

Lehrgangsskript

Kapitel 8.1 – 8.2

Innenwände

zum

Bauen mit

nachwachsenden Rohstoffen

Autor

Horst Kliebe

ÖkoPlus AG

ARGE kdR

Inhaltsverzeichnis

8	Innenwände	3
8.1	Massive Wände	4
8.1.1	Brettstapelbauweise	4
8.1.2	Lehmwände	7
8.1.2.1	Fachwerk mit Ausfachung mit Lehmsteinen	8
8.1.2.2	Fachwerk mit Stampflehm (Holz- oder Strohleichtlehm)	9
8.1.2.3	Ständer- und Rahmenbau mit Lehmsteinen	10
8.1.2.4	Ständer- und Rahmenbau mit Stampflehm	11
8.1.3	Fachwerk-Ausfachung mit Leichtbeton	13
8.2	Leichtbauwände	13
8.2.1	Fertigelemente aus Stroh	13
8.2.2	Gipsplattenwände mit Schalldämmung	14
8.2.2.1	Einfache Wandkonstruktionen	19
8.2.2.2	Mit erhöhter Schalldämmung	20
8.2.2.2.1	Als Doppelwandkonstruktion	21
8.2.2.2.2	Mit Federbügel/-schienen	21
8.2.2.2.3	Installationswände	22
8.2.2.2.4	Wände zu Treppenhäusern	25
8.2.2.2.5	Wohnungstrennwände	25
8.2.2.2.6	Gebäudetrennwände	26
8.2.3	Lehmbauplatten	27
	Quellen- / Autorenangaben zu Kapitel 8.1	30
	Bildquellen (Abbildungen) zu Kapitel 8.1	31

8 Innenwände

Die Innenwände im Wohnhausbau erfüllen unterschiedliche Aufgaben. Sie dienen der Raumaufteilung, sie tragen Lasten ab, sie erfüllen brand- und schallschützende Funktion. Für alle Anwendungen kommen sowohl Massivwände als auch Leichtbauwände in Frage. Massivwände im Sinne dieser Ausführungen sind im wesentlichen Massivwände aus Holz als auch Wände aus Holz bzw. Holzwerkstoffen in Verbindung mit mineralischen und/oder pflanzlichen Baustoffen in Form von Holzfachwerk-, Holzrahmen- bzw. Holzständerbauweise. Dem Baustoff Lehm kommt bei diesen Konstruktionen besondere Bedeutung zu. Eine wichtige Rolle bei den vorgestellten Leichtbauwänden spielen Gipsplatten als beplankendes Element.

Die Entscheidung, welche Konstruktionsform gewählt wird, hängt von verschiedenen Fragestellungen ab, z.B.:

- Handelt es sich um eine tragende bzw. nichttragende Wand?
- Ist es eine Gebäude- oder Wohnungstrennwand ?
- Schließt die Wand an ein Treppenhaus an?
- Grenzt die Innenwand an einen i.d.R. nicht beheizten Raum?
- Welche Anforderungen werden an den Schallschutz gestellt?
- Reicht einfacher Schallschutz oder müssen spezielle Anforderungen (z.B. Arztpraxis, Behandlungsraum, Schulsaal) an einen erhöhten Schallschutz erfüllt werden?
- Welche Bauzeiten müssen eingehalten werden? (Trockenzeiten)
- Welche handwerklichen Fertigkeiten werden vorausgesetzt?

Bei allen Konstruktionen kommen den Anschlüssen an die angrenzenden Bauteile wie Außenwände, Innenwände, Dachschrägen etc. besondere Bedeutung zu. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass aus Gründen des Schall- und auch Brandschutzes die Innenwände auf der Rohdecke stehen, d.h. durchlaufende Estriche müssen gegebenenfalls getrennt werden. Alle Verkleidungen, Schalungen oder abgehängte Decken werden nach dem Erstellen der Innenwände eingebaut. Was bei Neubauvorhaben dem Stand der Technik entsprechend als selbstverständlich angesehen wird, wird im Rahmen von Sanierungs- bzw. Umbaumaßnahmen leichtfertig übergangen.

8.1 Massive Wände

Massive Wände überzeugen in erster Linie durch ihre Masse. Sowohl Bauherr als auch die Mehrheit der mit der Planung bzw. Bauausführung beauftragten Architekten und Handwerker denken vorwiegend an Mauerwerk oder Beton, wenn von Massivwänden die Rede ist. Vor allem die Kriterien: statische Belastbarkeit, Schalldämmung und Wärmespeichervermögen stehen im Vordergrund, wenn die Wahl auf Massivwände fällt.

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit gewinnen Massivwände aus Brettstapelholz immer mehr an Bedeutung. Die Konstruktionen von Holz in Verbindung mit Lehm sind seit Jahrhunderten bewährt. Nachdem der Baustoff Lehm für Jahrzehnte aus dem Blickfeld der Bautechniker geriet, erlebt er seit ungefähr 20 Jahren eine große Renaissance.

8.1.1 Brettstapelbauweise

Massive Fichtebretter, hochkant gestellt, mit Nägeln fortlaufend zu verbinden und daraus Brettstapelelemente zu fertigen ist eine Idee, die bereits seit ca. 100 Jahren bekannt ist. Wegen fehlender Steifigkeit der Vernagelung und hohen manuellen Aufwands konnte sich der Brettstapel nicht durchsetzen. In der Zwischenzeit ist die Maschinenteknik fortgeschritten, sodass Prof. Julius Natterer von der ETH Lausanne der wieder entdeckten Idee zum Durchbruch verhalf.

Die technisch getrockneten und gehobelten Bretter haben in der Regel eine Dicke von 2 bis 3 cm und beim Einsatz als Wandelement eine Breite von 8 oder 12 cm. Durch computergesteuerte Fertigungsanlagen werden die Bretter durch kontinuierliche Nagelung verbunden. Es entstehen beliebig breite, einachsig gespannte Elemente bis zu einer Höhe von 240 cm.

Innenwände aus Brettstapel können tragende wie nichttragende Funktion haben. Sie können sowohl als Wohnungstrennwand, als Wand zum Treppenhaus als auch als Gebäudetrennwand eingesetzt werden.

Folgende wesentlichen **konstruktiven Grundsätze** sind zu beachten:

- am Wandfuß und am Wandkopf ist zur Führung der Bretter immer eine Schwelle bzw. ein Rähm vorzusehen (siehe Abb.8.1-01)
- aktuell gibt es keine praktischen Werte in wie weit unbeplankte Brettstapelwände horizontale Lasten aufnehmen können, das bedeutet, dass Horizontallasten über eine Beplankung abzutragen sind, wobei geringe Horizontallasten sicherlich aufgenommen werden

- die minimale Wandbreite bei einer Stockwerkshöhe von 2,60 m beträgt bei unbeplankten, maximal belasteten Wänden 1,00 m. Wird die Wand geringer belastet oder wird z.B. eine OSB-Platte mit $d=15$ mm mit einem Klammerabstand von 50 mm aufgebracht, darf die minimale Wandbreite auf 40 cm reduziert werden.

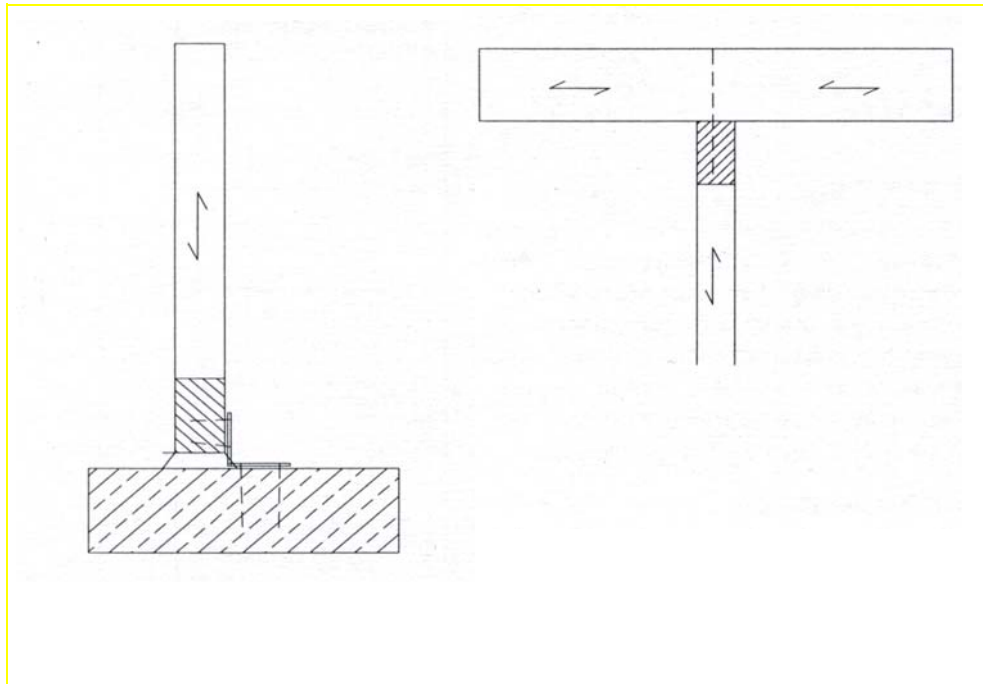


Abb. 8.1-01: Konstruktionsdetails (hiwo, 2001)

Sollen Brettstapelwände als **aussteifende Elemente** genutzt werden, eignen sich folgende Materialien zur Beplankung:

- Diagonalschalung
- Holzwerkstoffplatte wie OSB
- Gipsfaserplatte
- Gipskartonplatte

Bei der Ausbildung der Wandscheiben sind die DIN 1052-T1-Ziff1.1 bzw. für die Verankerung der Wandscheiben für Horizontal- und Vertikallasten die DIN 1052-T3 zu berücksichtigen.

Innenwände in Brettstapelbauweise überzeugen vor allem durch die geringe Wandstärke und bieten folgende Vorteile:

- Behaglichkeit durch „warme“ Oberfläche
- Diffusionsoffene Wandquerschnitte

- Positive Schallschutzeigenschaften (das bewertete Schalldämm-Maß R'_{w} einer 80 mm dicken Wand beträgt rechnerisch 34 dB)
- Positives Brandverhalten

Die folgende Abb.8.1-02 zeigt einige Innenwandaufbauten und die erreichbaren Schalldämmmaße.


