

# **Spannungsfeld Schallschutz und Statik im Holzbau. Statische Nachweisführung in der entkoppelten Stossstelle Wand- Decke-Wand**

Hendrik Reichelt  
Getzner Werkstoffe GmbH  
Bürs, Österreich





# Spannungsfeld Schallschutz und Statik im Holzbau. Statische Nachweisführung in der entkoppelten Stosstelle Wand-Decke-Wand

## 1. Einleitung

Schallschuttlager wie Sylodyn® finden im Holzbau immer häufiger ihren Einsatz, um die Körperschallübertragung über flankierende Bauteile zu reduzieren. Sie leisten einen beträchtlichen Beitrag, um normativ geregelte oder vertraglich vereinbarte Schallschutzanforderungen einzuhalten. Besonders bei mehrgeschossigen Gebäuden, in denen Nutzungseinheiten unterschiedlicher Parteien übereinander liegen, bietet die Lösung, Elastomere in der Stoßstelle Wand-Decke-Wand einzubringen, eine günstige und qualitativ hochwertige Alternative zur Verwendung von schallentkoppelten Vorsatzschalen. Bauherren und Architekten bleibt dadurch zum Beispiel die planerische Freiheit in der Gestaltung der Wandoberfläche, da der Schallschutz bereits in der Wandebene gelöst wird. So können, je nach Wunsch der Bewohner, beispielsweise sowohl Holzsicht-, Lehmputz- oder weiße Gipsplattenoberflächen gewählt werden.

Die Ergebnisse aus Forschungsvorhaben sowie zahlreiche umgesetzte Projekte in ganz Europa belegen, dass die elastische Entkopplung in der Stoßstelle Wand-Decke-Wand einen positiven Einfluss auf den Komfort im Bereich Schallschutz hat. Allerdings müssen die umgesetzten Lösungen nicht nur den Ansprüchen an den Schallschutz, sondern auch der Standsicherheit des Gebäudes genügen.

Für den Schallschutz werden die Bauteile Wand und Decke mit elastischen Lagern getrennt. Für die Standsicherheit des Gebäudes müssen die Bauteile wiederum miteinander verbunden werden, damit die auftretenden Lasten aus Eigengewicht, Nutzung des Gebäudes sowie Wind, Schnee und Erdbeben übertragen werden können.

Die verwendeten Elastomer-Lager müssen somit neben ihrer entkoppelnden Eigenschaft, die hauptsächlich durch die dynamische Steifigkeit bestimmt wird, auch Anforderungen an eine ständige, über die Lebensdauer des Gebäudes hinausreichende Tragfähigkeit gewährleisten. Die Tragfähigkeitsnachweise müssen einer entsprechenden Norm oder einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. Prüfzeugnis entsprechen.

Um Schallbrücken zu vermeiden, sollten Verbindungsmittel auf ein Minimum reduziert und im Idealfall elastisch entkoppelt ausgeführt werden.

Diese auf den ersten Blick konträren Anforderungen stellen die Ingenieure zum Nachweis der Standsicherheit bei gleichzeitigem Sicherstellen einer guten Schallentkopplung vor große Probleme. Die einschlägigen Normen bieten für diese Fragestellung keine Berechnungsmodelle an.

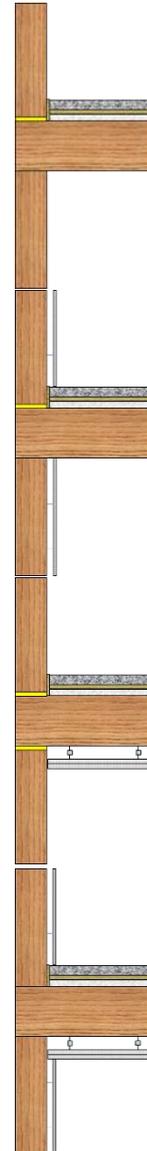
Im Folgenden wird aufgezeigt, wie statische Nachweise für Anschlüsse mit elastischen Lagern zu führen sind. Zusätzlich werden Ergebnisse aus Schubversuchen mit elastisch entkoppelten Anschlüssen vorgestellt.

## 2. Positionierung der Lager, abhängig vom Aufbau der Trennbauteile

Die Anzahl an möglichen Wand- und Deckenaufbauten im Holzbau ist enorm. Je nach Konstruktion kommen elastische Lager entweder oberhalb der Rohdecke oder ober- und unterhalb der Rohdecke zum Einsatz, oder es kann auf elastische Lager verzichtet werden.

Eine Hilfestellung für den Planer, den Einsatz und die Position der elastischen Lager zu bestimmen, findet man in [1] und wird in folgender Tabelle schematisch dargestellt.

- a. Keine abgehängte Decke  
keine Vorsatzschale an den Wänden  
  
Lager oberhalb der Decke notwendig
- b. Keine abgehängte Decke  
Vorsatzschale an den Wänden\*  
  
Lager oberhalb der Decke notwendig
- c. Abgehängte Decke\*  
keine Vorsatzschale an den Wänden  
  
Lager oberhalb und unterhalb der Decke notwendig
- d. Abgehängte Decke\*  
Vorsatzschale an den Wänden\*  
  
keine Lager notwendig



\* Es ist darauf zu achten, dass die Vorsatzschalen und die abgehängte Decke von hoher schalltechnischer Qualität sind.

