

## Schallschutz im Holzbau

### Schlussbericht 2013-2016

#### Kurzzusammenfassung

##### Allgemeine Bemerkungen:

In der Projektphase 2013-2016 konnten die massgeblichsten Zielsetzungen erreicht werden. Für zeitgemässe Konstruktionen wurden schalltechnische Kennwerte ermittelt. Mit der Online-Datenbank Schallschutz im Holzbau steht ein umfangreiches Hilfsmittel für die Berechnung der akustischen Eigenschaften von Holzbauten zur Verfügung.

Über die gesamte Periode wurden in den Labors an der Empa in Dübendorf umfangreiche Versuche durchgeführt. Holz-Deckenkonstruktionen und Wandkonstruktionen wurden schallschutztechnisch untersucht und weiterentwickelt. Weiter konnte die Wirkungsweise von Nebenwegübertragungen analysiert werden. Die Untersuchungen zeigen, dass schallschutztechnische optimierte Lösungen mit verschiedenen Konstruktionen umgesetzt werden können. Nebenwege haben beim Einsatz von geeigneten Decken- und Wandkonstruktionen im Holzbau einen geringen Einfluss.

Aufgrund durchgeführter Befragungen kann geschlossen werden, dass die Bewohner in Schweizer Mehrfamilienhäuser, welche in der Holzbauweise erstellt wurden, zufrieden sind bezüglich der Bauakustik. Bei mehrgeschossigen Wohnbauten sind die Trittschallgeräusche aus benachbarten Wohnungen besonders zu beachten. Diese in Gebäuden üblichen Geräusche sind tieffrequent und haben ihre wesentlichen Schallanteile unterhalb 100 Hz. Bei der Konstruktion von Holzbauteilen sind beim Trittschall Zielwerte ab 50 Hz ( $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$ ) zu definieren.

##### Projektverlauf:

Das Tätigkeitsprogramm 2013-2016 entspricht in den wesentlichen Teilen dem Projektantrag und fokussierte sich auf folgende Schwerpunkte:

- Ermittlung schalltechnischer Kennwerte für zeitgemässe Holzkonstruktionen
- Veröffentlichung von Bauteilkennwerten im Lignum-Bauteilkatalog Schallschutz (Onlinedatenbank)
- Durchführungen von umfassenden Labormessungen (direkte und indirekte Schallübertragung) an Holz-Deckenkonstruktionen sowie an Holzwandkonstruktionen
- Analyse der Wirkungsweise von Nebenwegübertragungen bei Holzständerkonstruktionen und Massivholzwänden mit unterschiedlichen Deckensystemen
- Optimierung von Holzkonstruktionen im Rahmen von Labor- und In-situ-Messungen
- Erarbeitung von Empfehlungen zum Umgang mit der subjektive Wahrnehmung von Schall

	<p>Wie im Projektantrag im Jahr 2013 bereits formuliert, werden die Arbeiten in der Projektphase 2017-2020 weitergeführt. Schwerpunkte sind die weitere Durchführung von Labormessungen, die weitere Analyse von Nebenwegübertragungen, die Optimierung unterschiedlicher Holzkonstruktionen und die Erarbeitung eines Prognosemodelles. Zudem werden Anwendungshilfen für die Planung und bautechnische Umsetzung im Rahmen der Lignum-Dokumentation Schallschutz erarbeitet. Weitere Massnahmen sind im Bereich der Haustechnik und der Aus- und Weiterbildung vorgesehen. Die Empa wird zudem für die Erweiterung der Prüfkapazitäten in Dübendorf einen neuen Deckenprüfstand erstellen.</p>
	<p><b>Finanzbedarf:</b>  Die schriftlich zugesicherten Einnahmen in der Projektphase 2009-2016 sind CHF 7'865'156.-. Der Branchenanteil beträgt inkl. Forschungsförderung/Institute CHF 4'454'522.-, davon sind CHF 2'230'142.- Eigenleistungen. Die wichtigsten Branchenverbände und über 40 Industriepartner unterstützen das Projekt. Insgesamt liegt der Finanzierungsanteil im Projekt durch den Aktionsplan Holz bei rund 43%.</p> <p>Die Aufwendungen für die Periode 2013 bis 2016 betragen ca. CHF 1'700'000.-. Die noch verfügbaren und bereits zugesicherten finanziellen Mittel der Branche werden für die Finanzierung der geplanten Massnahmen in der Projektphase 2017-2020 schwerpunktmässig für die Weiterführung der Labormessungen und die weitere Optimierung der Bauteile eingesetzt.</p> <p>Für die Umsetzung der vorgesehen Massnahmen in der Periode 2017-2020 gehen wir aktuell von einem Finanzierungsbedarf von ca. CHF 2'500'000.- aus. Ein Projektantrag/Gesuch um finanzielle Unterstützung im Umfang von ca. CHF 500'000.- beim Aktionsplan Holz ist im kommenden Jahr geplant.</p>

