad nicht immer neu erfinden um sicher zu sein. Die konsequente Nutzung der natürlichen Eigenschaften des Holzes reicht schon ohne komplizierte technische Hilfsmittel aus um effiziente bauliche Sicherheit zu erzielen

5.4 Badbereiche



Unabhängig von den beschriebenen Fällen, die alle Extremzustände beschreiben, gibt es noch die ganz normalen Fälle des täglichen Lebens. Ein Punkt der hier von besonderem Interesse ist, ist der Einsatz von Holzelementen in Nassbereichen wie Bad, WC oder Küche. Sinngemäß gehören diese, genauso wie Wohn- oder Büroräume, zu den „trockenen“ Räumen, da bei üblicher Nutzung die mittlere relative Raumluftfeuchte nicht wesentlich höher ist als bei Wohnräumen. Trotzdem können Bauteile in solchen Räumen mehr oder weniger häufig durch Spritzwasser und dergleichen beansprucht werden. Dazu gehören vor allem der Duschwand- und Badewannenbereich und die Fußböden. Grundsätzlich kommen die natürlichen Eigenschaften des Holzes dem Verwendungszweck sehr entgegen. Trotzdem sollten natürlich bestimmte konstruktive Lösungen eingehalten werden, um eine Überbelastung des Holzes zu vermeiden und eine dauerhaft sichere und langlebige Bauweise zu garantieren.

Nassbereiche gehören in allen Feldern des Hochbaues, unabhängig von der Bauart, zu den schadensträchtigsten Bereichen. Gerade im Duschbereich kann es zu Schäden kommen, deren Behebung äußerst Kostenintensiv ist, deren Entstehen aber bei richtiger Planung und Ausführung zu vermeiden gewesen wären. In der Normenreihe DIN 68 800 heißt es hierzu: „ *Für Holzbauteile, die in eingebauten Zustand unmittelbar… durch Feuchteeinwirkungen beansprucht werden, ist ein Oberflächenanstrich (Beschichtung) keine ausreichende Maßnahme.“* Um einem Pilzwachstum durch überhöhte Holzfeuchte vorzubeugen ist daher möglicherweise eine entsprechende vorbeugende Behandlung mit geeigneten Holzschutzmitteln empfehlenswert. Um aber den Einsatz von Chemikalien in den eigenen vier Wänden zu vermeiden sollten einfache, vorbeugende bauliche Maßnahmen ergriffen werden. Hier heißt es: „*… dürfen Holzbauteile in Naßbereichen von Räumen mit üblichen Wohnklima der Gefährdungsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn eine unzuträgliche Feuchtebeanspruchung der Holzteile dauerhaft verhindert wird, z.B. durch wasserdichte Oberflächen, auch im Bereich von Durchdringungen und Anschlüssen…“.* Diese wasserdichten Oberflächen können z.B. durch Bekleidung mit Gipsbauplatten mit Fliesenbelag unter Verwendung von Dichtmitteln für die Verklebung und Verfugung erreicht werden. Unabhängig davon sind für Fußböden Schutzmaßnahmen gegen „Unglücke“ mit Waschmaschinen oder Badewannen vorzusehen. Das heißt Deckenunterseiten sollten Diffusionsoffen ausgeführt, im Deckenquerschnitt möglichst keine feuchtespeichernden Schüttmaterialien verwendet werden und ebenso ein möglichst wasserdichter Fußbodenbelagsaufbau vorgesehen sein.

5.5 Raumtemperaturen

Ebenso wichtig für ein behagliches Gefühl in unseren Wohn- oder auch Arbeitsräumen ist die Raumtemperatur. Der menschliche Wärmehaushalt regelt sich durch Aufnahme und Abgabe von Wärme und Feuchtigkeit. In unseren Breitengraden verlieren wir den größten Teil unserer Körperwärme durch Abstrahlung. Aus diesem Grund sind die Oberflächentemperaturen von Wänden, Decken und Fenstern wichtig. Je höher die Oberflächentemperatur ist, umso geringer ist die Abstrahlung von Körpertemperatur. Dadurch kann auch die Raumtemperatur und damit die Heizkosten gesenkt werden. Jedes Grad Raumtemperatur erfordert rund 6 % mehr Heizenergie.
Auch so wird schon effektiv Energie und natürlich Geld gespart.
Da Holz eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit hat als z.B. Beton (λ 2,1 W/mK für Normalbeton, λ 0,13 W/mK für Vollholz, λ 0,094 W/mK für die Massiv-Holz-Mauer®) sind auch die Wärmeverluste im Bauelement geringer. So wird der Körper nicht gezwungen „nachzuheizen“.