Die Verbindung zwischen Wandfuß und Decke wird gewöhnlicher Weise mit Winkeln hergestellt, wohingegen die Anbindung zwischen Decke und Wandkopf mit Verschraubungen realisiert wird. Unterschiedliche Untersuchungen zeigen, dass nicht entkoppelte Verbindungsmittel und die Anzahl der Verbindungsmittel die schallentkoppelnde Wirkung der elastischen Lager in der Stoßstelle negativ beeinflussen. [2] [3]

### 3. Vorgehensweise zur Auswahl der Sylodyn® Lager

Der Einbau von elastischen Lagern, wie Sylodyn®, zwischen den Bauteilen hat Auswirkungen auf das Trag- und Verformungsverhalten der Konstruktion. Diese gilt es in der bautechnischen Modellierung für die Bemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT) und der Gebrauchstauglichkeit (GZG) entsprechend zu berücksichtigen.

Die schalltechnische Wirksamkeit der elastischen Lager wird hauptsächlich durch die dynamischen Materialeigenschaften bestimmt. Bei korrekter Bemessung der Lager können diese den statischen Belastungen dauerhaft standhalten, ohne ihre dynamischen Eigenschaften zu verlieren.

#### 3.1. Auswahl im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Aufgrund der gleichmäßigen Abstufung der Steifigkeiten der unterschiedlichen Typen von Sylodyn® ist es möglich, die Werkstoffe abschnittsweise jeweils so auszuwählen, dass eine ausreichend geringe dynamische Elastizität die schalltechnische Wirksamkeit garantiert. Gleichzeitig ist die statische Steifigkeit jeweils hoch genug, um eine ausreichende statische Tragfähigkeit zu gewährleisten. Die Firma Getzner stellt dafür insgesamt sieben verschiedene Materialsteifigkeiten bei der Sylodyn® Typenreihe zur Auswahl, um jeweils eine optimale Kombination aus Schalldämmung und Tragfähigkeit realisieren zu können (siehe Tabelle 1). Die Auswahl des Sylodyn® Lagers erfolgt durch eine Gegenüberstellung der quasi-ständigen, vertikalen Lasten  $\sigma_{E,perm.}$  und dem Grenzwert des statischen Einsatzbereiches  $\sigma_{R,perm.}$  in vertikaler Richtung zur Belastungsfläche nach Gleichung (1).

$$\sigma_{E,perm.} \leq \sigma_{R,perm.} \quad (1)$$

Tabelle 1: Statische Belastungsgrenzen und Bemessungswiderstände von Sylodyn®

Typ	SLS $\sigma_{R,perm.}$	ULS $\sigma_{R,d}$	Schubspannung $\tau_{R,d}$
Sylodyn® NB (rot)	75 kN/m <sup>2</sup>	163 kN/m <sup>2</sup>	28,6 kN/m <sup>2</sup>
Sylodyn® NC (gelb)	150 kN/m <sup>2</sup>	345 kN/m <sup>2</sup>	46,2 kN/m <sup>2</sup>
Sylodyn® ND (grün)	350 kN/m <sup>2</sup>	838 kN/m <sup>2</sup>	77,0 kN/m <sup>2</sup>
Sylodyn® NE (blau)	750 kN/m <sup>2</sup>	2009 kN/m <sup>2</sup>	134,2 kN/m <sup>2</sup>
Sylodyn® NF (violett)	1500 kN/m <sup>2</sup>	4015 kN/m <sup>2</sup>	176,0 kN/m <sup>2</sup>
Sylodyn® HS 3000 (dunkelgrün)	3000 kN/m <sup>2</sup>	8018 kN/m <sup>2</sup>	528,0 kN/m <sup>2</sup>
Sylodyn® HS 6000 (dunkelblau)	6000 kN/m <sup>2</sup>	16643 kN/m <sup>2</sup>	770,0 kN/m <sup>2</sup>

Alle Werte für den Formfaktor  $q = 3$

Dabei ist zu beachten, dass der Grenzwert des statischen Einsatzbereiches und der Bemessungswiderstand eines Lagers in Abhängigkeit von der geometrischen Form – ausgedrückt durch den Formfaktor  $q$  – zu bestimmen ist. In Tabelle 1 werden die Werte für einen bei der Dimensionierung von Brettsperrholz-Bauten gängigen Formfaktor  $q = 3$  angegeben. Die vertikale Verformung beim Erreichen des Grenzwerts des statischen Einsatzbereiches  $\sigma_{R,perm.}$  beträgt in etwa je nach Material 10 bis 15 % der unbelasteten Dicke, die in der Planung entsprechend zu berücksichtigen ist. Genauere Angaben zu Formfaktorabhängigkeit finden sie im Bemessungskonzept [4] bzw. in den Berechnungsprogrammen der Firma Getzner.

Um die Ingenieure bei der Auswahl der richtigen Sylodyn® Lager zu unterstützen, stellt Getzner das Berechnungsprogramm TimberCalc zur Verfügung (Abbildung 1).