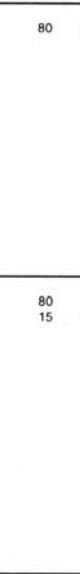
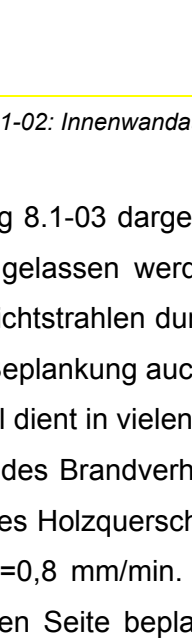
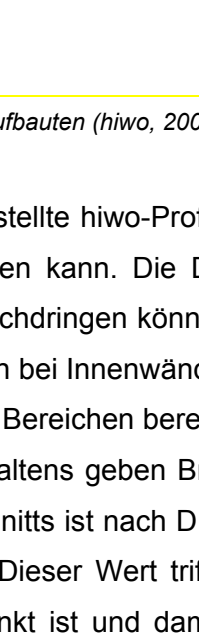
1		Brettstapel 80 mm	34
2		Brettstapel Fermacell 80 mm 15 mm	35
3		Brettstapel Dämmung/Lattung Fermacell 80 mm 30 mm 15 mm	37
4		Brettstapel Dämmung Fermacell 100 mm 30 mm 15 mm	38

Abb. 8.1-02: Innenwandaufbauten (hiwo, 2001)

Das in Abbildung 8.1-03 dargestellte hiwo-Profil ist ein Nut- und Federprofil, das auf beiden Seiten sichtbar gelassen werden kann. Die Durchgängigkeit der Fugen ist unterbrochen, sodass weder Lichtstrahlen durchdringen können noch Luftzug entstehen kann. Dennoch ist eine einseitige Beplankung auch bei Innenwänden vorteilhaft.

Das Akustikprofil dient in vielen Bereichen bereits den Benutzeranforderungen.

Zur Beurteilung des Brandverhaltens geben Brandversuche in der Schweiz Aufschluss. Die Verminderung des Holzquerschnitts ist nach DIN 4102 Teil 4 für Vollholz aus Nadelholz wird mit dem Wert $v=0,8$ mm/min. Dieser Wert trifft auch für Brettstapelwände zu, die auf der feuerabgewandten Seite beplankt ist und damit eine „Kaminwirkung“ der Fugen zwischen den Brettlamellen verhindert. Im Anhang sind 3 Konstruktionen für Brettstapelwände zu finden, für die beispielhaft die Gesamtpreise errechnet und Ausschreibungstexte erstellt sind.

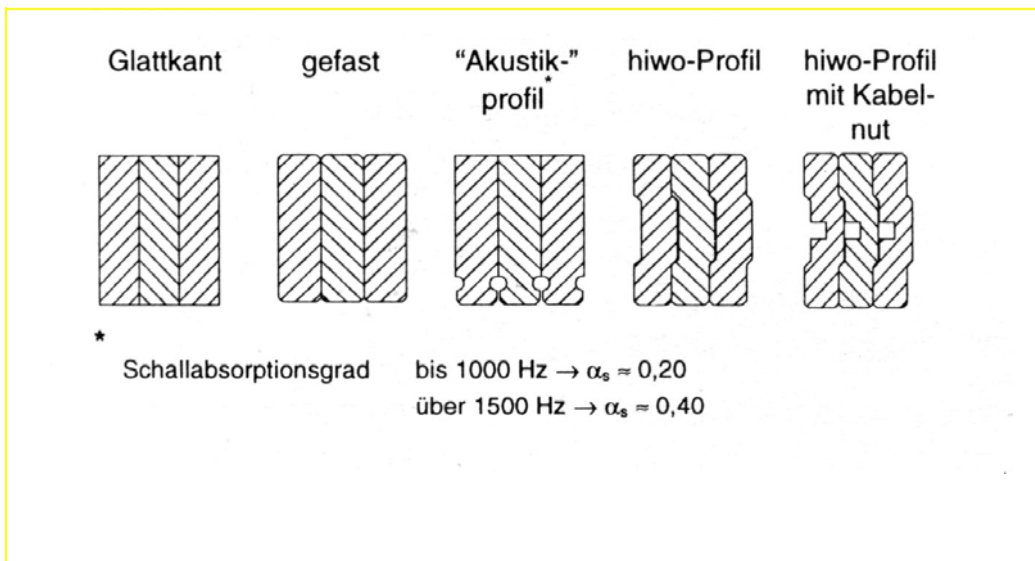


Abb. 8.1-03: Profilarten (hiwo, 1998)

8.1.2 Lehmwände

Die klassische Lehmwand als Fachwerkwand mit Lehmausfachung spielt im modernen Holzbau eine untergeordnete Rolle. Sie ist jedoch häufig im Rahmen von Altbausanierungen anzutreffen. Zeitgemäße Holzkonstruktionen wie Ständer- bzw. Rahmenbau setzen auf



Abb. 8.1-04: Lehmbaustoffe (eiwa, 2001)

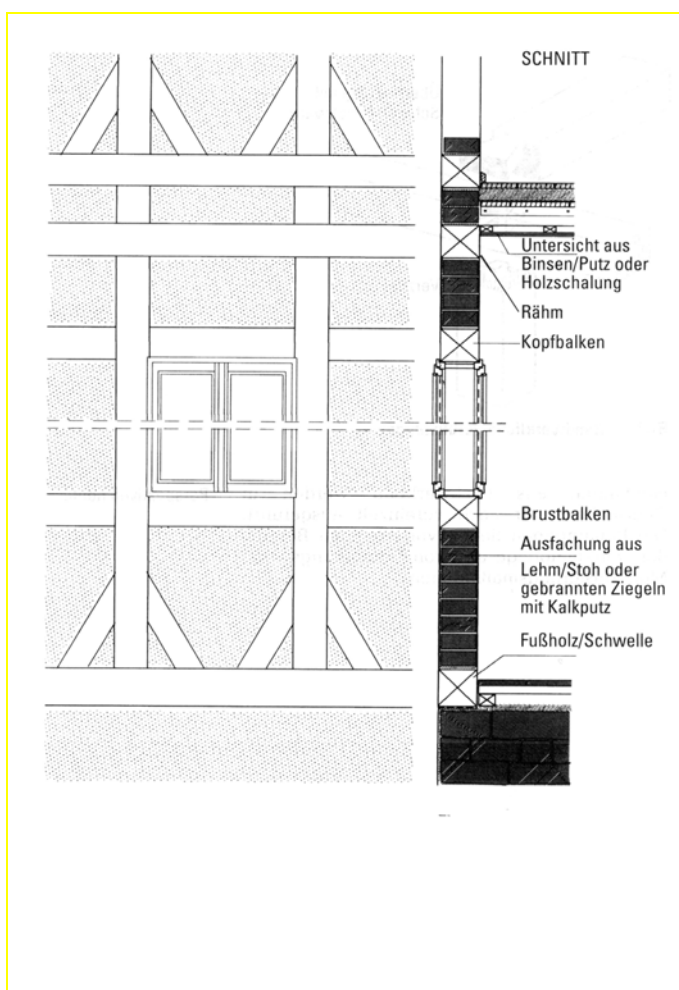
schlankere Holzquerschnitte. Zur Aussteifung werden Holzwerkstoff- oder Gipsplatten eingesetzt. Einerseits zur Klimavebesserung hinsichtlich Raumlufffeuchte und Ober-

flächentemperatur der umgebenden Innenwand und andererseits wegen des Schallschutzes hält Lehm auch im modernen Holzbau seinen Einzug.

Seit Jahrhunderten bilden die Werkstoffe Holz und Lehm eine ideale Verbindung im Hausbau. Lehm hat holzkonservierende Eigenschaften. Die Verwendung von Lehm aus der Baugrube erfordert einige Erfahrung, die während vieler Jahre nahezu verloren schien und erst seit zwei Jahrzehnten wieder sowohl durch Wissenschaft und Forschung als auch handwerkliche Erprobung zusammengetragen wird. In der Zwischenzeit haben sich Firmen wie *claytec*, *eiwa* oder *casadobe* auf die industrielle Verarbeitung von Lehm spezialisiert und bieten ein breit gefächertes Angebot an Putzen, Mörteln, Steinen, Platten etc. an.

8.1.2.1 Fachwerk mit Ausfachung mit Lehmsteinen

Zur Ausfachung des Fachwerks werden Dreikantleisten mittig von innen auf die Balken ge-



nagelt. Zur besseren Haftung empfiehlt sich vor dem Vermauern eine Lehmschlämme aufzutragen. Für das Vermauern in Fachwerk eignen sich wegen der Kleinteiligkeit besonders Lehmsteine mit DF, NF und 2DF Format. Die Steine werden stirnseitig z.B. mit einer groben Baumsäge genutet und mit Mauermörtel in die Gefache gemauert. Mauermörtel wird aus gewaschenem Sand und Lehm gemischt oder der Verarbeiter greift auf Fertigprodukte zurück. Eine Ausnahme bilden Grünlinge, „fette“ Lehmsteine mit hohem Ton und geringem Sandanteil, die ohne Mörtel verbaut werden können. Nach kurzer Wässerung vor der Verarbeitung weicht die Oberfläche auf. Durch festes Andrücken bleiben die Steine, im Verband verlegt, nach der Austrocknung

Abb. 8.1-05: Schnitt und Teilansicht eines historischen Fachwerkhauses (Galiläa, 1998)

fest verbunden. Achtung: große Übung erforderlich, da kein Nachrücken mehr möglich. Darüberhinaus ist bei dieser Ausführung von Steinen mit größeren Schwundrissen zu rechnen.



Abb. 8.1-06: Fachwerksmauerung mit Lehmsteinen (Kliebe, 2001)

Bei größeren Gefachen und großer Bauhöhe wird die letzte Reihe einige Tage später gemauert, damit das Fachwerk auf die zunehmenden Lasten reagieren kann und darüber hinaus die Setzfugen ausgeglichen werden können.

8.1.2.2 Fachwerk mit Stampflehm (Holz- oder Strohleichtlehm)

Bei allen Leichtlehm, die mit Stohhächsel- bzw. Holzackschnitzeln und Sägemehl erzeugt werden, ist zu beachten, dass es bei mangelnder Belüftung -Durchtrocknung- und/oder unsachgemäßer Aufbereitung zu Schimmelbildung bzw. Verrottung kommt.