Auch wenn, wie jedermann einleuchten wird, jeder Baustoff ein anderes energetisches Verhalten hat - in den gängigen Energieberechnungen werden keine Differenzierungen zwischen Glas, Beton, Ziegel oder Holz gemacht. In diesem Zusammenhang muß unbedingt darauf hingewiesen werden dass die Phasenverschiebung einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf den Heizenergiebedarf hat.

5.6 Phasenverschiebung

In der Bautechnik wird mit Phasenverschiebung der Zeitraum zwischen dem Auftreten der höchsten Temperatur auf der Außenoberfläche eines Bauteils bis zum Erreichen der höchsten Temperatur auf dessen Innenfläche bezeichnet. Dies ist vor allem für den sommerlichen Wärmeschutz wichtig, da es bei einer langen Phasenverschiebung auch bei hohen Außentemperaturen im inneren des Hauses kühl bleibt.
Dass dieses Wirkprinzip natürlich bei niedrigen Außentemperaturen umgekehrt genauso funktioniert ist einleuchtend. Der zur Berechnung des Heizenergiebedarfes eines Hauses herangezogene U-Wert (früher K-Wert) sagt nur aus wie viel Wärme permanent verloren geht, nicht aber wie lange es dauert bis diese Verluste auftreten. So benötigt ein Haus aus massiven Holzelementen mit ihrer hohen Rohdichte, die vergleichsweise hohe spezifische Wärmespeicherkapazität von 2,1 kJ/kgK und der dadurch bedingten langen Phasenverschiebung bei gleichem U-Wert deutlich weniger Energie als ein Haus mit modernen Hochlochziegeln.
Man kann sich das so Vorstellen:
Sie haben eine Badewanne die sich mit Wasser füllt. Irgendwann ist sie voll und das Wasser läuft über.
Der U-Wert sagt mir nur wie viel Wasser permanent verloren geht, aber nicht wie hoch die Wanne ist. Bei einem sehr leichten Baustoff mit kurzer Phasenverschiebung wäre die Badewanne so z.B. nur 10 cm hoch, bei einem schweren wie der MHM dagegen 1m und es dauert entsprechend länger bis etwas überläuft.

5.7 Brandschutz

Ein weiterer Punkt der vielfach nicht bekannt ist oder auch falsch eingeschätzt wird ist der Brandschutz. So wird ja von der Ziegel- oder Betonindustrie propagiert das diese Produkte einen hohen Brandwiderstand haben, da ja z.B. der Ziegel schon gebrannt sei. Im Gegensatz dazu sehen die meisten Leute in Holz vor allem ein gern genutztes Brennmaterial. Der Teufel steckt, wie bei so vielen Dingen, im Detail.
Das Holz in der **Massiv-Holz-Mauer®** enthält bis zu 15 % Wasser, das bei einem Brand zuerst einmal verdampfen muß (bei einer Tonne Holz sind das immerhin 150 l Wasser). Beim Abrennen verkohlt die oberste Holzschicht und wirkt wie eine Art Schutzmantel. Es kann kein Sauerstoff mehr ins Holz eindringen und der Abbrand verlangsamt sich stark. Wenn im Fernsehen die Bilder von Waldbränden in Spanien oder Amerika gezeigt werden, ist gut zu erkennen dass eigentlich nur die Zweige und das Unterholz abbrennen, die massiven Stämme der Bäume stehen aber noch.
Durch die geringe Wärmeleitfähigkeit von Holz ist auch die Gefahr der Selbstentzündung von z.B. Tapeten oder Vorhängen auf der anderen Wandseite ausgeschlossen. Darum hat Holz oft einen höheren Brandschutz als Ziegel. So wurde bei den Brandversuchen der **Massiv-Holz-Mauer®**, die eine Wandseite mit bis zu 1000 °C 90 Minuten lang beflammt, die Temperatur der anderen Seite ist dabei nur um 1,8 °C angestiegen. So kann sich ein Brand nicht, wie es häufig vorkommt, durch Selbstentzündung von Tapeten, Vorhängen usw. ausbreiten.
Der Feuerwiderstand für tragende und raumabschliessende Bauteile, Wände und Decken wird in Deutschland und Europa zurzeit noch in zwei unterschiedlichen Formaten angegeben bzw. untersucht:

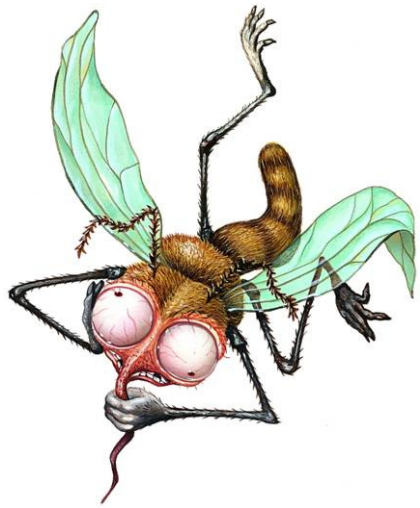
Deutschland: z.B. **F 90 B**; dabei bedeuten F = Feuerwiderstandsdauer 90 = geprüfte Mindestdauer bis die Konstruktion im Brandfall zusammenbricht. B = Brennbar
Europa: Im europäischen Raum erfolgt die Bewertung des Brandwiderstandes etwas anders.
Statt „Brandwiderstand von Bauteilen“ muss man sich an den Begriff „Feuerwiderstand von Bauprodukten“ gewöhnen, und damit an viel mehr und neue Codes und viel mehr Zeitspannen als bisher.
Als Zeitspannen sind 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360 Minuten möglich.
Werden Kriterien kombiniert, dann entspricht die angegebene *"Leistungszeit"* dem Kriterium mit der kürzesten Dauer.
für tragende Bauteile:

REI [Leistungszeit]	Mindestzeit, während der alle Kriterien (Tragfähigkeit, Raumabschluss und Wärmedämmung) erfüllt sind;
RE [Leistungszeit]	Mindestzeit, während der die beiden Kriterien (Tragfähigkeit und Raumabschluss) erfüllt sind;
R [Leistungszeit]	Mindestzeit, während der das Kriterium Tragfähigkeit erfüllt ist.

5.8 Schallschutz

Wie schon in anderen Bereichen beschrieben stellt der Bewohner eines Hauses nicht nur Anforderungen die Einfluss auf die Bausubstanz haben, sondern er hat weitergehende Bedürfnisse. Eines davon ist der Schallschutz. Der Schutz gegen Außenlärm und innere Lärmquellen ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Lebensqualität geworden. Auch oder gerade im Holzhausbau ist diese Entwicklung früh erkannt worden und stetige Verbesserungen geschaffen worden. Die guten Eigenschaften von Bauten aus der **Massiv-Holz-Mauer®**, resultieren aus den erfolgten Untersuchungen und den daraus folgenden schichtweise Aufbauten und unterschiedlichen Wanddicken. Für Einfamilienhäuser werden seitens der Normen an die Bauteile noch keine besonderen Anforderungen an den Schallschutz gestellt, allein durch ihre hohe Rohdichte und große Masse bietet die **Massiv-Holz-Mauer®** hier schon guten Schutz. Allerdings gibt es Empfehlungen für Decken und Innenwände im eigenen Wohnbereich. Als Mindestanforderungen an den Trittschallschutz von Decken ist ein Trittschallpegel von $L'_{n,w} \leq 63$ dB einzuhalten. Dabei ist zu beachten dass der Trittschallschutz einer Decke umso besser ist, je kleiner der Trittschallpegel $L'_{n,w}$ ist. Im Gegensatz dazu ist der Luftschallschutz zwischen trennenden Bauteilen umso besser je höher das Luftschalldämmmaß R'_w ist.
Beim Schallschutz gegen Außenlärm ist dabei nicht nur die gute Schalldämmung der Außenwand entscheidend. Auch das Zusammenspiel zwischen Wand und Fenstern mit den jeweiligen Flächenanteilen entscheidet über die Qualität der Konstruktion.

5.9 Schutz vor Schädlingen



Insekten sind wichtige Glieder des Nährstoffkreislaufs der Natur. Sie bewahren die Erde davor, an dem reichlich heranwachsenden Pflanzenmaterial zu ersticken. Manche Insektenarten versuchen sich schon an lebende Bäume heranzumachen, besonders an die "wehrlosen" Blätter und Nadeln.
Ein gesunder Baum bildet Abwehrstoffe in vielfältiger Form. Fraßgifte (z.B. Tannin, Robinin) oder leicht flüchtige Geruchsstoffe (z.B. ätherische Öle, Terpene), die die Insekten fernhalten und Ihnen den Geschmack verderben.
Sobald ein Baum eine Rindenverletzung aufweist, kränkelt oder gefällt ist, geht es richtig los: Von allen Seiten kommen kleine Tierchen und legen ihre Eier unter der Rinde und im Holz ab. Die ausschlüpfenden Larven fressen sich dann durch das Holz und kommen manchmal erst wieder zum Vorschein, wenn das Holz verarbeitet wird. Wenn Frischholzinsekten nach der Verarbeitung des gefällten Holzes nun vereinzelt noch im Werkholz enthalten sind, werden diese im Normalfall während der Trocknung abgetötet. Durch die Erhitzung des Holzes auf rund 70 °C wird außerdem das im Holz enthaltene Eiweiß in seiner Struktur verändert und ist so für Schädlinge nicht mehr verwertbar. Eine weitere Entwicklung am verbauten Holz ist darum auszuschließen.
Am Bau interessieren hauptsächlich das verbaute Holz, also das "Trockenholz" und deren Schädlinge. Frischholzinsekten sind an Frischholz gebunden. Diese einfache Wahrheit beantwortet eine der meist gestellten Fragen: Sind Frischholzinsekten im Brennholz eine Gefahr für das verbaute Holz im Haus? In der Regel: Nein !