<https://apps.getzner.com>

In diesem Programm können die relevanten Eingabeparameter (Länge und Breite der Wand sowie die charakteristische Eigen- und Verkehrslast) eingegeben werden. Das Programm wählt unmittelbar den entsprechenden Sylodyn® Typ aus und stellt die zugehörigen Materialparameter (Material-Typ, Einsenkung nach einem Tag und nach zehn Jahren, Eigenfrequenz und die Auslastung) zur Verfügung.

The screenshot shows the TimberCalc software interface. At the top, there is a header with the logo 'getzner TimberCalc' and a navigation bar. Below the header, there are input fields for 'Projekt: WA Zentrum', 'Ort: Wierf', and 'w<sub>0</sub> [%]: 30'. There are also buttons for 'Selektierte Zellen löschen' and 'Export PDF'. The main part of the interface is a table with the following columns: 'Elastisches Lager', 'Belastung', 'Zwischenergebnisse', and 'Ergebnisse'. The table contains 8 rows of data for different timber components.

POS	Elastisches Lager			Belastung				Zwischenergebnisse			Material	Ergebnisse			Auslastung [%]
	Lagerart	Länge [mm]	Breite [mm]	Dicke [mm]	Eigenlast [kN/m]	Nutzlast [kN/m]	red. Nutzlast [kN/m]	Bemessungslast [kN/m]	Pressung [N/mm <sup>2</sup> ]	Lastgrenze [N/mm <sup>2</sup> ]		Einsenkung (t = 1d) [mm]	Einsenkung (t = 10a) [mm]	Eigenfrequenz [Hz]	
1	L	2630	100	12,5	6,5	2,1	0,6	7,1	0,071	Sylodyn NB	0,075	1,5	1,8	16,5	95
2	L	9800	100	12,5	13,3	5,3	1,6	14,9	0,149	Sylodyn NC	0,150	1,6	2,0	14,4	99
3	L	7600	100	12,5	11,6	3,9	1,2	12,8	0,128	Sylodyn NC	0,150	1,3	1,6	16,2	85
4	L	2600	100	12,5	25,1	6,3	1,9	27,0	0,270	Sylodyn ND	0,351	1,4	1,6	16,8	77
5	L	3600	100	12,5	44,0	17,4	5,2	49,2	0,492	Sylodyn NE	0,757	1,0	1,1	18,1	65
6	L	9800	100	12,5	9,2	3,1	0,9	10,1	0,101	Sylodyn NC	0,150	1,0	1,1	18,8	68
7	L	1910	100	12,5	11,9	4,0	1,2	13,1	0,131	Sylodyn NC	0,150	1,4	1,6	15,9	87
8	P	200	200	12,5	49,4	18,2	5,5	54,9	1,372	Sylodyn NF	1,518	1,8	2,1	15,5	90

Below the table, there is a section for 'Berechnungsgrundlage' (Calculation basis) which describes the physical model used for the calculations.

Abbildung 1: Screenshot des Berechnungs-Programms Timbercalc. Zur Verfügung gestellt auf <https://apps.getzner.com>

### 3.2. Nachweisführung im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

Sind die entsprechenden Sylodyn® Lager gemäß den Vorgaben des Nachweises der Gebrauchstauglichkeit ausgewählt, kann das Tragverhalten im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachgewiesen werden. Für das unbewehrte Baulager Sylodyn® werden die relevanten Kenngrößen nach der allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung (abZ Nr. Z-16.8-468) [5] bereitgestellt.

#### 3.2.1. Nachweis der Tragfähigkeit unter vertikaler Belastung

Basierend auf dem semi-probabilistischen Sicherheitskonzept gemäß EN 1990 [6] sind die Beanspruchbarkeiten  $\sigma_{R,d}$  für jeden Materialtyp aus Tabelle 1 zu entnehmen. (Anmerkung: Da es unter Druckbelastung zu keinem tatsächlichem Versagen von PUR-Materialien kommt, wurde für die Zulassung das Versagen mit einer Deformation von 40 % der unbelasteten Dicke definiert).

Der Nachweis ist nach Gleichung (2) zu führen:

$$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d} \quad (2)$$

#### 3.2.2. Nachweis der Tragfähigkeit bei horizontaler Belastung

Beim Nachweis der Tragfähigkeit bei horizontaler Belastung werden derzeit nach Norm nur die Tragfähigkeit der Verbindungsmittel sowie der Widerstand konstruktiv angeordneter Schubvorrichtungen berücksichtigt. Die Sylodyn® Lager können aber aufgrund ihrer Materialeigenschaften zur Lastweiterleitung von horizontalen Kräften beitragen.

Die horizontale Tragfähigkeit der Sylodyn® Lager ist durch den Reibungskoeffizienten und die Schubdehnung begrenzt. Für den Nachweis gilt es, einen höheren horizontalen Lagerwiderstand  $F_{R,xy,d}$  als die horizontale Einwirkung  $F_{E,xy,d}$  auf Designniveau bereitzustellen (vgl. Gleichung 3)

$$F_{E,xy,d} \leq F_{R,xy,d} \quad (3)$$

Dies kann durch folgende zwei Bedingungen nachgewiesen werden.