Zur Nasslehmfüllung von Fachwerk mit Stampflehm wird fetter Lehm mit Wasser zu einer dünnflüssigen Lehmschlämme gemischt, der 10-15 cm lange Strohhäcksel zugesetzt werden. Die Rohdichte des Strohleichtlehmes liegt unter 1200 kg/cbm. Zur Herstellung von Holz-Leichtlehm mit einer Rohdichte von 800 kg/cbm werden 1 RT Sägemehl, 1 RT feine und 2 RT grobe Hackschnitzel mit 1,6 RT krümeligem Lehm gemischt. Alle Angaben zur Rezeptur nach Minke (Minke, 2001). Die Stampftechnik erfordert beidseitig eine Schalung, die mitklettert. Auch hier ist zur horizontalen Verankerung eine Dreikantleiste erforderlich.

Die Lehmischung wird zwischen die Schalbretter gefüllt und mit einem Stampfholz verfestigt. Die letzte abschließende Schicht wird unter Zuhilfenahme eines Reibebretts eingebracht. Da mit Setzungsfugen von bis zu 10% gerechnet werden muss siehe Abb. 8-7, ist solange Nacharbeit erforderlich, bis alle Setzfugen verfüllt sind, damit verminderte Schalldämmung und Zugluft die Wohnqualität nicht vermindern. Da die hier aufgeführte Stampftechnik für diese Anwendung sehr zeitaufwendig ist – Richtwert ca. 6 Std/m² - empfiehlt sich entweder die Vermauerung oder die Verfüllung der Gefache nach historischer Art mit Wickelstaken.

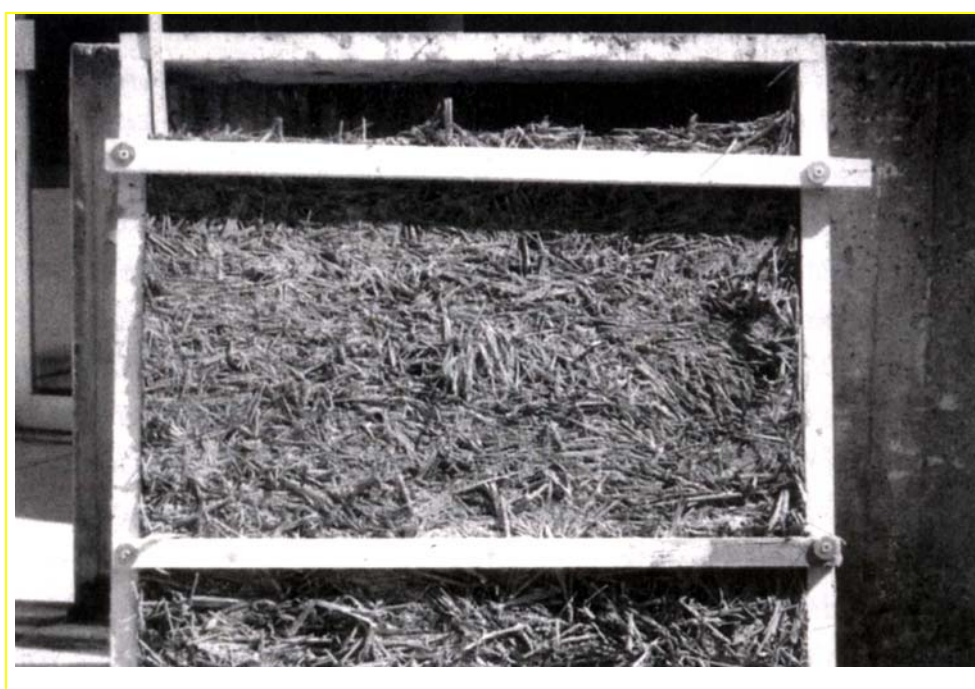
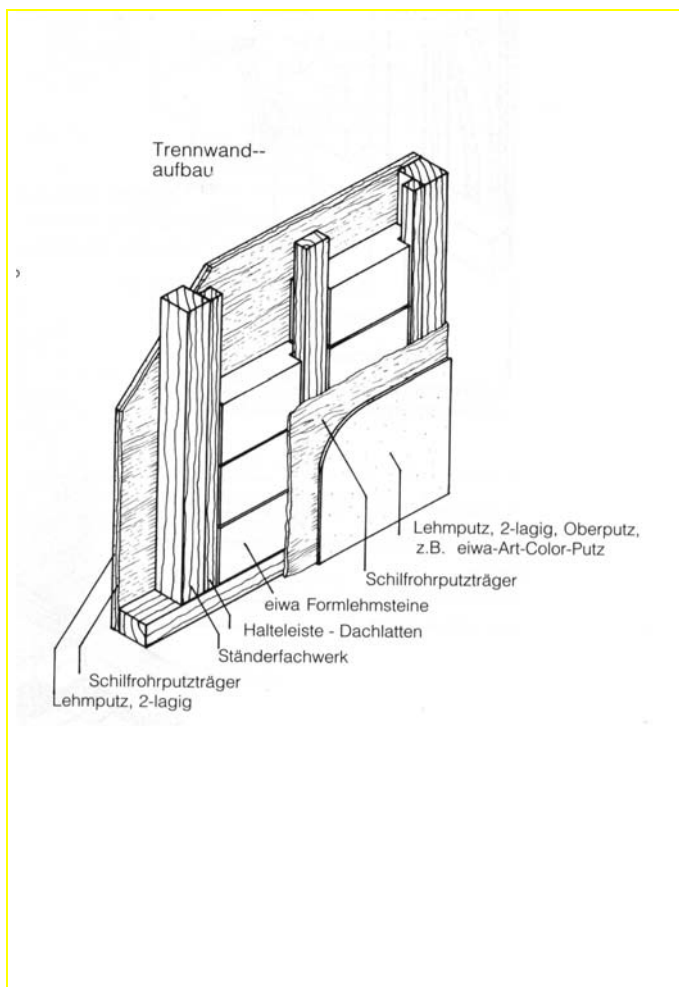


Abb. 8.1-07: Setzfuge bei Strohleichtlehmgefach (Minke, 2001)

8.1.2.3 Ständer- und Rahmenbau mit Lehmsteinen

Massive Innenwände aus Holzständern mit einer Ausmauerung mit Lehmsteinen werden im modernen Holzbau im wesentlichen aus raumklimatischen Gründen eingesetzt. Aus schalltechnischer Sicht werden bevorzugt Vollsteine zum Einsatz kommen, die darüberhinaus den Vorteil bieten, dass sie „auf Sicht“ gemauert oder lediglich mit einer Lehmschlämme bzw. einem mittlerweile verfügbaren Lehmstreichputz gestrichen werden können. Leichtlehmsteine brauchen in aller Regel einen Deckputz aus Lehm. Ähnlich wie bei der Ausmauerung von Fachwerk auch, muss zur horizontalen seitlichen Verzahnung eine Dreiecksleiste angebracht werden. Für geschoßhohe Gefache kommen neben den bereits



genannten Formaten auch großformatige Lehmsteine zum Einsatz, die dann mehrheitlich wegen des zu hohen Gewichts zur leichteren Handhabung pflanzliche oder mineralische Zuschläge enthalten. Der Vorteil der Großteiligkeit wird mit dem Nachteil eines zusätzlichen Lehmputzes erkauft. Bei der in Bild 8.1-08 gezeigten Konstruktion kommt ein spezieller Formlehmstein zum Einsatz. Eine Rohrmatte dient als Putzträger.

Abb. 8.1-08: Trennwandaufbau mit EIWA-Formlehmstein (EIWA, 1999)

8.1.2.4 Ständer- und Rahmenbau mit Stampflehm

Die Stampflehmtechnik im Ständer- bzw. Rahmenbau eröffnet mehrere Optionen:

- die Abmessung des Ständers bzw. Rahmens gibt die Dicke der Innenwände vor. Dann können die Schalelemente unmittelbar an den Holzständern befestigt werden und daran hochklettern. Natürlich gilt auch hier, dass für ausreichende Querstabilität gesorgt werden muss.
- die Ständer bzw. Rahmen verschwinden im Lehm. Die Wanddicke wird über die Schalung festgelegt. Dafür eignen sich die traditionell üblichen Systeme für Betonarbeiten. Wegen der entstehenden Fehlstellen durch die Traversen, wurden Systeme entwickelt, die ohne Durchdringungen arbeiten (siehe Abbildung 8.1-09). Als besonders geeignet haben sich 30 – 45 mm dicke Nadelholzbretter erwiesen, die einfach gehobelt und einmal lackiert werden.

- auf die Ständer werden beidseitig zur Schalung geeignete Putzträgerplatten aufgebracht. Der Strohlehm wird zwischen die verlorene Schalung gefüllt und verdichtet. Zur Schalung eignen sich z.B magnesitgebundene Heraklithplatten oder Schilfrohrplatten. Gleiche Dienste erfüllt eine einseitig vorgemauerte Wand aus Lehmsteinen.