Als klassische Vertreter von Trockenholzinsekten treten in unseren Regionen der Holzwurm und der Holzbock auf.
Die Larve des Holzwurmes benötigt eine Mindestholzfeuchtigkeit von mehr als 10 % und bevorzugt kühlere Orte — deshalb tritt er in beheizten Räumen nur selten auf. Kritische Bereiche sind dauerhaft feuchte Räume oder dort, wo Bodenkühle/-feuchte auftreten kann. Die wärmebrückenfreie Bauweise und die guten Dämmeigenschaften der **Massiv-Holz-Mauer®** lassen dies im Allgemeinen nicht zu.
Die Entwicklung der Larven ist wie beim Hausbock nicht nur von der Holzfeuchte, die in der **Massiv-Holz-Mauer®** mit ø15 % ja grundsätzlich ausreichend ist, sondern auch vom Eiweißgehalt ab. Durch die Strukturänderung des Eiweiß beim Trocknen des Holzes, ist dieses jedoch auch für Trockenholzschädlinge nicht mehr verwertbar und ein Befall durch den Holzwurm eher unwahrscheinlich bis ausgeschlossen.

Die an und für sich sehr legefreudigen Hausbock-Weibchen legen ihre Eier nur in Spalten, z.B. Holz-Trockenrissen, von bestimmter Breite ab. Bei künstlichen Spalten mit parallelen Wänden werden fast ausschließlich Breiten von 0,3–0,6 cm gewählt.
Die Dauer der Entwicklung der Larve ist stark von verschiedenen Faktoren (beispielsweise Eiweißgehalt, Feuchte, Temperatur, Art des Holzes) abhängig und beträgt ca. 4–18 Jahre.
Die Hausbocklarve benötigt eine Mindest-Holzfeuchte von ca. 12%, wobei die ideale Entwicklungsfeuchte bei ca. 30% liegt. Deshalb tritt ein Befall durch Hausbocklarven auch kaum in den freiliegenden Holzbauteilen von beheizten Räumen auf.
Aufgrund der Spaltenbreite, die in dieser Größe bei der **Massiv-Holz-Mauer®** nur zeitweise durch Schwundfugen vorkommen kann, und der notwendigen Entwicklungsfeuchte, die in der **Massiv-Holz-Mauer®** nicht erreicht wird, ist die Gefahr eines Befalles durch den Hausbock praktisch ausgeschlossen.

Eine Bedrohung etwas anderer Art sind unfreiwillig in Urlaubsmitbringseln oder auch aus Asien importierten Möbelstücken eingeschleppte Insekten. Insekten reisen ziel- und zügellos um die Welt – die globalisierte Wirtschaft und der Massentourismus machen es möglich!
Um auch in dem fremden Zuhause weiter leben zu können, müssen die Holzzerstörer das Holz schon fressen. Da diese Tierchen aber recht emsig sind, fallen angerichtete Schäden hier schnell ins Auge und können bekämpft werden. Die zwangsweise Eingeschleppten werden in unseren Breiten jedoch nicht recht heimisch. Meist ist es z.B. das Klima oder die entgegengesetzten Jahreszeiten auf Nord- und Südhalbkugel, die nicht passen. Darum ist die Gefahr für den Holzbau auch von dieser Seite sehr gering.