Nachweis gegen Gleiten (4):

$$F_{R,xy,d} \leq \mu \cdot F_{z,d,min} \quad (4)$$

Mit:

$F_{z,d,min}$  kleinste vertikale Bemessungskraft, welche mit  $F_{E,xy,d}$  korrespondiert

$\mu$  Reibkoeffizient des Elastomers auf dem anliegenden Bauteil. Wert des Reibkoeffizienten von Sylodyn® auf Stahl und Holz wird mit  $\mu = 0,5$  (oder geprüfter Wert) angesetzt.

Nachweis der Schubtragfähigkeit des Sylodyn® Lagers (Gleichungen (5, 6, 7))

Die maximale Reaktionskraft  $F_{R,xy,d}$  der Sylodyn® Lager unter Schubbeanspruchung kann folgendermaßen bestimmt werden.

$$F_{R,xy,d} = A \cdot \tau_{R,d} \quad (5)$$

$$\tau_{R,d} = G_{R,d} \cdot \varepsilon_{xy,d} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{xy,d} = \frac{v_{xy,d}}{t_0} \quad (7)^*$$

Mit:

$A$  effektive horizontale Lagerfläche

$\tau_{R,d}$  Schubspannung auf Designniveau

$G_{R,d}$  Schubmodul

$\varepsilon_{xy,d}$  Bemessungswert der Schubverzerrung

$v_{xy,d}$  Verformung aus horizontaler Belastung

$t_0$  unbelastete Lagerdicke

\* Horizontalkräfte dürfen bis zu einer Schubverzerrung  $\varepsilon_{xy,d} = \frac{v_{xy,d}}{t_0} \leq 0,2$  günstig wirkend angesetzt werden, wodurch sich die Widerstandswerte in Tabelle 1 ergeben. Verformungen aufgrund von Schubkräften können jedoch bis zu  $\varepsilon_{xy,d} \leq 1$  vom Lager aufgenommen werden, wobei dann konstruktive Schubvorrichtungen vorzusehen sind.

## 4. Entkoppelte Verbindungsmittel und konstruktive Anschlüsse zur Aufnahme von horizontalen Kräften im Test

Aus konstruktiven Gründen kommt man nicht umhin, Verbindungsmittel in der Holzbaukonstruktion zu verwenden. Ergebnisse aus Forschungsvorhaben zeigen, dass die Verwendung von herkömmlichen Verbindungsmitteln, die gewünschte schallentkoppelnde Wirkung der elastischen Lager weitestgehend vereitelt [2] [3]. Zusätzlich werden elastische Zwischenschichten in den Bauteilfugen von den vorhandenen Bemessungskonzepten z.B. [7], nach denen die Tragfähigkeit von Holztragwerken nachgewiesen wird, nicht berücksichtigt. Um den Ingenieuren (Tragwerksplanern) eine Hilfestellung bzw. Orientierung für die Nachweise der Tragfähigkeiten von Anschlüssen mit elastischen Lagern und elastische entkoppelte Verbindungsmitteln zu geben, hat Getzner umfangreiche Schubversuche an der technischen Versuchs- und Forschungsanstalt der Universität Innsbruck durchgeführt.

Insgesamt wurden fünf unterschiedliche Prüfkörper, die der baupraktischen Verwendung möglichst nahekommen, untersucht. Es wurden 3-lagige, 90 mm starke BSP Wandelemente und 5-lagige, 160 mm starke BSP Deckenelemente mit verschiedenen Schraubordnungen mit und ohne elastischen Lagern geprüft. Um eine, in der Praxis häufig

auftretende, überdrückte Bauteilfuge (Vertikallast) zu simulieren, wurden Vorspannkräfte über Spannglieder mit Kraftmessringen aufgebracht. Für jedes Vertikallastniveau wurden jeweils drei Prüfkörper auf Schub bis zum Versagenspunkt geprüft.

Die Prüfkörper wurden um einen Winkel von  $9^\circ$  zur Lotrechten geneigt, damit die Last durch den Schwerpunkt der Kontaktfläche geht, um eine zusätzliche Momentenbeanspruchung in der Fuge zu vermeiden. Die Geometrie der Prüfkörper war so ausgelegt, dass die Länge der Kontaktfuge exakt 1,00 m betrug. Die Lasteinleitung erfolgte durch einen hydraulischen Zylinder über ein Zylindersegment in das 160 mm starke Deckenelement. Über das mit dem Deckenelement verbundene Wandelement, mit Ausrichtung rechtwinklig zu den Deckenlamellen des Deckenelementes, erfolgte der Lastabtrag.



Abbildung 2: Prüfkörper eingespannt in der Prüfmaschine der der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt der Universität Innsbruck.

Aus den gemessenen, mechanischen Verformungen lässt sich nach den einschlägigen Normen die Anfangssteifigkeit  $K_{ser}$  und die Versagenslast – bei welcher sich im Versuch eine Verformung von 15 mm einstellt (Kriterium für mehrere Verbindungsmittel in einem Anschluss) – ermitteln. Anhand der Streuung der Versuchsergebnisse lässt sich damit der charakteristische Widerstand  $F_{R,k}$  und die zugehörige Steifigkeit  $K_u$  bestimmen.