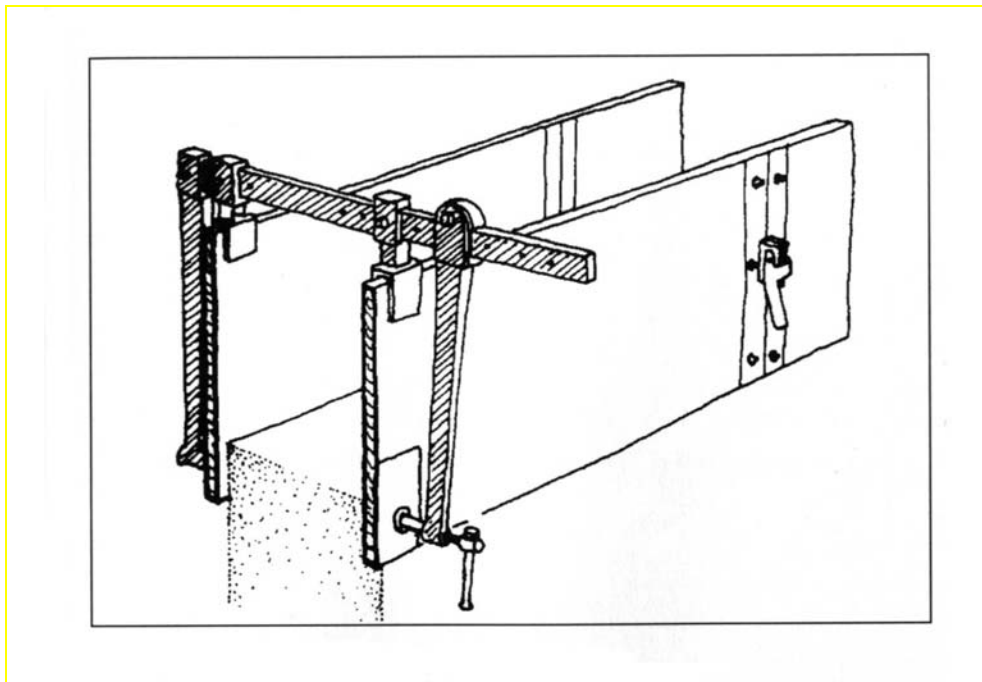


Abb. 8.1-09: Traversenfreie Stampflehm-Schalung (Minke, 2001)

Mit den beispielhaft aufgezählten Möglichkeiten sind auch unterschiedliche Eigenschaften verbunden, die vor der Entscheidung für eine bestimmte Konstruktion berücksichtigt werden müssen. Es gilt abzuwägen zwischen zeitsparenden und zeitaufwendigen Verfahren, die Schalung zu erstellen, zwischen schnellerer und langsamer Durchtrocknung und den damit verbundenen Risiken, zwischen kleinerer und größerer Wärmespeicherkapazität.

Eine neue und interessante Alternative zum Stampflehmverfahren wird von **Dingeldein** (W+G 102) vorgestellt. Hier wird mit entsprechender Maschinenteknik ein aufbereitetes Lehmgemisch mit hohem Druck in einseitig beplankte Gefache oder auf die Wand gespritzt. Das erdfeuchte Material wird verdichtet und haftet sofort fest auf dem Untergrund. Schalungen können sofort wieder entfernt werden. Die als Einblasverfahren titulierte Methode ist zur Zeit in der Erprobungsphase und steht nach Angaben des Autors kurz vor der Markteinführung.

8.1.3 Fachwerk-Ausfachung mit Leichtbeton

Ohne Zweifel stellt die Ausmauerung der Gefache mit Gasbetonelementen der Marken Ytong bzw. Hebel die einfachste und schnellste Art dar. Das Material ist leicht, großformatig und sehr gut mit einfachsten Werkzeugen zu bearbeiten und damit der gewünschten Form anzupassen. Anforderungen an Schall- wie Brandschutz lassen sich leicht realisieren. Dennoch sind die Lösungen mit Gasbetonsteinen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit wegen des Einsatzes von Aluminium bei der Herstellung gegenüber den oben ausgeführten Konstruktionen nur zweite Wahl.

8.2 Leichtbauwände

Unter Leichtbauwänden werden in der vorliegenden Systematik Wände verstanden, die in aller Regel geringere Flächengewichte aufweisen, aus mehreren Schichten aufgebaut, nach den Regeln des Trockenbaus erstellt sind und zwischen Holzpfosten, -rahmen, -ständern oder Metallprofilen hohl oder mit Dämmstoff gefüllt sind. Neben Leichtbauwänden aus Stroh oder Strohleichtelem werden im folgenden Konstruktionen vorgestellt, die als Beplankungsbaustoff Gipsplatten vorsehen.

8.2.1 Fertigelemente aus Stroh

KARPHOS DIE WAND heißt die Platte aus hochverdichtetem, stranggepressten Stroh, die ohne Zusatz von Bindemitteln produziert wird. Sie weist alle Eigenschaften auf, die an einen Baustoff aus nachwachsenden Rohstoffen gestellt werden. Die Wandelemente haben in der Standardversion eine Breite von 120 cm, eine Länge von 250 cm und eine Dicke von 58 mm. Das Flächengewicht beträgt 19 kg/m², was sich aus einer Rohdichte von 340 kg/m³ errechnet. KARPHOSIT DIE WAND ist allseitig mit einem grobmaschigen Gewebe und einer Vollpappe mit ca 430 g/m² kaschiert.

Die Montage erfolgt nach Herstellerangaben sowohl ein- als auch zweischalig. In der zweischaligen Version bringt sie beplankt als Wohnungstrennwand ein bewertestes Schalldämmmaß von R'_w = 55 dB.

Aufgrund der sehr hohen Verdichtung des Strohs lassen sich Regale oder Waschbecken anhängen, d.h. sie ist nahezu universell einsetzbar.

Abb. 8.2-10 zeigt ein Montagebeispiel.

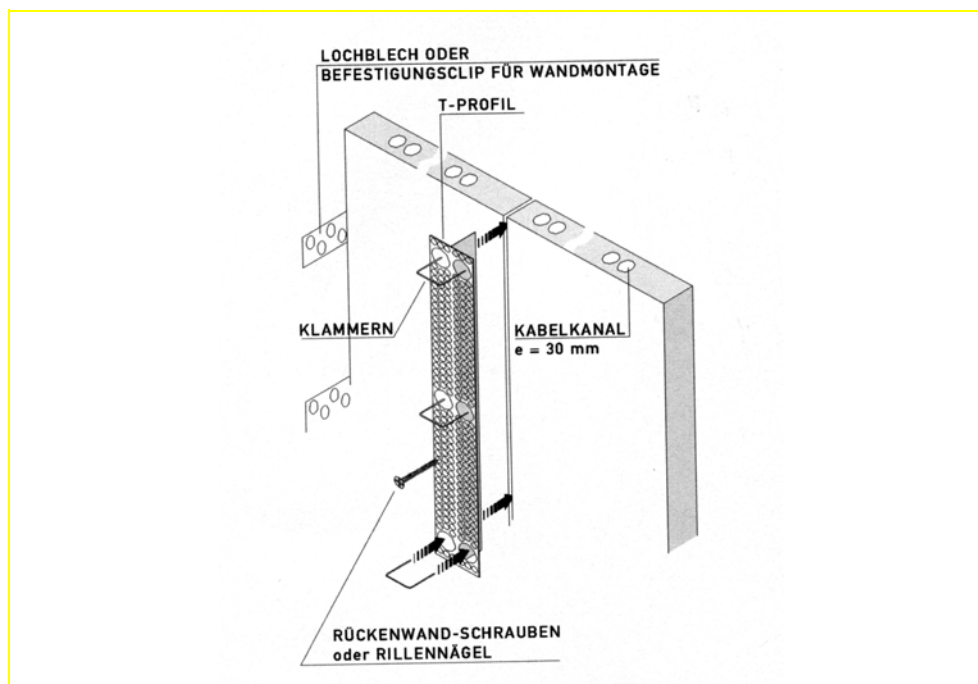


Abb. 8.2-10 : Karphos die Wand, Montageelemente (Karphos, 2001))

8.2.2 Gipsplattenwände mit Schalldämmung

Bereits an anderer Stelle wurde die Bedeutung des Schallschutzes hervorgehoben. Leichtbauwände weisen gegenüber Wänden in Massivbauweise geringere Masse auf. Dies hat zur Folge, dass die Anforderungen an den Schallschutz, die von der DN 4109 formuliert werden, schwieriger zu erfüllen sind. Deshalb folgen hier einige **einführende Erläuterungen zum Thema Schall und Fragen des Schallschutzes**.

Die Einheit zur Messung des Schalls ist das Dezibel (dB), einer Pseudoeinheit, da sie lediglich das Verhältnis einer gemessenen Größe zu einem Bezugspegel ausdrückt. Beim menschlichen Gehör ist dieser Bezugspegel der niedrigste, gerade noch wahrnehmbare Schalldruck. Die Einführung des Dezibels ermöglicht es, die in Wirklichkeit über mehrere Zehnerpotenzen auseinanderliegenden Schalldrücke zwischen gerade noch wahrnehmbar (0 dB) und Schmerzgrenze (140 dB) auf einer linearen Skala darzustellen. Abb. 8-11 stellt die Schalldrücke für bekannte Geräuschquellen dar.

Zur besseren Einschätzung sei darauf hingewiesen, dass eine Verdopplung des Schalldrucks einer Zunahme um 6 db, eine Verzehnfachung des Schalldrucks einer Zunahme um 20 dB entspricht.

Schall breitet sich in Form von Wellen und - abhängig vom Ausbreitungsmedium – unterschiedlich schnell aus. Die **Schallgeschwindigkeit** ist abhängig von der Elastizität, der

	μPa	dB	Phon	
	200000000	140		Schmerzgrenze
		130		startendes Düsenflugzeug
schmerzhaft	20000000	120		
	2000000	110	110	Hupe (1 m Entfernung)
unerträglich	200000	100		Preßlufthammer
Türeschlagen		90	90	Lastwagen 7 m Entfernung
Büro, lautes Sprechen	200000	80	80	Küchengeräte
laut	20000	70	70	Radiomusik, Verkehrslärm
normale Unterhaltung		60		
gedämpfte Unterhaltung	2000	50	50	schwacher Straßenverkehr
		40	40	Murmeln eines Baches
		30	30	Blätterrauschen
leise	200	20	20	Flüstern
		10		Wald, Blättersäuseln
Stille	20	0	3	Hörschwelle

Abb. 8.2-11: Schalldruck in dB (Tobischek, 1995)

Materialdichte und bei flüssigen und gasförmigen Stoffen auch von der Temperatur und dem Druck. Abb. 8.2-12 gibt einige Beispiele für Schallgeschwindigkeiten an.

Eisen	5170 m/s (Meter/Sekunde)
Aluminium	6420 m/s
Glas	5000 m/s
Plexiglas	2680 m/s
Tannenholz	5260 m/s
Wasser	1464 m/s bei 15 °C
Meerwasser	1531 m/s
Luft	334 m/s bei 0 °C und 101325 Pa Druck
Wasserdampf (Nebel)	494 m/s

Abb. 8.2-12: Schallgeschwindigkeit unterschiedlicher Ausbreitungsmedien (Tobischek, 1995)

Auffällig ist hier besonders, dass sich Schall in Tannenholz genauso schnell wie in Eisen ausbreitet, eine Tatsache, die im Holzbau keine unwesentliche Rolle spielt.