# Schallschutz im Holzbau

## Schlussbericht 2013-2016

### 1. Ziele, wichtigste Ergebnisse

Hauptziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ermittlung und Bereitstellung schalltechnischer Kennwerte für zeitgemässe Konstruktionen im Holzbau</li> <li>– Weiterentwicklung gängiger Konstruktionen für die Problematik tieffrequenter Geräusche</li> <li>– Untersuchungen zur Wirkungsweise von Nebenwegübertragungen bei Holzkonstruktionen</li> <li>– Erarbeitung von Empfehlungen zum Umgang mit der subjektive Wahrnehmung von Schall</li> </ul>
Wichtigste Ergebnisse	<p>Durchführung der geplanten Arbeiten in folgenden Teilprojekten (Details siehe Punkt 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektsteuerung</li> <li>– Bauteilkatalog</li> <li>– Labormessungen - direkte Schallübertragung</li> <li>– Labormessungen - indirekte Schallübertragung</li> <li>– In-situ-Messungen</li> <li>– Subjektive Wahrnehmung von Schall</li> <li>– Optimierung von Bauteilen</li> <li>– Prognoseverfahren</li> <li>– Projektierung und Prognose und Bautechnische Umsetzung</li> <li>– Vertrauensbildende Massnahmen</li> <li>– Aus- und Weiterbildung</li> </ul>

### 2. Realisierte Aktivitäten

#### Projektsteuerung

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Projektleitung, Leitung und Steuerung des Projektes	
		Begleitung Projekt mit Fachgremium	
		Vertretung des Projektes bei Projektträgern und Industriepartnern, Bündelung der Interessen	
		Steuerung der Kommunikationstätigkeiten, Veröffentlichung von Fachartikeln, Tagungsbeiträge und Referate an verschiedenen nationalen und internationalen Tagungen	
		Projektinterne Kommunikationsmassnahmen, Informationsveranstaltung für Projektpartner	
		Internationale Koordination/Zusammenarbeit, Beteiligung Wood Wisdom Net, Silent Timber Buildings for the European market	

## Bauteilkatalog

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Erarbeitung des Bauteilkataloges (Struktur, Aufbau, Umfang) in Zusammenarbeit mit Industriepartner	
		Übersicht der verschiedenen Konstruktionsaufbauten erstellen (Bauteilmatrixes ), inkl. Eintrag der vorhandenen Messungen und der zu messenden Aufbauten, inkl. Abgleich mit Messwertsammlung	
		Zusammenstellung der wichtigsten Anschlusssituationen für die Ermittlung der Schallnebenwege, Eingrenzung der Nebenwege	
		Zusammenstellen/Entwicklung von Konstruktionsprinzipien mit Standardaufbauten und Standardanschlüssen	
		Abgleich mit Industriepartnern und weiteren Spezialisten	

## Teilprojekt Labormessungen- direkte Schallmessungen

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Erfassung vorhandener Labormessungen	
		Konzept rechnerische Ermittlung der schalltechnischen Kennwerte, bzw. Bestimmung der notwendigen Labormessung (direkt) inkl. Auswahl der Produkte und Bauteilkonstruktionen	
		Erstellung des Prüfplanes, Koordination/Planung/Logistik betreffend Durchführung Labormessung mit Industriepartnern	
		Durchführung der Labormessungen (direkte Schallübertragung), inkl. Versuchsberichte	
		Auswertung der Laborversuche, Analyse der Ergebnisse	
		Rechnerische Ermittlung der Kennwerte für Konstruktionen nicht geprüfter Konstruktionen im Bauteilkatalog	
		Abgleich mit Industriepartnern und weiteren Spezialisten	
		Planung eines neuen Labor-Deckenprüfstandes in Dübendorf für die Messung der direkten Schallübertragung als Ergänzung zum bestehenden Leichtbauprüfstandes	