## 4.1. Tragfähigkeiten der verschraubten Anschlüsse

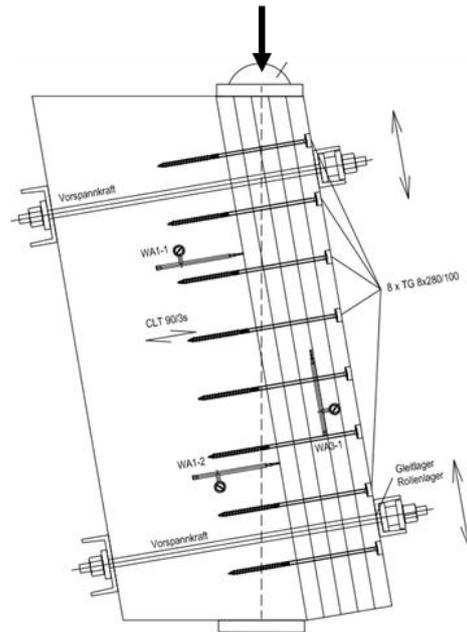
Zur Verbindung zwischen Decke und Wandkopf werden häufig Teilgewindeschrauben mit Tellerkopf senkrecht zur Deckenebene eingeschraubt, um den horizontalen Schubtragwiderstand zu gewährleisten. Werden wegen des Schallschutzes elastische Lager eingesetzt, stellt sich immer wieder die Frage, wie dieser Anschluss nachgewiesen werden kann. Ein Nachweis nach EC 5 [7] ist dann nicht mehr möglich, da in dem Bemessungsmodell eine elastische Schicht nicht vorgesehen ist. Um einen Anhaltspunkt für die Ingenieure bieten zu können, wurden vier verschiedene Schraubverbindungen getestet. Hier wurden jeweils zwei Vorspannsituationen mit 0 kN/m und 30 kN/m geprüft.

### Variante 00:

Ohne elastisches Zwischenlager mit starrer Verschraubung

Als Referenz für schalltechnisch optimierte Anschlüsse wurde dieser Anschluss ohne elastisches Lager mit acht Teilgewindeschrauben – 8 mm mit Tellerkopf – verschraubt [8].

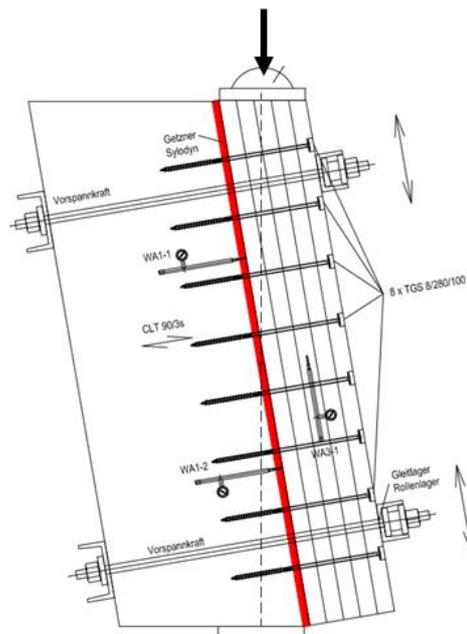
Die berechnete charakteristische Tragfähigkeit für diese Variante beträgt bei insgesamt 8xTGS 8/280/100 mit der Berücksichtigung der effektiven Schraubenanzahl  $n_{ef} = 6,80$  bei einem Schraubenabstand von rund 110 mm 35,6 kN.



### Variante 01:

Mit elastischer Zwischenlage Syldyn® ND, und starrer Verschraubung

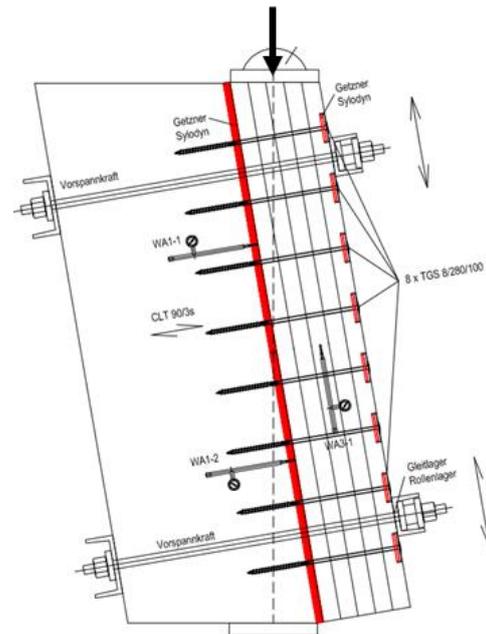
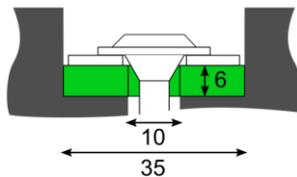
Da in der Vergangenheit die elastischen Lager eingesetzt und die Schrauben aus statischen Gründen jedoch starr eingebracht wurden, wurde diese Variante 01 getestet.