Die **DIN 4109** enthält alle Kenngrößen zur Beurteilung bzw. Bewertung der Schalldämmung, die sich einerseits durch Vorgaben (erforderliche Werte) und andererseits durch errechnete bzw. geprüfte Werte für eindeutig festgelegte Konstruktionen unterscheiden lassen.

Auszugsweise enthält Tabelle 8-1 die kennzeichnenden Größen für Wände und Türen.

Spalte	1	2	3
Zeile	Bauteile (im betriebsfertigen Zustand)	Berücksichtigte Schallübertragung	Kennzeichnende Größe für Luftschalldämmung
1	Wände	über das trennende und die flankierenden Bauteile sowie gegebenenfalls über Nebenwege	erf. R'_w
4	Türen	nur über die Tür	erf. R_w

Tab. 8-1 kennzeichnende Größen für die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Bauteilen (DIN 4109 Teil 3)

Darin bedeuten:

R'_w = bewertetes Schalldämm-Maß in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile

R_w = bewertetes Schalldämm-Maß in dB ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile

In der nachfolgenden Tabelle sind die für Wände erforderlichen Werte zusammengetragen:

Spalte 1	2	3	4
Zeile	Bauteile	Anforderungen erf. R'_w [dB]	Bemerkungen
12	Wände Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	53	Wohnungstrennwände sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen
13	Wände Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	52	Für Wände mit Türen gilt die Anforderung erf. R'_w (Wand) = erf. R_w (Tür) + 15 dB. Darin bedeutet erf. R_w (Tür) die erforderliche Schalldämmung der Tür nach Zeile 16 oder Zeile 17. Wandbreiten ≥ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.
16	Türen Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen in Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	27	Bei Türen gilt nach Tabelle 8-1 erf. R_w
17	Türen Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer Flure und Dielen - von Wohnungen führen	37	
20	Wände Haustrennwände	57	

Tab. 8-2 Erforderliche Luftschalldämmung zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich, Angaben in Zeilen 12 – 17 gelten für Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeiträumen, Zeile 18 für Einfamilien-Doppelhäuser und Einfamilien-Reihenhäuser (DIN 4109 Teil 3)

Wie man aus der Tabelle leicht erkennen kann, kommt Türen beim Schallschutz erhebliche Bedeutung zu. Die Norm fordert z.B. für Wände zwischen fremden Arbeitszimmern einen Wert von 53 dB. Eine Tür, in die gleiche Wandkonstruktion eingebaut, müsste dann einen Wert von 38 dB bringen, um zum gleichen Schallschutz zu kommen.

Ein wesentlicher Aspekt bei allen Innenwandkonstruktionen ist die Schallübertragung über die flankierenden Bauteile. In dieser Darstellung kann nur auf die Vorschriften und die entsprechenden Rechen- bzw. Nachweisvorschriften in der DIN 4109 Beibl. 1, Abschnitt 5.3 und 5.4 hingewiesen werden.

Folgende prinzipiell gültigen Faktoren beeinflussen bzw. optimieren den Schallschutz (siehe Abb. 8-13):

Entkoppelung der Verbindung der Einzelschalen durch:

- Vergrößerung des Ständerabstands
Mit größer werdendem Unterstützungsabsand wird die Koppelung der Schaln geringer und damit die Schalldämmung größer
- Vergrößerung des Schalenabstands
- Befestigung der Schalen über Querlatten
Entkoppelung durch punktförmige Verbindung zwischen den Schalen und den Ständern

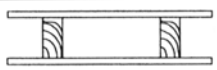
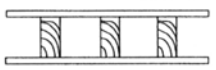
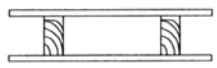
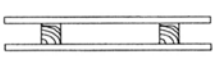
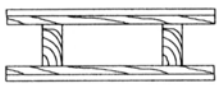
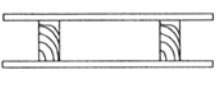
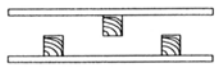
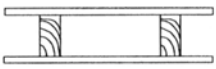
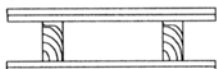
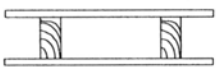
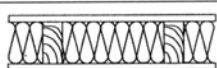

Einflussfaktor	besser	schlechter
Ständerabstand		
Schalenabstand		
Querlattung		
Doppelständer		
mehrlagige Beplankung		
Hohlraum-dämmung		

Abb. 8.2-13: Einflussfaktoren auf die Schalldämmung einer leichten zweischaligen Wand (Galiläa, 1998)

- Befestigung der Schalen über Dämmstreifen
Entkoppelung durch weiche Verbindung zwischen den Schalen und den Ständern
- Doppelständer
Vollkommene Trennung der beiden Schalen über das gesamte Bauteil

Eigenschaften der Einzelschalen:

- Biegeweiche Beplankung
Als biegeweiche Beplankung werden üblicherweise eingesetzt:
Gipskartonplatten (12,5 bis 20 mm)
Gipsfaserplatten (10 bis 15 mm)
Spanplatten (13 bis 16 mm) etc.
- Flächenbezogene Masse
Schwerere biegeweiche Schalen (z.B. Gipsfaserplatten) sind günstiger als leichtere (z.B. Gipskartonplatten)
- Doppelte bzw. mehrlagige Beplankung
Erhöhung der Masse einer Schale durch Aufdoppeln, wobei die aufgedoppelte Schale zu der unteren Platte versetzt ist und mit ihr nur punkweise verbunden ist. Diese Konstruktion ist schalltechnisch besser als eine reine Massenverdopplung (doppelt so dicke Platte)

Hohlraumdämpfung:

- Hoher Füllgrad
Je höher der Dämmstofffüllgrad ist, desto besser ist die Schalldämmung. Zur Hohlraumdämpfung sind Dämmstoffe mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand $\geq 5 \text{ kNs/m}^4$ geeignet. Hier sind vor allem Faserdämmstoffe zu nennen. Hartschaumplatten verschlechtern im allgemeinen die Schalldämmung.

Die beschriebenen positiven Einflussfaktoren sind in Abb. 8.2-13 dargestellt. Sie können sich in ihrer akustischen Wirkung summieren. Je nach Variation des Aufbaus der Standardkonstruktionen von Montagewänden können Schalldämmmaße R_w bis 65 dB erreicht werden.

In der folgenden Tabelle 8-3 ist eine Auswahl der z.Zt. auf dem deutschen Markt verfügbaren Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen aufgelistet.

Material	Marke/Hersteller	Rohdichte [kg/cbm]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Dicken [mm]
Kokosfaser	EMFA	69	0,045	20,25,35
Zellulose	Isofloc, CWA	30 – 65	0,040	0 - 400
Flachs	Flachshaus	30	0,040	40 - 200
Schafwolle	Alchimea	25	0,040	20 - 200
Holzweichfaser	GUTEX, PAVATEX	160	0,040	20 - 100

Tab. 8-3: Kennzahlen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, (Datenblätter der Hersteller)

8.2.2.1 Einfache Wandkonstruktionen

Einfache Ständerwände (Montagewände), die nichttragend sind, werden in DIN 4103 Teil 1 beschrieben. Hinsichtlich Schalldämmung gilt die DIN 4109. Einfache Wandkonstruktionen können entweder mit Holzstielen (Rahmen) der Dimension 4x6 cm und größer (siehe Anlage 8A-4) oder mit C-Wandprofilen aus Stahlblech ausgebildet werden. Beidseitig werden die Ständer mit Gipsplatten beplankt. Hierfür eignen sich sowohl Gipsfaserplatten als auch Gipskartonplatten.

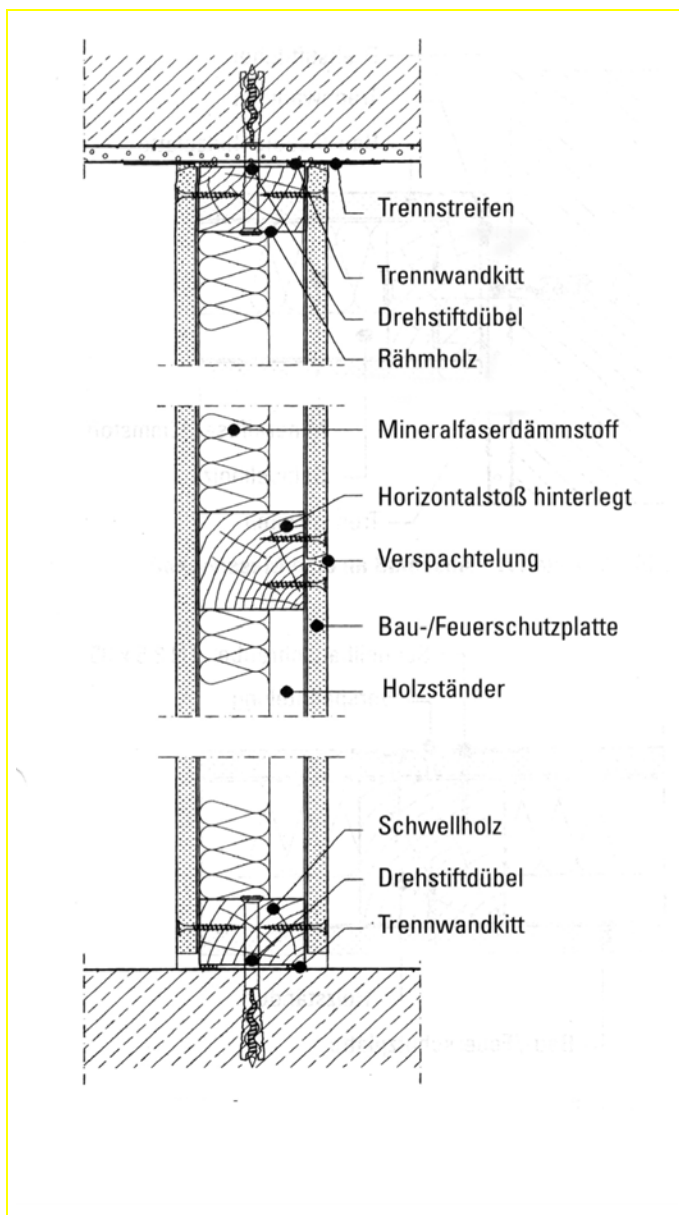


Abb. 8.2-14 Einfach beplankte Holzständerwand (Galiläa, 1998)

Alle Hersteller von Gipskarton- oder Gipsfaserplatten verfügen über eine große Anzahl geprüfter Konstruktionen. Die in Abb. 8.2-14 beispielhaft dargestellte Holzständerwand ist insgesamt 85 mm dick und beidseitig einfach beplankt mit Fermacell 12,5 mm. Die Hohlräumdämmung erfolgt mit einer Holzweichaserdämmplatte (z.B. PAVATEX TW) von 40 mm Stärke. Mit diesem Aufbau wird ein Schalldämmmaß von 43 dB erreicht. Wird der Holzständer durch ein Metall (CW-) Profil ersetzt (Wandstärke jetzt 100 mm) führt dies zu einer Verbesserung um 3 dB auf 46 dB. Der gleiche Wert wird erreicht, wenn der Hohlraum mit Zellulose-Dämmstoff (ISOFLUC) verfüllt wird.