5.10 Statik

Die Baustatik dient dazu bei Bauwerken aus der Einwirkung äußerer Lasten auf innere Spannungen und Verformungen zu schließen, die Lastabtragung des sogenannten Tragwerks nachzuvollziehen und damit letztlich dessen Stabilität oder Nichtstabilität nachzuweisen.
Die auf ein Bauwerk wirkenden Lasten werden in ständige (etwa das Eigengewicht der Konstruktion), veränderliche (etwa Schnee oder Wind,) und außergewöhnliche Einwirkungen (etwa Erdbeben oder Feuer) unterteilt. Eine Zielsetzung ist dabei, die ungünstigste Kombination aus diesen Lasten zu ermitteln und zwar hinsichtlich der Beanspruchung der Bauwerksmaterialien und der Begrenzung von Verformungen (Nachweis der Gebrauchstauglichkeit). Veränderlichen Lasten gehören zum Teil zu klimatisch bedingten Einwirkungen auf Bauwerke, die regional auch unterschiedlich sein können. So gibt es in den entsprechenden Normen (Eurocode 1, DIN 1055-4) Windlasten- und Schneelastenkarten, aus denen die jeweiligen regionalen Werte entnommen werden können.
Für die **Massiv-Holz-Mauer®** gibt es zwei Berechnungsblättern mit Bemessungs- und Nachweisschemas für die baustatischen Nachweise von Massiv-Holz-Mauer Wandscheiben und Stürzen nach DIN 1052 August 2004, die mit vorwiegend ruhenden vertikalen sowie horizontalen Einwirkungen beansprucht werden. Die beiden Bemessungshilfen wurden auf Microsoft Excel (Version MS Office 2003) erstellt. Die Berechnungsblätter sind als Hilfsmittel für den Anwender / projektierenden Ingenieur zu verstehen. Auf dem Eingabeblatt können die erforderlichen Daten für die Bemessung der Wandscheibe eingegeben werden. Diese entsprechenden Eingabefelder sind mit einem weißen Hintergrund dargestellt. Die übrigen Felder sind für den Anwender gesperrt und nicht veränderbar. Alle erforderlichen Nachweise sind mit den entsprechenden Ergebnissen bzw. dem Grad der Ausnutzung dargestellt. Die Nachweise gelten als erfüllt, solange der Ausnutzungsgrad kleiner oder gleich 100% liegt. Die Erfüllung des Nachweises wird mit einem dahinter erscheinenden „OK“ angezeigt.

6. Lebensdauer und Werthaltigkeit

6.1 Lebensdauer

Mit einem Anteil von knapp 14 % im Wohnungsbau ist der Holzbau in Deutschland im Vergleich zu anderen Nationen in Europa deutlich unterrepräsentiert. Fast die Hälfte dieser Bauten, nämlich 45 %, wird dabei allein in Bayern und Baden-Württemberg gebaut. Auch kommunale Bauten aus Holz haben bislang nur wenige Städte und Gemeinden vorzuweisen. Vielfach sind die architektonischen Möglichkeiten, die der natürliche Baustoff nicht nur im privaten Sektor, sondern auch in der Stadtplanung und Siedlungsentwicklung bietet, den Bauämtern noch nicht bekannt. Darüber hinaus gelten Holzbaulösungen oft als unwirtschaftlich. Sie seien nicht beständig, dafür pflegeintensiv. Diese Vorbehalte sind längst überholt. Der Holzhausbau hat sich in den letzten 40 Jahren erheblich weiterentwickelt und verbessert. Durch Qualitätssteigerungen in allen Bereichen wie Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz, sowie der Entwicklung von modernen Werkstoffen wurde die Lebensdauer nachhaltig auf hohem Niveau verlängert. So beträgt die technische Lebensdauer, also der Zeitraum zwischen Errichtung und Abriss eines Gebäudes, genauso wie im herkömmlichen Massivbau nach heutigen Maßstäben etwa 80 – 100 Jahre. Eine Gesamtnutzungsdauer, der Zeitraum in dem ein Gebäude bei normaler Instandhaltung wirtschaftlich nutzbar ist, kann dabei bei entsprechender Instandhaltung durchaus mehrere hundert Jahre betragen. Entsprechend alte Tempelbauten, selbst in den Erdbebengebieten Japans oder Fachwerkbauten in unseren mittelalterlichen Innenstädten belegen dies eindrucksvoll. Dies beeinflusst wesentlich den Wert der Immobilie in positiver Hinsicht. Holzhäuser ab dem Baujahr 1985 sind bei der Wertermittlung hinsichtlich der Herstellungskosten und der rechnerischen Gesamtnutzungsdauer mit massiven Bauten gleich zu setzen. Eine Differenzierung zwischen Massiv- und Holzbau ist nicht mehr gerechtfertigt. Dies wird mittlerweile von den meisten Banken und Versicherungen anerkannt.
Ein guter baulicher Holzschutz ist hier die Lebensversicherung eines jeden Holzbaues.
Die Weiterentwicklung technischer Verfahren bei der Bearbeitung von Holz und neue Erkenntnisse in konstruktiver Hinsicht haben das ihre dazu beigetragen dass mittlerweile auf eine chemische Behandlung auch der Außenfassaden weitestgehend verzichtet werden kann.