**Variante 01a:**

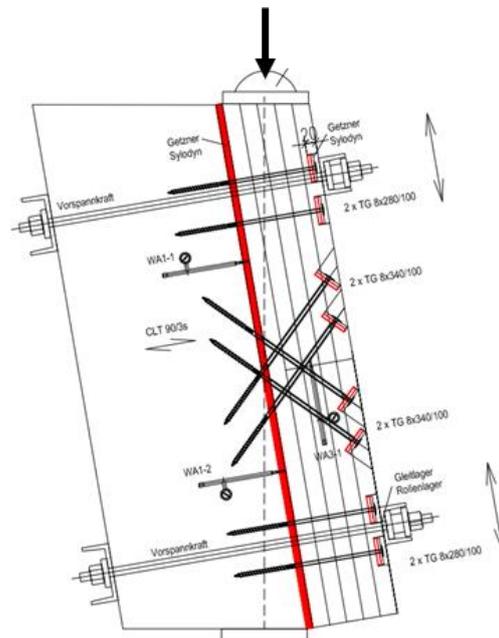
Mit elastischer Zwischenlage Syldyn® ND und entkoppelter Verschraubung

Um eine möglichst gute schalltechnische Entkoppelung gewährleisten zu können, werden die Schraublöcher in der Decke mit 10 mm vorgebohrt und unter den Tellerkopf eine 6 mm elastische Unterlagscheibe (EW M8-6) eingelegt

**Variante 02:**

Mit elastischer Zwischenlage Syldyn® ND und entkoppelter Verschraubung, vier Schrauben senkrecht und vier Schrauben unter 45° zur Deckenebene verschraubt.

Um die Tragfähigkeit von Schrauben maximal auszunützen, wurden vier Schrauben diagonal angeordnet. Dies bedeutet in der Baupraxis jedoch einen deutlich höheren Montageaufwand.



Die Kurven der Mittelwerte der horizontalen Schubkräfte (für die Situation ohne Vorspannkraft) sind im Kraft- Verformungsdiagramm in Abbildung 3 dargestellt. Die Variante 00 zeigt zu Beginn ein relativ steifes Verhalten bis die Reibkraft zwischen der Holz-Holz Verbindung überwunden ist, wohingegen die Varianten 01 und 01a ein weiches Verhalten aufweisen. Nach einer Verformung von 15 mm, die zur Bestimmung des Tragwiderstands des Anschlusses herangezogen werden, zeigen erstaunlicherweise die Varianten V01 und V01a gegenüber der Variante V00 keine signifikante Reduktion der aufnehmbaren Schubkraft auf. Die Variante V02 zeigt bei 15 mm Verformung eine deutlich höhere Schubkraft.

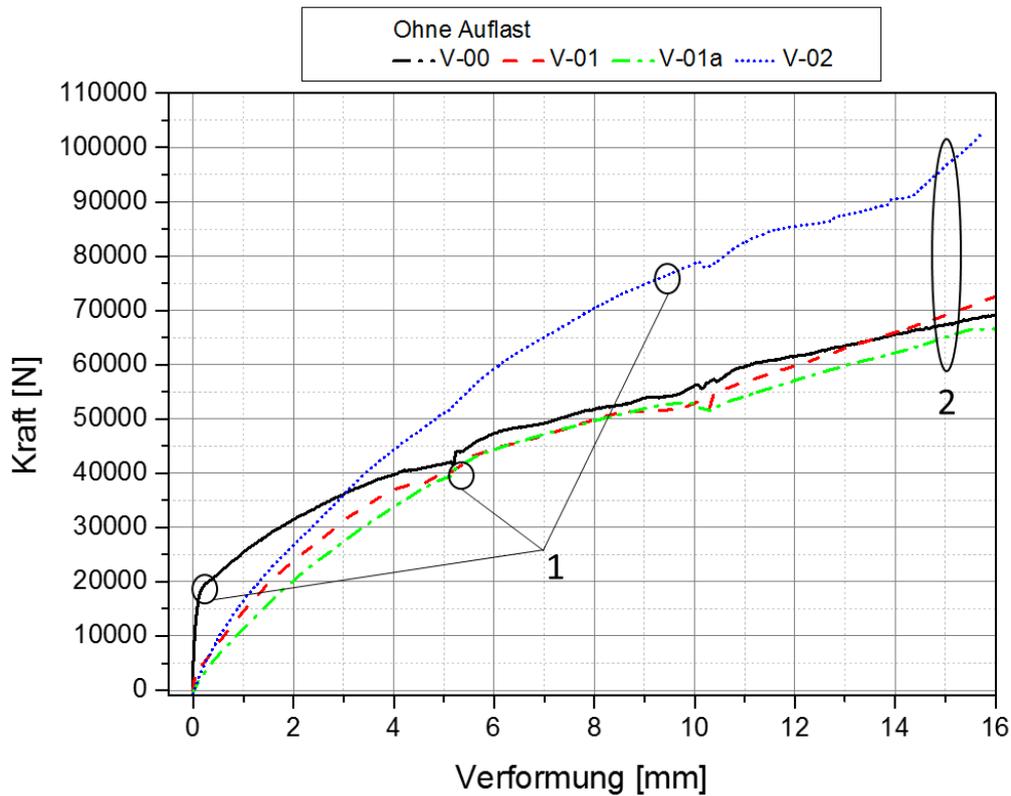


Abbildung 3: Kraft- Verformungsdiagramm für die Kurven der Mittelwerte für die vier Varianten V00, V01, V01a und V02.