8.2.2.2 Mit erhöhter Schalldämmung

Wie bereits einleitend ausgeführt, lässt sich der Schallschutz durch Berücksichtigung einiger Konstruktionsdetails erhöhen. Zu beachten ist immer, dass sowohl die flankierenden Bauteile als auch die Türen erheblichen Einfluss auf die Schalldämmung haben. Nicht selten haben Nachlässigkeiten fatale Folgen. Die Kombination aus mehrschaliger Beplankung, großem Ständerabstand, Entkoppelung der beiden Schalen, größerer Wandstärke und hohlraumfüllender Dämmung verspricht die besten Ergebnisse.

Wird die in Abb. 8-14 gezeigte Holzständerwand beidseitig mit 2 Fermacellplatten der Stärke 12,5 mm beplankt, verbessert sich das Schalldämmmaß um 8 dB.

In Tabelle 8-3 ist eine Auswahl der z.Zt. auf dem deutschen Markt verfügbarer Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen aufgelistet.

8.2.2.2.1 Als Doppelwandkonstruktion

Als Doppelwandkonstruktion zählt hier die Doppelständerwand, jede Wandseite enthält ihre „eigenen“ Pfosten, d.h. die Beplankung der beiden Seiten ist entkoppelt. Rahmen bzw. CW-Profile werden versetzt auf der entsprechenden Schwelle montiert (Wand- und Deckenanschluss analog). Der Dämmstoff wird entweder einseitig zwischen einer Pfostenreihe beidseitig zwischen den jeweiligen Pfosten, mäanderförmig zwischen den Pfosten beider Seiten oder hohlraumfüllend eingebaut.

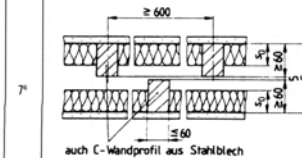
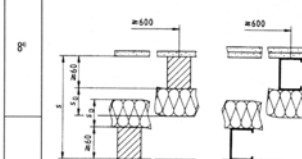
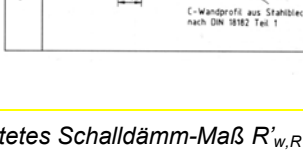
Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Wandausbildung mit Stielen (Ständern), Achsabstand ≥ 600 , ein- oder zweilagige Bekleidung ^{a)}	Anzahl der Lagen je Seite	Mindest-Schalensabstand s	Mindest-Dämmschichtdicke ^{b)} Nennstärke s_D	$R'_{w,R}$ ^{a)} dB
7 ^{a)}	 <p>auch C-Wandprofil aus Stahlblech nach DIN 18 182 Teil 1</p>	1	125	2-40	49
8 ^{a)}	 <p>C-Wandprofil aus Stahlblech nach DIN 18182 Teil 1</p>	1	160	40	49
9 ^{a)}	 <p>C-Wandprofil aus Stahlblech nach DIN 18182 Teil 1</p>	2	200	80 oder 2-40	50

Abb. 8.2-15: Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ von zweischaligen Wänden aus zwei biegeweichen Schalen aus Gipskartonplatten (Rechenwerte) (Galiläa, 1998)

8.2.2.2.2 Mit Federbügeln/-schienen

Eine weitere Möglichkeit, bei einer Holzständerwand die beiden Beplankungen schalltechnisch zu entkoppeln, besteht darin, Federbügel bzw. Federschienen, siehe Abb. 8.2-16, einzusetzen.

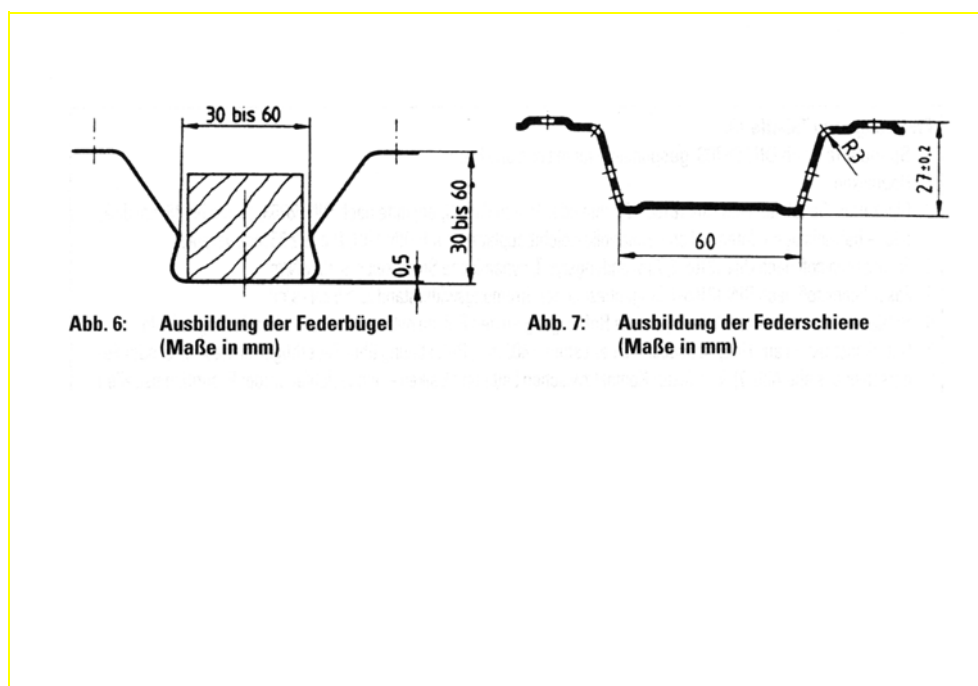


Abb. 8.2-16: Ausbildung von Federbügel und Federschiene (Galiläa, 1998)

Dabei wird ein ein quer zum Ständer verlaufender Rahmen mithilfe der Federbügel befestigt. Die Gipsplatte wird auf diesen Rahmen verschraubt. Die Schalldämmung wird durch den federnden Effekt des Schwingbügels erreicht. Eine andere Variante bietet FAIST mit ihrem EMA-Schwingholz, einem vormontierten Element aus Fichteholzleisten mit Kokosplattenstreifen, die mit Ansetzbinder auf die Wand geklebt werden. Die Zwischenräume werden mit Kokosrollfilz verfüllt und dann mit einer Verkleidungsplatte beplankt.

8.2.2.2.3 Installationswände

Die Frage der Leitungsführung für Elektro- und –sanitärinstalltionen, zentrale Staubsaugeranlage, Rohre für kontrollierte Be- und Entlüftung sowie evtl. Zuleitungen für solartechnische Anlagen muss während der Planungsphase beantwortet werden. Nachträgliche Wand- und Deckendurchbrüche im Holzbau sind schwierig, teuer und oft optisch unbefriedigend zu schließen. Alle Leitungen sollten in Hohlräumen der Trag- und Nebenkonstruktion geführt werden. Generell sollte die vertikale Verteilung in Steigschächten und eigenen Vorsatzschalen erfolgen. Die horizontale Verteilung sollte am besten in die Deckenebene gelegt werden. Bei nicht sichtbarer Deckenkonstruktion ist die Verlegung flexibel. Bei sichtbaren Deckenbalken bieten die beiden in Abb. 8.2-17 dargestellten Varianten gute Möglichkeiten, Installationen unterzubringen.



Abb. 8.2-17: Möglichkeiten der Leitungsverlegung im Deckenbereich (Galiläa, 1998)

Sofern die Sanitärleitungen einen Querschnitt von 35 mm überschreiten, müssen sie in eigens geschaffenen Wandbereichen, wie sie in Abb. 8.2-18 dargestellt ist, geführt werden. Die zweischalige Wand stellt die schalltechnisch beste Lösung dar, um horizontale wie vertikale Verteilung zu gewährleisten.

Abb. 8.2–19 gibt die Werte entspr. DIN 4109 Teil 3 für die zulässigen Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen von Geräuschen aus haustechnischen Anlagen an. Die kennzeichnenden Größen für die Anforderungen entspr. Abb. 8.2-19 sind in Tabelle 8-5 wiedergegeben.

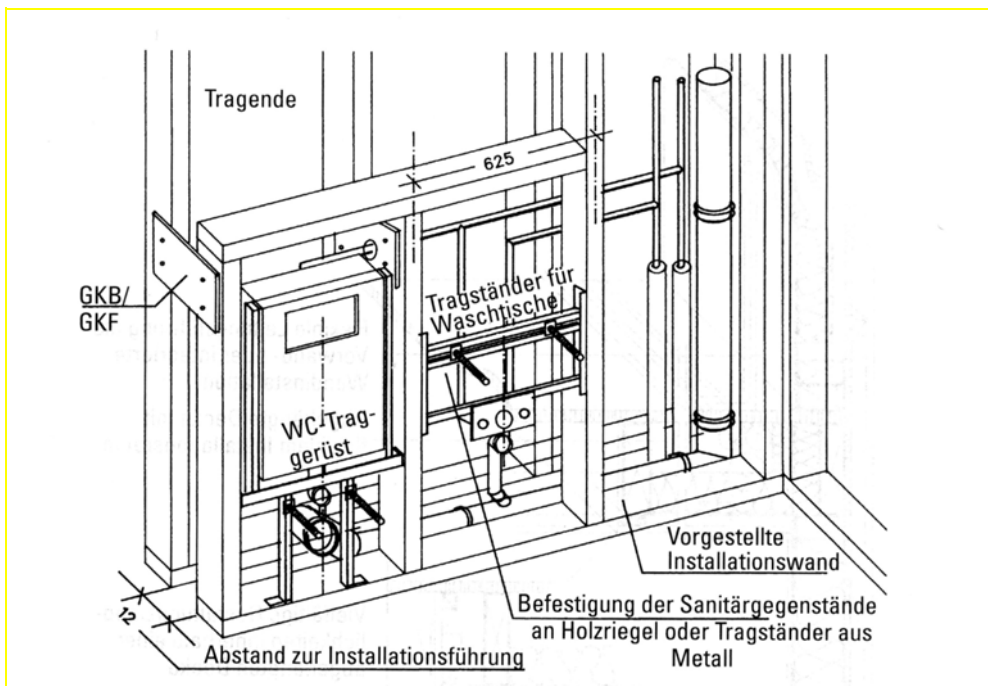


Abb. 8.2-18: vorgesetzte Installationswand (Galiläa, 1998)

