

# Schallschutz im Holzbau

Kooperationsprojekt BFH-Lignum

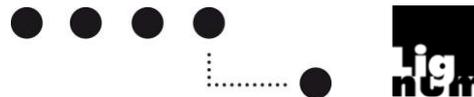
## Bericht

### Lignum

Holzwirtschaft Schweiz

### Berner Fachhochschule

Architektur, Holz und Bau



<b>Bericht Nr.</b>	2712-SB-01
<b>Auftrag Nr.</b>	050501 / G081-0546 7-7.01
<b>Klassifizierung</b>	Öffentlich
<b>Datum</b>	04.12.2008
<b>Auftraggeber</b>	holz 21 Marktgasse 55 / Postfach 3000 Bern 7
<b>Adressen</b>	Lignum, Holzwirtschaft Schweiz Falkenstrasse 26, 8008 Zürich  Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau Solithurnstrasse 102, CH-2504 Biel
<b>Verfasser</b>	Bernhard Furrer, Matthias Schmid, Heinz Weber
<b>Projektverantwortliche</b>	Andreas Müller, Christoph Starck

## ABSTRACT: PROJEKT SCHALLSCHUTZ IM HOLZBAU

### Ausgangslage und Motivation

Die Bedeutung des grossvolumigen, mehrgeschossigen Bauens mit Holz nimmt dank liberalisierten Brandschutzvorschriften und dank steigender Nachfrage nach energieeffizienten, nachhaltigen Bauweisen zu.

Die bauakustisch relevanten Normen SIA 181 „Schallschutz im Holzbau“ (2006) und EN 12354 „Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften“ (2001) sind in der Schweiz baurechtlich eingeführt. Die darin enthaltenen Anforderungen verlangen neu nach detaillierten Angaben über Flankenwege und spektralen Anpassungswerten, um die entsprechenden Nachweise führen zu können. Zudem sind die Anforderungen an den akustischen Komfort um ca. 5 dB gestiegen (Luft- wie Trittschall). Diese Situation setzt neue Massstäbe für die bauakustische Dokumentation von Konstruktionen.

Die Steigerung der Qualität von Holzbauten und insbesondere von mehrgeschossigen Gebäuden fordert konstruktive Lösungen und konsequente Konzepte. Das Bedürfnis nach schallschutztechnisch optimalen Lösungen hat sich mit der Einführung der neuen SIA Norm 181 verstärkt.

### Projektziele

Fortschritte im Bereich des baulichen Schallschutzes sind für die weitere Etablierung und die vermehrte Holzanwendung, insbesondere im Bereich des mehrgeschossigen Bauens, von zentraler Bedeutung.

Das Projekt hat grundsätzlich zum Ziel, eine höchstmögliche Planungssicherheit für Planer, Ingenieure, Architekten sowie Ver- und Bearbeiter von Holz zu schaffen.

### Projekthinhalte

Damit der ermittelte Bedarf an Forschung und Entwicklung sowie an Information abgedeckt werden kann, wird das Thema in Zusammenarbeit mit der gesamten Branche als Schwerpunkt bearbeitet.

Da entscheidende Fortschritte in der Entwicklung nur aufgrund einer systembezogenen Betrachtung zu erwarten sind, wird das Schwergewicht auf wirtschaftlich konkurrenzfähige und für den Schweizer Markt bedeutende Konstruktionen gelegt.

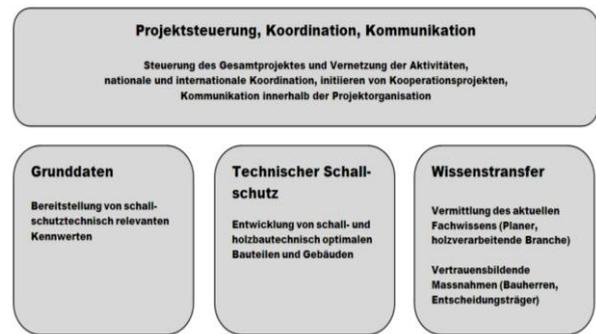


Abb. 1: Aktionsfelder Projekt Schallschutz im Holzbau

Schwerpunkte sind die Ermittlung von schallschutztechnisch relevanten Kennwerten, die Entwicklung von schall- und holzbautechnisch optimalen Bauteilen und Gebäuden, exakte Nachweismöglichkeiten des Schalldämmvermögens von Holzkonstruktionen und die Bereitstellung von Anwendungshilfen für die Planung und Ausführung. Das Projekt umfasst vier Aktionsfelder, denen insgesamt 13 Teilprojekte zugeordnet sind. Die Aktionsfelder bzw. Teilprojekte sind miteinander vernetzt und die Aktivitäten untereinander abgestimmt.