- (1) Übergang vom Haften zum Gleiten
- (2) Verformung bei 15 mm zur Bestimmung des Tragwiderstands der Anschlüsse

Die statistische Auswertung der Versagenslasten der Varianten V00, V01, V01a, V02 sowie die nach EN 14358 [9] bestimmten Werte der charakteristischen Schubwiderstände werden in Abbildung 1 dargestellt.

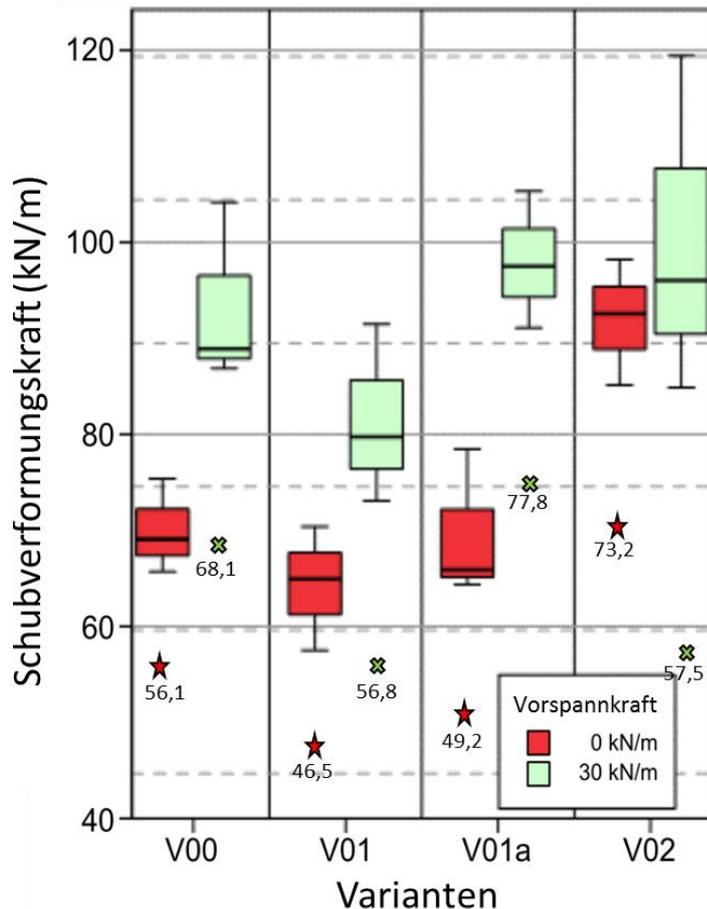


Abbildung 4: Statistische Werte der Versagenslast und Angabe der charakteristischen Schubwiderstände

Vergleicht man diese Werte mit der Berechnung der Schraubenverbindung mit den 35,6 kN zeigt sich, dass alle vier Schraubanschlüsse eine wesentlich höhere Tragfähigkeit aufweisen (Variante V00 +57 %, V01 +30 %, V01a +38 % und V02 +105 %). Zudem zeigt sich, dass die Tragfähigkeit bei Berücksichtigung der vertikalen Vorspannkraft von 30 kN/m in den Varianten V00, V01 und V01a nochmals wesentlich höher liegt.

## 4.2. Tragfähigkeit des Schubknaggenanschlusses

Ist die Schubtragfähigkeit der Sylodyn® Lager und die vorhandene Reibkraft für den Nachweis der Tragfähigkeit nicht ausreichend, besteht die Möglichkeit, die Kräfte über Schubknaggen weiterzuleiten. Diese können alternativ zu Schubwinkeln zwischen Wandfuß und Decke angesetzt werden. Die Schubknaggen werden gewöhnlicher Weise in Wandmitte angeordnet, da die Wand an dieser Stelle immer überdrückt ist. Eine solche entkoppelte Schubknagge wurde an der Universität Innsbruck getestet. Um die überdrückte Situation zu simulieren, wurden die Prüfkörper mit 30 kN/m rechtwinklig zur Lagerebene vorgespannt.

Die Kraft-Verformung-Kurve in Graphik in Abbildung 5 zeigt eine sehr geringe Streuung zwischen den drei Versuchskörpern. Aus diesen Versuchen lässt sich nach [9] ein charakteristischer, horizontaler Schubwiderstand von 79 kN/m ermitteln.