Spalte	1	2		3
		Art der schutzbedürftigen Räume		
Zeile	Geräuschquelle	Wohn- und Schlafräume	Unterrichts- und Arbeitsräume	
		Kennzeichnender Schalldruckpegel dB(A)		
1	Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	≤ 35 ¹⁾	≤ 35 ¹⁾	
2	Sonstige haustechnische Anlagen	≤ 30 ¹⁾	≤ 35 ²⁾	
3	Betriebe tags 6 bis 22 Uhr	≤ 35	≤ 35 ²⁾	
4	Betriebe nachts 22 bis 6 Uhr	≤ 25	≤ 35 ²⁾	

1) Einzelne, kurzzeitige Spitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte nach Tabelle 6 (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. a.) entstehen, sind z. Z. nicht zu berücksichtigen.
2) Bei Lüftungstechnischen Anlagen sind um 5 dB (A) höhere Werte zulässig, sofern es sich um Dauergeräusche ohne auffällige Einzeltöne handelt.

Abb. 8.2-19: Werte für die zul. Schalldruckpegel (Galiläa, 1998)

Spalte	1	2
Zeile	Geräuschquelle	Kennzeichnende Größe
1	Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen)	Installations-Schallpegel L_{in} nach DIN 52219
2	Sonstige haustechnische Anlagen	max. Schalldruckpegel $L_{AF,max}$ in Anlehnung na DIN 52219

Tab. 8-5: kennzeichnende Größen zu Abb. 8-18

Neben rein konstruktiven können zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um die Schallübertragung von Installationen zu reduzieren:

- Wahl geräuschgünstiger Installationssysteme und Sanitärobjekte
- Optimierte Befestigungstechnik

8.2.2.2.4 Wände zu Treppenhäusern

Nahezu alle bisherigen Betrachtungen zu Innenwänden galten Konstruktionen im Holzrahmenbau für Einfamilienhäuser und für Häuser bis zu 2 Vollgeschoßen, die fast ausschließlich im Ermessen des Bauherren liegen. Dies bedeutet, dass alle Maßnahmen zur Schalldämmung die Qualität einer Empfehlung haben. Bei den folgenden Abschnitten werden Anforderungen aus der DIN 4109 zur Pflicht, weil es sich um mehrgeschossigen Holzrahmenbau oder Massivbauweise mit Trockenausbau handelt. Deshalb muss hier neben den Konstruktionsvorgaben für die Trennwände auf die konsequente Trennung der flankierenden Bauteile um die Wand herum durch eine schalltechnisch wirksame Fuge geachtet werden. Sofern die Konstruktionen 1:1 nachgebaut werden, sind Einzelnachweise des errechneten Schalldämmmaßes nicht erforderlich. Sowohl in den meisten der „DIN-Konstruktionen“ als auch in der Mehrzahl der von den Herstellern der Gipsplattenhersteller geprüften Einzelkonstruktionen wird als Dämmstoff Mineralwolle eingesetzt. Dem Anliegen dieses Kurses folgend, sollen Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen nicht nur für die tragenden Teile sondern für alle vorliegenden Aufgaben zum Einsatz kommen. Das bedeutet, dass für jede Konstruktion bei den jeweiligen Dämmstoff-Herstellern nach der Prüfnummer und der Zulassung angefragt werden muss.

8.2.2.2.5 Wohnungstrennwände

Wie bei den Wänden, die die Wohnung zum Treppenhaus abschließen, spielt auch bei Wohnungstrennwänden neben dem Schallschutz der Brandschutz eine wichtige Rolle. Hierbei werden die Vorschriften nicht nur durch die DIN 4109 sondern auch durch die entsprechenden Landesbauordnungen geregelt. Die im folgenden wiedergegebenen Anforderungen gelten für Gebäude geringer Höhe, die in Holzbauweise möglich sind, eine maximale Höhe aufweisen, eine bestimmte Art der Nutzung haben und für die eine

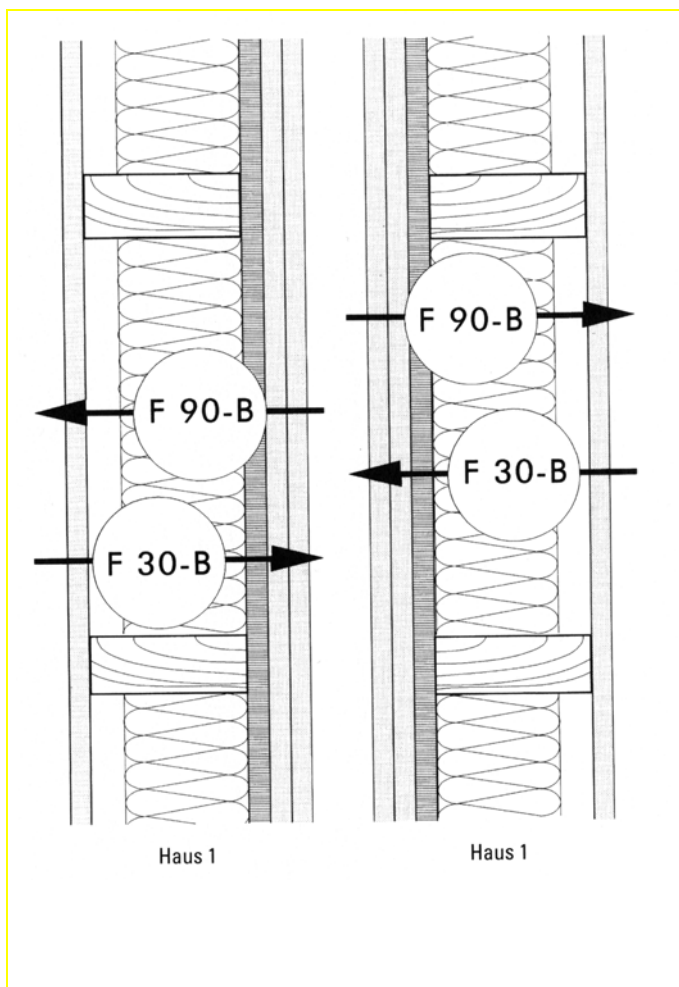
mindestens einzuhaltende Feuerwiderstandsdauer formuliert wird. In der Musterbauordnung vom 11.12.93 wird für freistehende Wohngebäude mit 2 Vollgeschossen und einer Wohneinheit (mit wenigen Ausnahmen) für die Wohnungstrennwand F0 vorgeschlagen, ein Wert, der von allen Bundesländern mit Ausnahme von Hessen (hier gilt F30-B) übernommen wird. Werden im gleichen Gebäude zwei Wohneinheiten untergebracht, wird für die Wohnungstrennwand in der Musterbauordnung die Feuerwiderstandsdauer F30-B gefordert.

Hier schert lediglich Rheinland-Pfalz aus und schreibt F90-AB vor, dies allerdings auch nur unter bestimmten Randbedingungen. Wegen der vielen Varianten in den Landesbauordnungen der Bundesländer ist es unabdingbar, die jeweiligen Anforderungen zu ermitteln. Die in der DIN 4102 Teil 4 dargestellten Konstruktionen sind einzuhalten. Für abweichende Konstruktionen, vor allem in Hinblick auf die eingesetzten Dämmstoffe, müssen im Einzelfall die entsprechenden Prüfberichte und Zulassungsbescheide der Hersteller angefordert werden. Die Feuerwiderstandsklasse von F30-B lässt sich durch einfache Holzständerwände, die beidseitig, einlagig mit 12,5 mm dicken GKF-Platten beplankt sind, realisieren.

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4102, wo für die Wohnungstrennwand nur in Geschosshäusern mit Wohnungen und Arbeitsräumen ein Wert R'_w von 53 dB gefordert wird, wird aus der Einfachständerwand eine Doppelständerwand mit versetzten Ständern, die beidseitig mit GKF-Platten der Dicke 12,5mm einlagig beplankt sind.

8.2.2.2.6 Gebäudetrennwände

Gebäudeabschluss- oder Gebäudetrennwände in Holzbauweise dürfen nach bauaufsichtlichen Anforderungen für Gebäude geringer Höhe als Brandwand-Ersatzwand verwendet werden. Die Vorschriften sind unter DIN 4102 Teil 4, Abschnitt 4.12.8 sowie in



den Landesbauordnungen zu finden. Unter definierten Randbedingungen, bei begrenzter Gebäudehöhe und Nutzungsintensität werden Gebäudeabschlusswände mit brennbaren Baustoffen, sog. „F30-B+ F 90-B“-Wandkonstruktionen eingesetzt. Dabei handelt es sich um Doppelwände, die bei Brandbeanspruchung von innen die Feuerwiderstandsklasse F 30-B und bei Brandbeanspruchung von außen die Feuerwiderstandsklasse f 90-B erfüllen. In Abb. 8.2-20 ist ein Beispiel von Gebäudeabschlusswänden einer Reihenhausbauweise dargestellt.

Abb. 8.2-20: Gebäudeabschlusswände für Reihenhausbauweise (Galiläa, 1998)

In Abb. 8.2-21 ist eine geprüfte, mit Zellulose (ISOFLUC) gedämmte, Holzständerkonstruktion skizziert.

