

## Studio Görlacher – Prof. Rainer Görlacher

Computo di coperture ed elementi per parete in legno massello, composti da assi collegate tra loro in modo flessibile

Da molti anni coperture e pareti in legno massello composte da assi collegate tra loro in modo flessibile (elementi collegati con tasselli e viti di legno) hanno dimostrato la loro validità. Il loro utilizzo viene regolamentato dalle autorizzazioni generali dell'ispettorato all'edilizia o dall'omologazione tecnica europea (ETA – European Technical Approval), in cui sono definite le norme per la progettazione e la misurazione.

Un ETA può essere rilasciato innanzitutto solo se a tal fine è presente una linea guida, una cosiddetta ETAG (ETA Guideline). In tale linea guida è specificato cosa deve essere sottoposto a controllo e con quale modalità, e come occorre derivare i valori caratteristici per un ETA. Purtroppo nell'edilizia del legno solo in rari casi è possibile percorrere questa via semplice e trasparente, poiché questo settore è regolamentato solo da poche linee guida (ETAG).

Molto più spesso le linee guida sono assenti: in questo caso bisogna dare vita a una procedura di valutazione condivisa (CUAP, Common Understanding of Assessment Procedure).

Gli elementi fissati con tasselli/viti sono componenti molto complessi, composti da assi che si sviluppano in direzione longitudinale, trasversale e diagonale, collegate tra loro in modo flessibile tramite tasselli/viti, in modo che una deviazione puramente teorica della portata e della rigidità di tali elementi sia impossibile. Per questo motivo sono stati eseguiti molti test della portata da cui è stato possibile estrarre procedure e valori di computo per la misurazione. Nel presente contributo, si illustrano i test e i metodi di computo eseguiti per quattro sistemi autorizzati dall'ispettorato all'edilizia.

Negli ultimi anni si fa sempre più largo uso di coperture e pareti in legno massello nell'edilizia residenziale, nonché in quella industriale e del settore terziario. In questo tipo di costruzione, il legno non viene utilizzato solo per scopi di sostegno del carico, ma assume allo stesso tempo anche funzioni di chiusura e/o separazione dei locali. D'altronde, solo con il legno è possibile ottenere un buon isolamento termico. Questo aspetto è stato senz'altro determinante per la sua scelta, visto che già in passato (età del bronzo) oltre alle palafitte (in cui il legno era poco lavorato e veniva utilizzato nella sua forma originale di asta) venivano edificate costruzioni a muri portanti, presso le quali il legno era più o meno sgrossato o segato. Una caratteristica tipica delle costruzioni a muri portanti è l'accatastamento orizzontale del legno, con problemi di attuazione.

Sono state realizzate anche costruzioni di coperture in legno massello, ad es. come coperture con travi (Doppelbaumdecken) per la chiusura dell'ultimo piano contro il solaio come isolamento termico o copertura portante per magazzini. In questo tipo di copertura, le travi sono ravvicinate e collegate con tasselli per una migliore distribuzione del carico.

Oltre ai benefici puramente teorici come l'isolamento termico o acustico delle costruzioni in legno massello,

altri fattori hanno sicuramente contribuito a far sì che questo metodo costruttivo fosse riscoperto: tra questi vi sono probabilmente un "fattore di benessere" non misurabile oppure altri aspetti positivi di biologia delle costruzioni, ossia una relazione positiva tra l'uomo e l'ambiente da lui edificato.

Un ruolo importante per il ritorno in auge delle costruzioni in legno massello è stato anche l'elevato e pertanto raggiungibile livello di prefabbricazione, che ha condotto alle seguenti nuove costruzioni di questo tipo:

### **Tecnica di costruzione "Brettstapel"**

Le travi, accostate le une alle altre, vengono giuntate con chiodi o tasselli in elementi, che vengono poi impiegati come pareti (al contrario delle costruzioni a muri portanti con disposizione verticale delle travi) o come coperture (paragonabile alle coperture con tasselli/viti).

## Legno compensato

Il legno compensato è costituito da assi incollate a croce. I diversi strati possono avere spessori differenti oppure è possibile scegliere strutture speciali.

## Elementi collegati con tasselli/viti (tasselli/viti di legno)

Le assi vengono incrociate, **disposte diagonalmente** e collegate tra loro in modo flessibile tramite tasselli.

Attualmente vi sono quattro sistemi di elementi collegati con tasselli/viti regolamentati da un'autorizzazione generale dell'ispettorato all'edilizia e/o ETA.