#### Teilprojekt Labormessungen- indirekte Schallmessungen

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Quellensammlung, Erfassung vorhandener Untersuchungen	
		Entwicklung von Entkopplungssystemen	
		Bestimmung der Labormessung, Auswahl der Bauteilkonstruktionen/Anschlussituationen für indirekte Labormessungen	
		Erstellung des Prüfplanes, Koordination/Planung/Logistik betreffend Durchführung Labormessung mit Industriepartnern	
		Durchführung der Labormessungen (indirekte Schallübertragung), inkl. Versuchsberichte	
		Auswertung der Laborversuche, Analyse der Ergebnisse	
		Abgleich mit Industriepartnern und weiteren Spezialisten	

#### Teilprojekt Subjektive Wahrnehmung von Schall

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Literaturrecherche, Voruntersuchungen im Labor	
		Erarbeitung eines Fragebogens zur akustischen Bewertung von Holzkonstruktionen	
		Durchführung der Befragung an Bewohnern	
		Auswertung der Fragebogen	
		Ausarbeitung einer Mess- und Aufnahmevorschrift, Durchführung von Messungen und Aufnahmen in situ mit der dafür geeigneten Aufnahmetechnik	
		Durchführung und Auswertung von Hörversuchen	
		Festlegung einer Messgröße mit hoher Korrelation zu Nutzerbewertungen sowie eines Vorschlags von abgestuften Anforderungen an diese Größe	
		Zusammenfassung und Berichtslegung (Forschungsbericht)	
		Anwendungsempfehlungen für den Umgang mit der subjektive Wahrnehmung von Schall	

#### Teilprojekt In-situ-Messungen

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Konzept Durchführung von In-situ-Messungen	
		Erfassung vorhandener In-situ-Messungen	
		Bestimmung von geeigneten Bauten für die Durchführung von In-situ-Messungen	
		Durchführung von In-Situ-Messungen	
		Auswertung der Versuche, Analyse der Ergebnisse, Vergleich mit Labormessungen	
		Abgleich mit Industriepartnern und weiteren Spezialisten	

#### Teilprojekt Prognoseverfahren

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Detaillierte Charakterisierung der Direkt- und Flankenübertragung entlang relevanter Übertragungswege an T-Stössen zwischen Holzdecken und Holzwänden	
		Erfassung der Verbesserung der Schalldämmung für alle relevanten Übertragungswege durch zusätzliche bauliche Massnahmen am Prüfobjekt, z.B. durch Bodenaufbauten, Abhangdecken oder Wandschalen	
		Analyse der Messdaten und Interpretation der Ergebnisse	
		Prognose der Direkt- und Flankenübertragung	
		Ermittlung der Baunormschallpegeldifferenz für baurelevante Situationen als Eingangsdaten für die Kennwertermittlung der Nebenwegübertragungen	

#### Teilprojekte Optimierung von Bauteilen

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Entwicklung von optimierten Deckenkonstruktionen für die Problematik tieffrequenter Geräusche	
		Untersuchungen im Rahmen von Labormessungen	

#### Teilprojekte Projektierung und Prognose und Bautechnische Umsetzung

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Online-Datenbank Schallschutz im Holzbau auf Lignum Homepage	
		Entwicklung Konzept/Umfang Veröffentlichungen Lignum-Dokumentation Schallschutz	
		Dokumentation Geschossdecken (Grundlagen, Subjektive Wahrnehmung, wichtige Einflussfaktoren, schalltechnische Eigenschaften der Konstruktionen, Einfluss, Nebenwege etc.)	
		Erarbeitung weiterer Publikationen der Lignum-Dokumentation Schallschutz wie z. B. Konstruktion von Holzbauteilen und Prognoseverfahren	

#### Teilprojekte Aus- und Weiterbildung

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Durchführung CAS Bauphysik unter der Leitung der BFH-AHB in Biel	
		Weiterentwicklung und Aufbau von weiteren Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen	

## Teilprojekt Vertrauensbildende Massnahmen

Nr	Teilprojekt	Inhalt	Zeitplan
		Entwicklung von Hörbeispielen (Auralisation) für verschiedene Holzkonstruktionen	
		Bereitstellung von Hörbeispielen auf der Bauteildatenbank der Lignum als Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung bei der Wahl der Bauweise/ Konstruktionen	

	in Vorbereitung
	laufende Tätigkeit
	abgeschlossen
	zurückgestellt

### 3. Finanzen

Aufwendungen		Finanzierung	
Siehe Projektkontrolle: Finanzkontrolle 2009-2016, Abschluss 2015, Budget 2016		Siehe Projektkontrolle: Finanzierung 2009-2016, Stand September 2016	

#### Finanzbedarf:

Die schriftlich zugesicherten Einnahmen in der Projektphase 2009-2016 sind CHF 7'865'156.-. Der Branchenanteil beträgt inkl. Forschungsförderung/Institute CHF 4'454'522.-, davon sind CHF 2'230'142.- Eigenleistungen. Die wichtigsten Branchenverbände und über 40 Industriepartner unterstützen das Projekt. Insgesamt liegt der Finanzierungsanteil im Projekt durch den Aktionsplan Holz bei rund 43%.