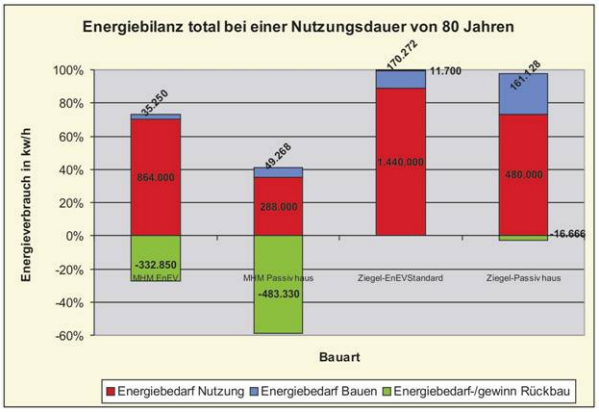
6.2 Werthaltigkeit

Natürlich werden heute in der Baubranche allgemein qualitativ relativ hochwertige Bauprodukte und Bauteile angeboten. Wie in allen anderen Bereichen unseres Lebens aber auch, muß man hier etwas differenzieren. Ein zum Teil auch beträchtlicher Preisunterschied zwischen einem Fertighaus aus dem Angebot des Baumarktes um die Ecke und dem örtlichen Zimmermann hat in aller Regel schon seinen Grund. Sind die Massenprodukte von der Stange in allen Teilen fast ausschließlich auf Kostenreduzierung getrimmt, werden Häuser aus der **Massiv-Holz-Mauer®** individuell und unter Verwendung ökologisch einwandfreier Materialien gebaut. Darf man nun Unterstellen dass die rein technische Verarbeitungsqualität bei den Systemen gleichwertig ist, die Wohn- und Lebensqualität in einem **Massiv-Holz-Mauer®** Haus stellt doch ein deutlich höheres Niveau dar. Durch die millimetergenaue Verarbeitung, den homogenen Aufbau und hochwertigen Materialien wird nicht nur eine längere durchschnittliche Lebensdauer gewährleistet. In Zeiten immer strenger werdender Gesetze zur Wiederverwertung und Entsorgung von Materialien ist es auch leicht nachvollziehbar das ein Gebäude, das genauso leicht ab- oder umzubauen ist wie ursprünglich zu montieren, ein Gebäude dessen Bestandteile sich leicht und sauber trennen und wiederverwerten lassen, einen höheren Wiederverkaufswert bietet als ein 08/15 Häuschen dessen Innenleben aus Mineralwolle und anderen Kunststoffen komplett auf den Sondermüll muß.

7. Rückbau und Wiederverwertung

Da es eher zweifelhaft ist das die Mehrzahl unserer Wohnhäuser irgendwann als Kulturdenkmal gilt, muss berücksichtigt werden, dass in Zukunft in Hinblick auf den Werterhalt von Gebäuden verstärkt auf die Möglichkeiten der Umgestaltung, Rückbaubarkeit, Entsorgung oder Wiederverwertung geachtet wird.
Die Gesamtenergiebilanz und Nachhaltigkeit von Baustoffen wird eine immer größere Bedeutung erlangen. Klar ist, dass sich der Bauherr von heute nicht zwingend Gedanken macht was in 50 oder 100 Jahren mit seinem Bau passiert. Dennoch ist es so dass ein Haus Teil der Altersvorsorge ist oder gewinnbringend angelegtes Kapital sein sollte. Somit ist es, langfristig betrachtet (gerade in Zeiten der Finanzkrise) schon wichtig im Hinterkopf zu behalten was das gute Stück einmal bringen kann. Sei es nun als Verkauf um sich selbst im Altersheim unter zu bringen, die Enkel versorgt zu wissen oder zumindest die Möglichkeit es ohne große Aufwendungen wieder ab- oder umzubauen. Eine nachweisbar positive Ökobilanz und entsprechend gesicherte Widerverwertbarkeit bringen hier deutliche Punkte, oder einfach gesprochen Werterhalt und damit Euro!