### Elenco dei quattro sistemi:

Seit 2005

**Zulassung Z-9.1-574**  
Thoma Holz 100 System  
(gültig bis 30.06.2013)  
ETA beantragt



Seit 2005

**Zulassung Z-9.1-602**  
MHM-Wandelemente  
(gültig bis 04.04.2016)



Seit 2009

**ETA-09/0244**  
TWOODS Vollholzelemente  
(gültig bis 13.10.2015)



Seit 2011

**ETA-11/0338**  
NUR-Holz Vollholzelemente  
mit „Vollholzschauben“  
(gültig bis 17.10.2016)

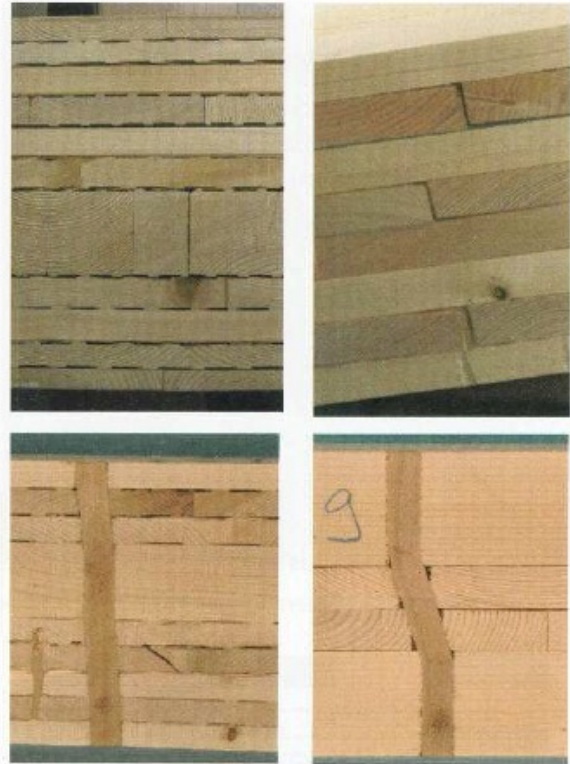
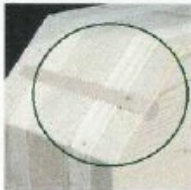


Abb. 6 Unterschiedliche Aufbauten

Gli elementi collegati si differenziano nelle possibili strutture, spessori e dimensioni.

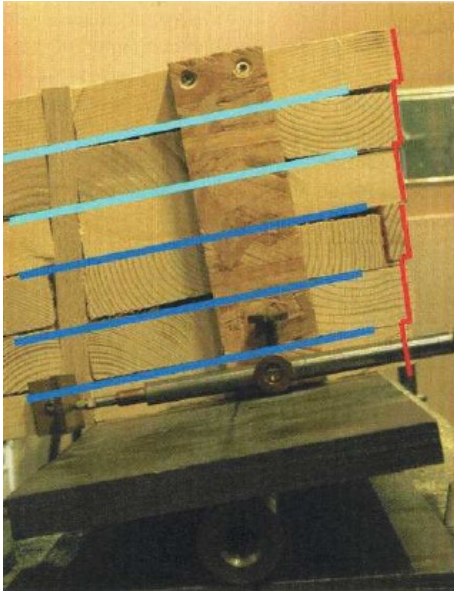
L'applicazione di tasselli/viti/chiodi degli elementi avviene:

- per Thoma Holz con tasselli di legno di 20 mm, inseriti con colla alla caseina
- per MHM con chiodi scanalati di alluminio di 2,5-2,8 mm
  - per TWOODS con tasselli di legno di 16 mm, inseriti con acqua
  - per NUR-HOLZ con viti di legno di 22 mm (con filetto), avvitate senza colla



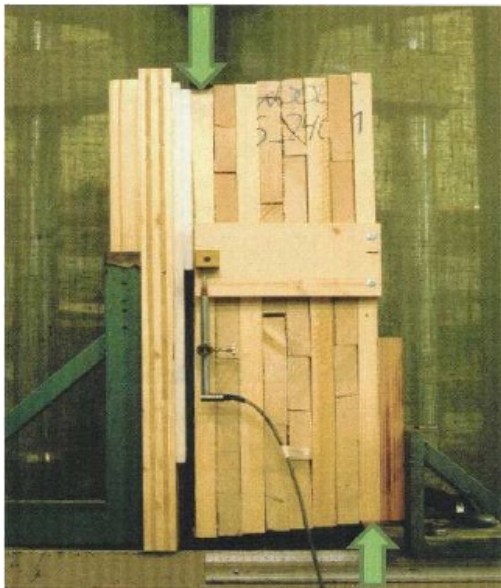
Con una sollecitazione ortogonale rispetto al livello del pannello si generano spinte

che creano scorrimenti tra i singoli strati di assi, collegati tra loro solamente mediante tasselli/viti. Pertanto questi pannelli devono essere calcolati come travi in flessione collegate in modo flessibile.