		Aktionsfelder		
		Grunddaten	Technischer Schallschutz	Wissenstransfer
Teilprojekte				
1	Labormessungen – direkte Schallübertragung	●		
2	Labormessungen – indirekte Schallübertragung	●		
3	In-situ-Messungen	●		
4	Subjektive Wahrnehmung von Schall	●		●
5	Prognoseverfahren	●		●
6	Optimierung Innenbauteile		●	
7	Optimierung Aussenbauteile		●	
8	Haustechnik		●	
9	Bauen im Bestand		●	
10	Projektierung und Prognose			●
11	Bautechnische Umsetzung			●
12	Aus- und Weiterbildung			●
13	Vertrauensbildende Massnahmen			●

Abb. 2: Übersicht Teilprojekte, Zuordnung zu Aktionsfeldern

### Terminplanung

Das Projekt dauert nach aktueller Planung 6 Jahre. Die verschiedenen Projekte werden aufgrund ihrer Dringlichkeit durchgeführt. Die Teilprojekte mit Schwerpunkt „Grunddaten“ werden zuerst initiiert und bearbeitet, damit die notwendigen Grundlagen für die Teilprojekte „Technischer Schallschutz“ zur Verfügung stehen. Die Erkenntnisse des Projektes (Projekte im Bereich Wissenstransfer) werden nach den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten veröffentlicht.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Teilprojekte</b>						
Projektsteuerung / Koordination / Kommunikation						
Labormessungen – direkte Schallübertragung						
Labormessungen – indirekte Schallübertragung						
In Situ Messungen						
Subjektive Wahrnehmung von Schall						
Prognoseverfahren						
Optimierung Innenbauteile						
Optimierung Aussenbauteile						
Haustechnik						
Bauen im Bestand						
Projektierung und Prognose						
Bautechnische Umsetzung						
Aus- und Weiterbildung						
Vertrauensbildende Massnahmen						

Abb. 3: Übersicht Projektplanung

### Projektpartner

Das Projekt wird durch sämtliche wichtigen Verbände der Holzwirtschaft und von wichtigen Industriepartnern und Forschungsinstituten getragen. Die massgebliche Unterstützung erfolgt durch das Förderprogramm des Bundesamtes für Umwelt BAFU.



Abb. 4: Projektpartner

### Projektorganisation

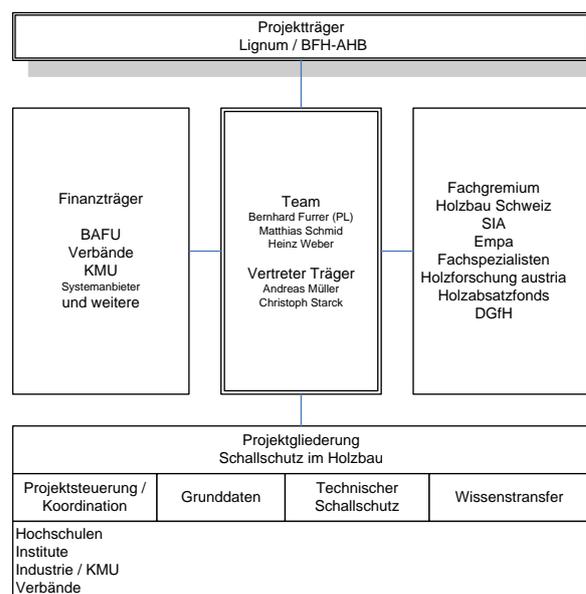


Abb. 5: Projektorganisation

Die Führung des Projektes wird durch die Projektträger Lignum / Berner Fachhochschule (BFH-AHB) wahrgenommen. Im Projekt beteiligt sind die in diesem Bereich wichtigsten Forschungsinstitutionen der Schweiz (EMPA, HTA, FHNW). Die Aktivitäten werden international koordiniert. Eine enge Zusammenarbeit erfolgt mit Deutschland (DGFH) und Österreich (Holzforschung Austria). Begleitet wird das Projekt von ausgewiesenen Fachspezialisten. Industrievertreter werden in die einzelnen Teilprojekte einbezogen.