Zur Bewertung des Energieaufwandes eines Bauproduktes wird der kumulierte Energieaufwand (KEA) herangezogen. Als KEA wird die Energiemenge bezeichnet, die für Herstellung, Transport, Lagerung und , Verkauf eines Produktes benötigt wird. Dabei werden auch alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung berücksichtigt und der Energieeinsatz aller angewandten Produktionsprozesse addiert. Wenn zur Herstellung Maschinen oder Infrastruktur-Einrichtungen notwendig sind, wird üblicherweise auch der Energiebedarf für deren Herstellung und Instandhaltung anteilig in die „graue Energie“ des Endprodukts einbezogen.



Zur Herstellung eines m³ Massiv-Holz-Mauer werden vom Pflanzen eines Baumes, über die Hege und Pflege während des Wachstums bis zur Ernte und Verarbeitung 1.529,8 MJ (425 kw/h) benötigt, für einen Standard Hochlochziegel liegen wir bei dem dafür notwendigen Primärenergieaufwand schon bei 5.600 MJ(1.555 kw/h). Zur Herstellung eines m³ Holzweichfaserdämmstoff sind ca. 676 MJ (188 kw/h) notwendig, für Gipskartonplatten 2.700 MJ (750 kw/h). Da etwa 90 % des verwendeten Aluminiums schon aus Recyclingmaterial gewonnen wird ist der reelle Wert für die MHM in Wahrheit noch etwas niedriger. Um das Rechenverfahren zu vereinfachen und eine größere Transparenz zu ermöglichen ist aber der Wert von neu produziertem Aluminium in die Berechnung eingegangen. Für ein durchschnittliches Einfamilienhaus aus einer 25 cm dicken **Massiv-Holz-Mauer®** mit einem U-Wert von 0,34 W/m²K werden etwa 110 m³ Holz für die Wände, Decken und Dachstuhl benötigt. Daraus ergibt sich für den Rohbau ab Oberkante Keller ein Energiebedarf von rund 35.250 kw/h. Um dasselbe Gebäude, mit demselben U-Wert zu bauen benötigen wir einen 36 cm dicken Hochlochziegel und einen Energieaufwand von **170.272 kw/h**. Das ist fast 5 x so viel und entspricht dem ø Stromverbrauch einer 4-köpfigen Familie von 48 Jahren!!
Durch Aufbau und Konstruktion bedingt sind Gebäude aus der **Massiv-Holz-Mauer®** genauso einfach und schnell zu demontieren, wie auch ursprünglich zu montieren. In Hackschnitzel recycelt, entspricht die gewonnene Nutzenergie alleine des Rohbaues etwa 30.400 l Heizöl. Das würde den heutigen Bedarf einer Familie von 12 Jahren abdecken. (150 m³ * 450 Kg/m³ Rohdichte * 19 MJ Heizwert Holz / 42 MJ Heizwert Heizöl)(3,6 MJ = 1kw/h)
Und das CO2 neutral! Reste des Alustiftes verbleiben im Ascherost und können ebenso wieder dem Recycling zugeführt werden. Wir können also, auch unter Berücksichtigung des Aufwandes eines Rückbaues, eine positive Umweltbilanz ziehen.
Da übrigens die meisten der MHM Produzenten die während der Produktion anfallenden Holzreste nutzen, um daraus Wärme zum heizen der Hallen oder zum trocknen der Bretter zu gewinnen bzw. den Strom zum Antrieb der Maschinen und Geräte zu erzeugen, sinkt der Energieaufwand real nochmals
Im herkömmlichen Massivbau fallen aber nach wie vor aufwändige Abrissarbeiten an, das Trennen in die unterschiedlichen Baumaterialien und die Entsorgung in Bauschuttdeponien. Es entstehen also ausschließlich Kosten und zusätzliche Umweltbelastungen, ohne irgendeinen Nutzen aus der Maßnahme zu ziehen – außer natürlich dass die alte Bude weg ist.