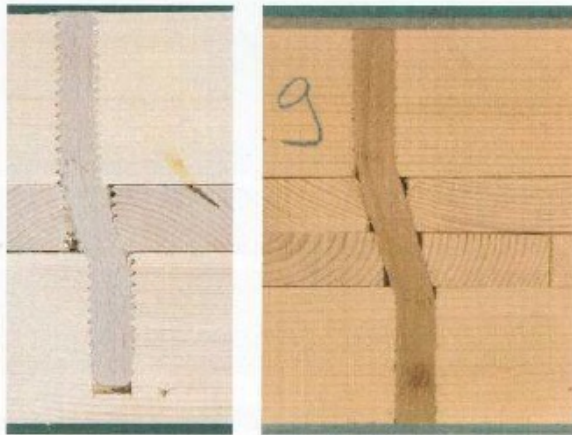
Per determinare il modulo di scorrimento, è possibile eseguire test di taglio e/o flessione. Assumendo che gli scorrimenti tra i singoli strati sono uguali, dai test di taglio è possibile determinare immediatamente il modulo di scorrimento.

Oltre alla rigidità della giuntura tra gli strati di assi, ai fini della misurazione degli elementi è rilevante anche la portata del tassello/della vite.



Test di taglio per la determinazione del modulo di scorrimento

Per le viti di legno con il filetto è possibile considerare il cosiddetto effetto aggancio come per i mezzi di giunzione con una resistenza all'estrazione sufficientemente grande. In questo modo le portate di calcolo possono essere aumentate del fattore 1,25.



Nella tabella seguente sono raggruppati i valori di misurazione definiti nelle autorizzazioni e/o ETA.

Tab. 2: Valori di misurazione

Prodotto	VM Durchmesser	Verschiebungsmodul pro Fuge		Tragfähigkeit VM
		$K_{ser}$ (N/mm)	$K_u$ (N/mm)	
	d (mm)			$R_k$ (N)
TWOODS	16	1200	800	2400
HOLZ 100 (ETA)	20	3000*	2000	3800
NUR HOLZ	22 mit Gewinde	3600	2400	5800
MHM	2,5 (2,8) Alu	300**	200**	400 (500)

Oltre all'assorbimento di carichi verticali a livello di parete (curve a gomito) e carichi orizzontali ortogonali rispetto al livello di parete (vento), è possibile utilizzare le pareti anche per l'irrigidimento di un edificio. In quest'ambito si presuppone che una forza orizzontale viene esercitata sul lato superiore della parete e che questo carico viene deviato mediante ancoraggio nel suolo della costruzione o nei componenti costruttivi sottostanti.

Per le pareti o le coperture di irrigidimento, la rigidità alla spinta e la portata della spinta sono parametri importanti, che possono essere determinati tramite dei test.

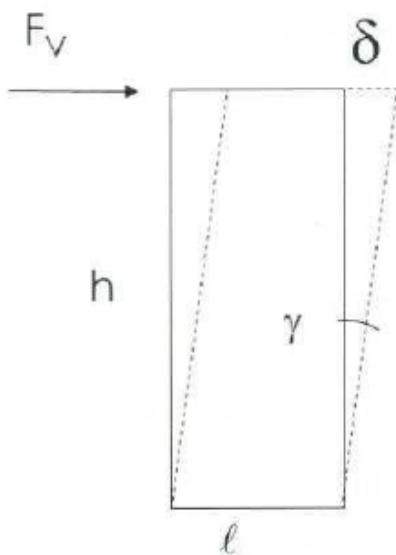
Durante una verifica speciale della parete è possibile esercitare carichi orizzontali sullo spigolo superiore di una parete. La ripartizione del carico avviene in modo continuo sulle viti disposte in

direzione inclinata. La parete è fissata orizzontalmente in basso e assicurata contro il sollevamento tramite un ancoraggio verticale. Gli scorrimenti orizzontali sono stati misurati sul lato superiore della parete. In caso di scorrimenti orizzontali elevati oppure in presenza di un malfunzionamento dell'ancoraggio i test sono stati interrotti.