8.2.3 Lehmbauplatten

Lehmbauplatten sind Fertigprodukte, die die Vorteile des Trockenbaus mit denen der Materialeigenschaften des Lehms verbinden. Mehrere Hersteller bieten Produkte unterschiedlichen Formats an. Die Lehmbauplatte von CLAYTEC ist im Format 150 cm x 62,5 cm und in den Dicken 20 bzw. 25 mm lieferbar. Sie besteht aus Erde und Schilf. Sie dient zur Beplankung von Ständerwerken und Lattenkonstruktionen für Trennwände und Vorsatzschalen. Das Unterkonstruktionsraster beträgt für die Wand 37,5 cm für die 20 mm dicke und 50 cm für die 25 mm Platte. Nach Armierung der Fugen werden die Flächen ab-

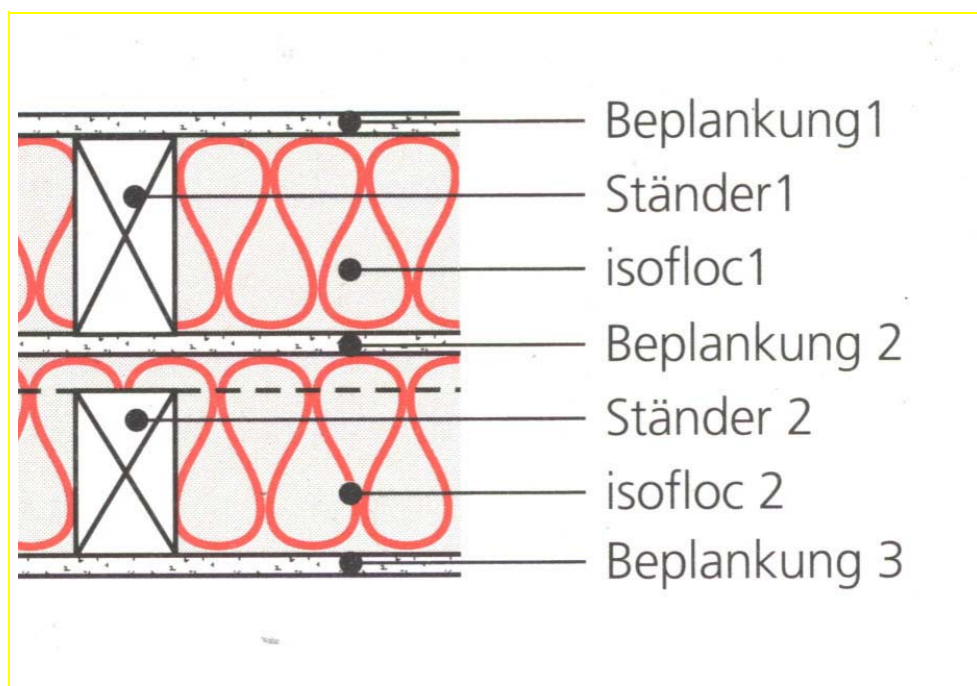


Abb. 8.2-21: Gebäudetrennwand mit ISOFLC als Dämmstoff (Isofloc, 2001)

schließlich mit einer dünnen Lage Lehm-Feinputz überspachtelt. CASADOBE stellt Leichtlehmplatten der Dimension 125 x 29,5 cm her. Die Platte mit der Dicke 35 mm kann für die o.g. Anwendungen eingesetzt werden, bietet allerdings den Vorteil, dass sie auf Holzbauraster von 62,5 cm verschraubt werden kann. Mit der 7,5 cm dicken CASADOBE Leichtlehmplatte können sehr effizient nichttragende Zwischenwände erstellt werden. Das Lochbild ist schalltechnisch optimiert und ermöglicht es, elektrische Installation oder Wandheizungsrohre sehr ökonomisch zu integrieren. Das Außenmaß dieser Platte beträgt 85 x 29,5 cm. Sie wird mit LehmDeckputz als Dünnbettmörtel vermauert und damit anschließend auch überspachtelt.

Eine sehr interessante Variante für die Verwendung von Lehmbauplatten gibt CLAYTEC mit der Stapeltechnik an. Dabei werden Lehmsteine (Grünlinge) zwischen Setzlatten vor eine verschaltete Wand gestapelt. Die Vorteile liegen vor allem darin, dass damit die Speicherkapazität für Luftfeuchtigkeit und Wärme deutlich erhöht wird ohne zusätzliche Baufeuchte einzubringen. Anschließend wird diese Stapelwand mit Lehmbauplatten beplankt.

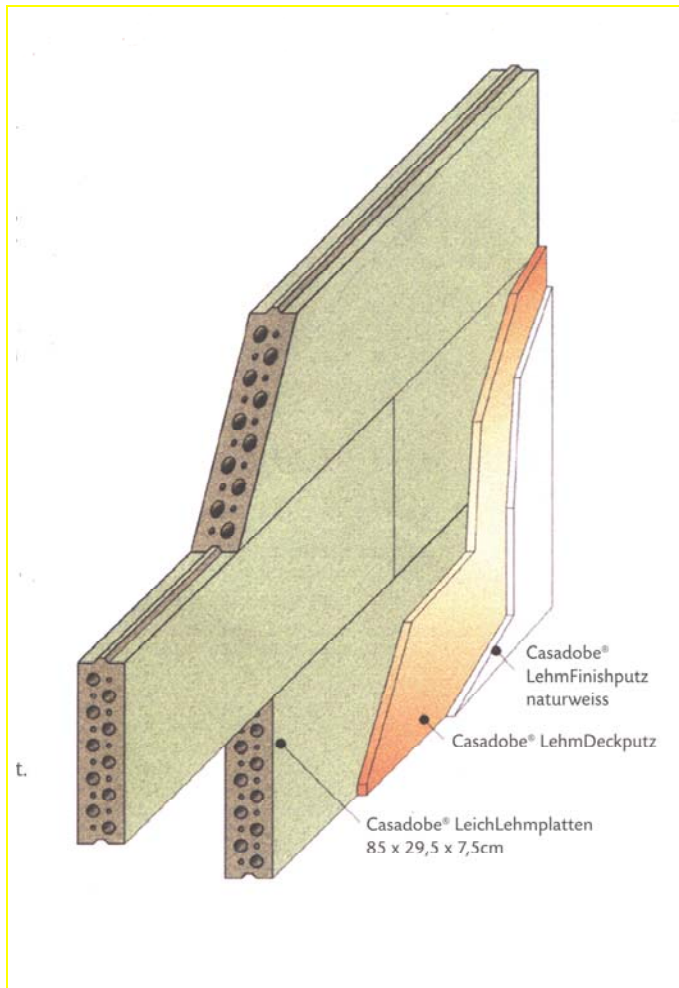


Abb. 8.2-22: CASADOBE Leichtlehmplatte 7,5 cm (Casadobe, 1999)

Quellen- / Autorenangaben zu Kapitel 8.1 – 8.2

hiwo-massiv Handbuch, 05/1998, Brettstapel-Bausystem für Architekten, Ingenieure, Holzbaubetriebe, hiwo Holzindustrie Waldburg, Wolfegg GmbH & Co. KG, Grimmenstein 10, 88364 Wolfegg

claytec Baustoffe aus Lehm, Lehmbau Peter Bredienbach, Nettetal Straße 113, 41751 Viersen

Galiläa/Wossnig/Walloschke, Holzbau für Architekten, Band 1 + 2, WEKA Baufachverlage, 1998

Minke, Gernot, Das neue Lehmbau-Handbuch, ökobuch, 2001

eiwa Lehmprodukte, eiwa-Lehm GmbH, Hauptstr. 29, 67806 Bieterschied

KARPHOS DIE WAND Produktinformation 2001, Karphos GmbH & Co KG, Wickenfeld 11, 59590 Geseke

Tobischek, Herbert, Lärm in der Wohnumwelt, Schriftenreihe Gesundes Wohnen, Institut für Baubiologie und Ökologie (IBN), 83115 Neubeuern, 1995

Isofloc, Brand- und Schallschutz, Konstruktionen mit Isofloc, Technische Information, Isofloc, Ökologische Bautechnik GmbH, Am Fieseler Werk 3, 34235 Lohfelden, 1999

Claytec, Arbeitsblatt, 5.1 Stapeltechnik

FERMACELL, Konstruktionen für Wand, Decke und Fußboden, FELS-WERKE GmbH, Postfach 1460, 38604 Goslar

CASADOBE, Bausteine aus Lehm, Casadobe Leichtlehmplatte 7,5 cm, CASADOBE, Gartenstraße 8, 75417 Mühlacker

Wohnung + Gesundheit Nr. 102, Fachzeitschrift für ökologisches Bauen und Leben, Institut für Baubiologie und Ökologie (IBN)

König, Holger, Wege zum Gesunden Bauen, ökobuch, 1997

Bildquellen zu Kapitel 8.1 – 8.2

- 8.1-01 Konstruktionsdetails (hiwo,1998)
- 8.1-02 Innenwandaufbauten (hiwo,1998)
- 8.1-03 Profilarten (hiwo,1998)
- 8.1-04 Lehmbaumstoffe (Prospekt Claytec)
- 8.1-05 Schnitt und Teilansicht historisches Fachwerkhaus (Galiläa,1998)
- 8.1-06 Fachwerkausmauerung (Eigenes Archiv Kliebe,2001)
- 8.1-07 Setzfuge bei Strohleichtlehmgefach (Minke, 2001)
- 8.1-08 Trennwandaufbau mit EIWA Formlehmstein (EIWA, 1996)
- 8.1-09 Traversenfreie Stampflehmschalung (Minke, 2001)
- 8.2-10 KAPHOS DIE WAND (Kaphos, 2001)
- 8.2-11 Schalldruck (Tobischek, 1995)
- 8.2-12 Schallgeschwindigkeit (dto.)
- 8.2-13 Einflussfaktoren auf die Schalldämmung (Galiläa, 1998)
- 8.2-14 Einfache Wandkonstruktion (Galiläa, 1998)
- 8.2-15 Bewertetes Schalldämm-Maß nach DIN 4109 Beiblatt 1 (Galiläa, 1998)
- 8.2-16 Federbügel/-schienen nach DIN 4109 Beiblatt 1 (Galiläa, 1998)
- 8.2-17 Möglichkeiten der Leitungsverlegung im Deckenbereich (Galiläa, 1998)
- 8.2-18 Zulässige Schalldruckpegel etc. (Galiläa, 1998)
- 8.2-19 Installationswand (Galiläa, 1998)
- 8.2-20 Gebäudeabschlusswände (Galiläa, 1998)
- 8.2-21 Wohnungstrennwände, Beispiel ISOFLOC (Isofloc, 1999)
- 8.2-22 Casadobe Lehmplatte 7,5 cm (Casadobe, 1999)