#### Aufwendungen:

Die Aufwendungen für die Periode 2013-2016 betragen ca. CHF 1'700'000. Der Umfang der Leistungen stellt sich grob wie folgt zusammen:  
 Projektleitung Lignum BFH (Furrer, Starck, Müller, Geyer) ca. 1300 Std à 140.- CHF/Std.  
 Projektgenieure Lignum ca. 2700 Std à 120.- CHF/Std.  
 Externe Fachexperten/Projektgenieure ca. 400 Std à 120.- CHF/Std.  
 Durchführung und Auswertung von Labormessungen BFH gemäss Vereinbarungen: CHF 240'000.-  
 Durchführung und Auswertung von Labormessungen Empa gemäss Vereinbarungen: CHF 180'000.-  
 Planung+Umbau für Labormessungen durch Lignum (Burkhardt) ca. 2500 Std à 80.- CHF/Std.  
 Materiallieferungen, Umbauarbeiten für Labormessungen und weitere Eigenleistungen der Industriepartner ca. CHF 175'000.-  
 Honorare für Projekte Subjektive Wahrnehmung sowie Vertrauensbildende Massnahmen/Auralisation durch Frauenhoferinstitut gemäss Vereinbarung: CHF 250'000  
 Honorare für Programmierung Datenbank durch Clickwerk gem. Vereinbarung: ca. CHF 80'000  
 Weitere Aufwendungen/Spesen von insgesamt ca. CHF 20'000.-

## Beilagen:

- Finanzkontrolle 2009-2016, Abschluss 2015, Budget 2016
- Finanzierung 2009-2016, Stand September 2016
- Artikel „Immer mit der Ruhe“ im Hauseigentümer Nr. 21 – 1. Dezember 2015
- Fachartikel „Schallschutz im Holzbau“ in der Zeitschrift CH.HOLZBAU
- Informationsveranstaltung für Projektpartner am 21. Januar 2015 an der Empa in Dübendorf  
[http://www.lignum.ch/leistungen/projekte/schallschutz/weblog/weblogdetails/?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=2368&cHash=ca027a2144a91dd11a6ee1a3cdd6f8f](http://www.lignum.ch/leistungen/projekte/schallschutz/weblog/weblogdetails/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=2368&cHash=ca027a2144a91dd11a6ee1a3cdd6f8f)
- Wood Wisdom Net, Silent Timber Buildings for the European market  
[http://www.lignum.ch/leistungen/projekte/schallschutz/weblog/weblogdetails/?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=2444&cHash=ee119ad95c0f0cbd52dfb05a6548315e](http://www.lignum.ch/leistungen/projekte/schallschutz/weblog/weblogdetails/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=2444&cHash=ee119ad95c0f0cbd52dfb05a6548315e)
- Schlussberichte Subjektive Wahrnehmung von Schall, Zusammenfassung sowie AcuWood Reporte 3+4
- Prüfbericht über die Direktschalldämmung einer splittgefüllten Hohlkastendecke
- Prüfberichte über die Flankenübertragung von Wänden einer Hohlkastendecke mit und ohne abgehängter Decke
- Prüfberichte einer Holz-Beton-Rippendecke
- Prüfberichte einer Massivholzdecke mit und ohne Splittbeschwerung
- Lignum-Dokumentation Schallschutz, Publikation Subjektive Wahrnehmung von Trittschall in Holzgebäuden (Manuskript)
- Berechnungen Kennwerte für Decken, Innenwände, Trennwände und Aussenwände (Excel)
- CAS Bauphysik im Holzbau  
<https://www.ahb.bfh.ch/de/home/weiterbildung/angebote/cas-bauphysik-im-holzbau.html>
- Lignum Bauteilkatalog Schallschutz Online-Datenbank; <http://bauteilkatalog.lignum.ch/>
  
- Rechnung:  
Bundesamt für Umwelt BAFU c/o Dienstleistungszentrum FI EFD, 3003 Bern  
Referenz-Nr. (REF-1011-04200)  
Kredit-Nr.: (A2310.0134 Wald)  
Verfügungs-Nr.: 09.0063.PJ / 5-13.04  
Aktionsplan Holz, Werner Riegger