Verifica di elementi per parete sotto un carico orizzontale

Per poter determinare gli scorrimenti orizzontali durante un computo statico di una parete nell'area di carico di utilizzo sotto un carico orizzontale, è necessaria un'efficace rigidità alla spinta della parete ( $GA_{ef}$ ). Questa è stata calcolata come segue nel corso di test in cui è stata determinata la forza orizzontale  $F_v$  e la deformazione orizzontale corrispondente  $\delta$ .



Con tale efficace rigidità alla spinta, indicata nelle autorizzazioni e/o negli ETA, è possibile eseguire una prova di idoneità d'uso.

La portata degli elementi per parete è di gran lunga superiore a questo valore e viene raggiunta solo con grandi deformazioni. Di norma tuttavia l'ancoraggio contro la tensione svolge un ruolo decisivo.

Valori di misurazione

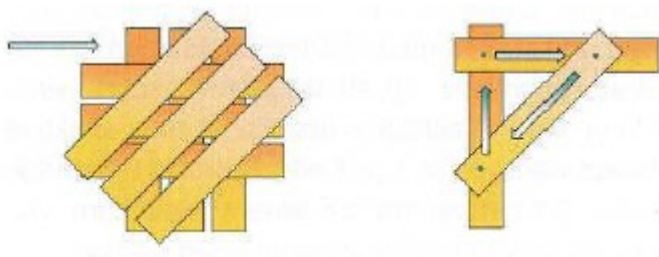
Nella Tabella 3 sono riportati i valori di misurazione al m di lunghezza della parete per la prova di un carico a livello della parete.

Tabella 3: Valori di misurazione al m di lunghezza della parete di elementi per parete

Produkt	VM-Durchmesser	Wirksame Schubsteifigkeit	Gebrauchstauglichkeit	Tragfähigkeit
	d (mm)	$(GA)_{eff}$ (N/m)	$F_{v,ser}$ (kN/m)	$F_{v,Rk}$ (kN/m)
TWOODS	16	$4,0 \cdot 10^6$	8,0	50
HOLZ 100 (ETA)	20	$4,0 \cdot 10^6$	8,0	50
NUR HOLZ	22 (Gewinde)	$6,0 \cdot 10^6$	12,0	50
MHM	3,8 (Alu)	k.A.	k.A.	2,75

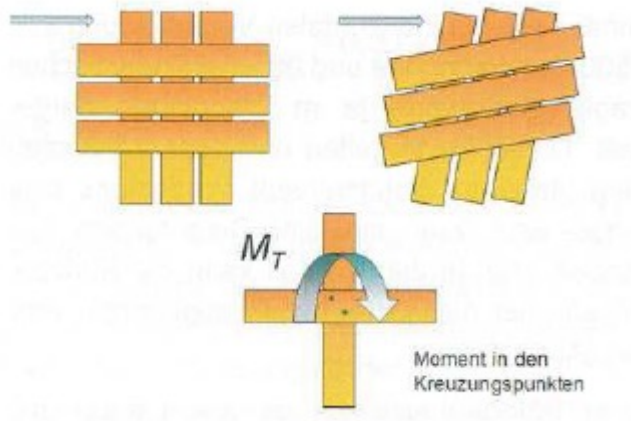
Qui sono rappresentati i valori caratteristici del carico orizzontale per l'idoneità d'uso con uno scorrimento orizzontale di 1/500 dell'altezza della parete e i valori caratteristici della portata al m di lunghezza della parete. Tali valori sono validi a patto che nell'elemento per parete siano presenti almeno uno strato longitudinale, uno trasversale e uno diagonale. In questo caso la forza orizzontale può essere trasmessa su questi tre strati.

Fig. 16: Trasmissione del carico su elementi per parete con assi incrociate **con** strati diagonali:



Le pareti MHM sono composte da strati longitudinali e trasversali, mentre nei punti di incrocio si generano momenti che devono essere trasmessi tramite i chiodi presenti in tali punti. In questo modo si hanno chiaramente portate più limitate (Fig. 17).

Fig. 17: Trasmissione del carico su elementi per parete con assi incrociate **senza** strati diagonali:



Per le pareti o le coperture di irrigidimento, le rigidità alla spinta efficaci per la prova di idoneità d'uso sono indicate se sono presenti almeno uno strato longitudinale, uno trasversale e uno diagonale. In questo modo, selezionando uno scorrimento orizzontale accettabile della parete è possibile calcolare il carico orizzontale assorbibile di una parete. Per la prova della portata è immediatamente indicato il carico orizzontale assorbibile per ogni m di lunghezza della parete.

Autore: Dott. Ing. Rainer Görlacher  
Direttore accademico  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Holzbau und Baukonstruktionen  
76131 Karlsruhe (DE)