8. Regionale Wertschöpfung

Aufgrund der handwerklich orientierten und regionalen Produktion der **Massiv-Holz-Mauer®** können schon mit vergleichsweise geringen Investitionskosten schnell und wirtschaftlich Wandelemente dem Markt zur Verfügung gestellt werden.
Seitenware fällt in den Sägewerken als Nebenprodukt der Balkenfertigung in großen Mengen an und die verwendete Brettware setzt keine besonderen Sortierqualitäten voraus, somit kann auch eine niedrigere und damit kostengünstigere Holzqualität eingesetzt werden.
Die große Masse in Wand und Decke steigert den Bedarf an der entsprechenden Holzware.
Da in der bauaufsichtlichen Zulassung keine bestimmten Sorten von Nadelhölzern vorgeschrieben sind, können die regional wachsenden Sorten verwendet werden, die Produkte sind so auch international einsetzbar.
Das eingesetzte Rohmaterial kann zu 100 % im verarbeitenden Betrieb genutzt werden.
Bei der Herstellung der **Massiv-Holz-Mauer®** fallen lediglich ca. 15 % an Schnitt-, Fräs- und Hobelverlusten an. Wie schon beschrieben, werden bei den meisten der bereits im Betrieb befindlichen MHM Produktionsanlagen in Europa und Russland die anfallenden Holzreste zum Betrieb von Heizanlagen oder BKHW´s verwendet. So werden unter anderem die Produktionshallen beheizt, Trockenkammern betrieben und teilweise auch die notwendige elektrische Energie CO_2 neutral erzeugt. Darüber hinaus kann überschüssige Energie an benachbarte Unternehmen geliefert werden. Die Betriebe sind so weitgehend Energieautark, sparen deutlich an Energiekosten und leisten darüber hinaus einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz.
Die gesamte Wertschöpfungskette, das heißt Ernte des Rohmaterials, Transport, Verarbeitung und Vermarktung, verbleibt nach Möglichkeit in einer Region. Die weitere Verbreitung der **Massiv-Holz-Mauer®** kann so mit dazu beitragen Arbeitsplätze zu schaffen und zu sichern, die Identifikation mit dem Baustoff Holz innerhalb der Regionen zu stärken und auch im sozialen Bewusstsein zu verankern.

Der Einsatz der **Massiv-Holz-Mauer®** in ganz Europa hat gute Aussichten, durch die vergleichsweise geringen Investitionskosten, die regionale Einsatzmöglichkeit und die Werkstoffqualitäten zu einer Weiterentwicklung nicht nur der Baustoffe an sich, sondern des Holzbaues insgesamt führen.
Schon heute fließt durch die Verwendung der **Massiv-Holz-Mauer®** bei Bauvorhaben von Spanien bis Sibirien eine große Menge an Know-how und Wissen in die Weiterentwicklung des Produktes und seiner Einsatzmöglichkeiten. Es ist bereits wahrzunehmen, dass der Wiedererkennungswert der Marke **Massiv-Holz-Mauer®** in Verbindung mit der regionalen Herstellung zu einer fast selbstständigen Verbreitung der Produkte und der Fertigungsanlagen führt. Selbst in Regionen Europas, in denen der Holzbau bislang noch keinen angemessenen Stellenwert erreicht hat, wurde das Interesse beim Verbraucher geweckt.
So wird die **Massiv-Holz-Mauer®** mit Beginn des Jahres 2009 bereits an 19 Standorten in 8 Nationen (Belgien, Deutschland, Italien, Österreich, Schweden, Schweiz, Rumänien und Russland) produziert, weitere Anlagen in Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und der Schweiz werden im Laufe des Jahres folgen.
Die natürlichen Eigenschaften des Holzes in Verbindung mit der Konstruktion erlauben den Einsatz der **Massiv-Holz-Mauer®** ohne zusätzliche Modifikationen in allen Klimaregionen.
Dies findet auch Anerkennung in einer im Auftrag der australischen Regierung erstellten Studie.
Eine unabhängige, international besetzte Expertenkommission hat dabei Baustoffe aus allen Kontinenten untersucht und nach einem Punktesystem beurteilt.
Die Bewertungskriterien waren dabei unter anderem die Nachhaltigkeit, Investitionskosten, Qualität, die Auswirkungen auf das Klima, Aspekte des Umweltschutzes, notwendiges Know-how zur Herstellung und Werterhalt. In allen Bereichen konnte sich die **Massiv-Holz-Mauer®** dabei ganz vorne platzieren und belegte in der Endabrechnung mit Vorsprung den ersten Platz. Dieses Ergebnis und laufende Großprojekte, wie das in der Planung befindliche und voraussichtlich Ende des Jahres 2009 verwirklichte 8-geschossige Appartementhaus in Schweden, rücken die Möglichkeiten des massiven Holzbaues mehr und mehr ins Licht der Öffentlichkeit und tragen zu einer verstärkten Verbreitung des Holzbaues bei.

9. Quellenangaben

Informationsdienst Holz; *Holzbauhandbuch* Reihe3: Bauphysik
H. Frey; H. August: *Bautechnik - Fachkunde Bau.* Europa Verlag, Haan-Gruiten 2003
LGA QualiTest GmbH; *Hintergrundinformationen – Schadstoffgeprüfte Produkte* 2007
Burkhard Schulze-Darup, *"Bauökologie"* Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin 1996.
Australien Government; *Emerging technologies and timber products in construction* FRPRDC 2007