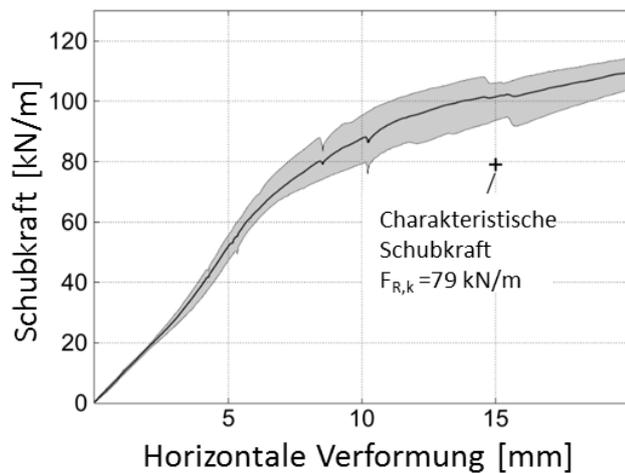
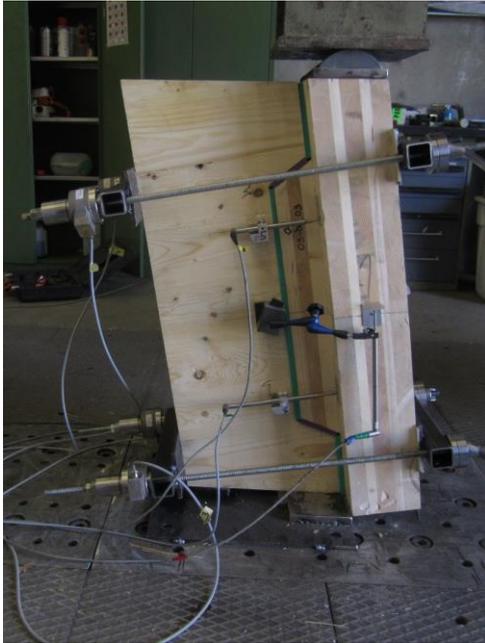


Abbildung 5: links: Versuchsaufbau der Schubknagge, eingebaut im Prüfstand der Versuchs- und Forschungsanstalt der Universität Innsbruck  
rechts: Kraft- Verformungsdiagramm mit Angabe zur charakteristischen Schubtragfähigkeit der Schubknagge

## 5. Fazit und Ausblick

Der Holzbau hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt und nimmt einen immer größeren Anteil im Geschosswohnbau ein. Die Entwicklung hat in allen Bereichen der Bauphysik stattgefunden, da höhere Anforderungen auch zum Beispiel an den Schallschutz gestellt werden. Dabei ist der Einbau von elastischen Lagern kaum mehr wegzudenken.

Die Richtige Auswahl der Sylodyn® Lagertypen ist dabei einfach über das Online Berechnungstool TimberCalc von Getzner auszulegen. Die Nachweisführung für die Tragfähigkeit kann über die im Zuge der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) ermittelten Werte nachgewiesen werden.

Die praktischen Versuche an der Universität Innsbruck zeigen, dass entkoppelte Konstruktionen am Beispiel der Schubknagge geeignet sind, Schubkräfte, die über die Schubtragfähigkeit der Elastomer-Lager hinausgehen, abgetragen zu können.

Die Ergebnisse der Versuche von geschraubten Anschlüssen mit und ohne elastischer Lager zeigen, dass alle geprüften Anschlüsse eine höhere Tragfähigkeit aufweisen, als die nach Norm berechnete Tragfähigkeit für einen Anschluss ohne Lager. Die Verwendung von elastischen Lagern führt somit nicht zu einer Reduktion der horizontalen Tragfähigkeit der Anschlüsse.

An der Uni Innsbruck wurden neben den praktischen Versuchen auch theoretische Berechnungsmodelle (die hier nicht behandelt wurden) entwickelt, die die Verwendung von elastischen Lagern in der Bauteilfuge Wand-Decke-Wand berücksichtigt. Zukünftig wird es damit möglich sein, solche Bauteilfugen in den Bemessungsmethoden der Normung mit aufzunehmen und die Nachweisführung dadurch weiter zu erleichtern.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] M. Teibinger, F. Dolezal und I. Matzinger, Deckenkonstruktionen für den Mehrgeschossigen Holzbau, Wien: Holzforschung Austria, 2009.
- [2] M. Schramm, „Vertikal Flankenübertragung bei Holzmassivdecken,“ Diplomarbeit an der Fachhochschule Rosenheim, Rosenheim, 2008.
- [3] F. Dolezal, T. Bednar und M. Teibinger, „Flankenübertragung bei Massivholzkonstruktionen,“ *Bauphysik*, Bd. 30, Nr. Heft 5, p. 314 ff, 2008.
- [4] Getzner Werkstoffe GmbH, Bemessungskonzept für Sylomer® und Sylodyn® ... basierend auf (Z-16.8-467 u. Z-16.8-468), Bürs, AT, 2016.
- [5] DIBT Deutsches Institut für Bautechnik, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-16.8-468, Berlin, 2016.
- [6] EN 1990 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Berlin: Beuth, 2010-12.
- [7] EN 1995-1-1: Eurocode 5, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Berlin: Beuth Verlag, 2010.
- [8] ETA-Danmark A/S, Europäische technische Zulassung ETA-11/0024, Charlottenlund, 2012.
- [9] EN 14358: Holzbauwerke - Berechnung der 5%-Quantile für charakteristische Werte und Annahmekriterien für Proben, Berlin: Beuth, 2013.