### Finanzbedarf

Der Finanzbedarf basiert auf Abklärungen, welcher beim Aufbau und der Konzeption der einzelnen Teilprojekte geführt wurden. Eine Zusammenstellung ist nachfolgend aufgeführt (CHF).

Projektsteuerung/Koordination/Kommunikation	720'000
Labormessungen – direkte Schallübertragung	375'000
Labormessungen – indir. Schallübertragung	1'375'000
In-situ-Messungen	460'000
Subjektive Wahrnehmung von Schall	200'000
Prognoseverfahren	220'000
Optimierung von Innenbauteilen	400'000
Optimierung von Aussenbauteilen	200'000
Haustechnik	370'000
Bauen im Bestand	200'000
Projektierung und Prognose	580'000
Bautechnische Umsetzung	500'000
Aus- und Weiterbildung	100'000
Vertrauensbildende Massnahmen	200'000
<b>Finanzbedarf Gesamt CHF</b>	<b>5'900'000</b>

### Finanzierungsplan

Das Projekt wird finanziert aus Beiträgen des Bundes (aus dem Aktionsplan Holz, welcher das Thema explizit beinhaltet) und Beiträgen der Verbände, aus der Forschungsförderung (KTI, Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung), aus Beiträgen von Projektpartnern aus der Industrie und weiteren interessierten Branchen.

Verbände	800'000
Industriepartner / Unternehmen	1'400'000
Forschungsförderung / Institutionen	750'000
Förderprogramm Bundesamt für Umwelt	2'950'000
<b>Total Gesamtfinanzierung CHF</b>	<b>5'900'000</b>

### Keywords

Schallschutz, Holzbau, SIA 181, EN 12354, Bauakustik, Prognoseverfahren

## **INHALTSÜBERSICHT**

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ZIELSETZUNGEN</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>PROJEKT BETEILIGTE</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>VORGEHENSWEISE</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>BEDARFSANALYSE</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>PROJEKT SCHALLSCHUTZ IM HOLZBAU</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	<b>28</b>

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE</b>	<b>7</b>
1.1	Allgemein .....	7
1.2	Soll-Zustand .....	7
<b>2</b>	<b>ZIELSETZUNGEN</b>	<b>8</b>
2.1	Zielgruppen .....	8
2.2	Zielsetzungen .....	8
<b>3</b>	<b>PROJEKT BETEILIGTE</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>VORGEHENSWEISE</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>BEDARFSANALYSE</b>	<b>10</b>
5.1	Voraussetzungen und Grundlagen .....	10
5.2	Stand der Technik .....	11
5.2.1	Bauakustische Grunddaten .....	11
5.2.2	Stand Labor- und In-situ-Messungen .....	13
5.2.3	Bauteilkennwerte .....	14
5.3	Stand Forschung und Entwicklung .....	15
5.4	Bauteile und Systeme .....	15
5.4.1	Deckenkonstruktionen .....	16
5.4.2	Wandkonstruktionen .....	16
5.4.3	Fenster, Tür- und Trennwandsysteme .....	16
5.4.4	Sanierungen .....	17
5.4.5	Haustechnik .....	17
5.5	Folgerungen und Vorgehen .....	17
<b>6</b>	<b>PROJEKT SCHALLSCHUTZ IM HOLZBAU</b>	<b>18</b>
6.1	Aktionsfelder .....	18
6.1.1	Projektsteuerung, Koordination, Kommunikation .....	18
6.1.2	Grunddaten .....	18
6.1.3	Technischer Schallschutz .....	19
6.1.4	Wissenstransfer .....	19
6.2	Teilprojekte .....	19
6.2.1	Labormessungen direkte Schallübertragung .....	20
6.2.2	Labormessungen indirekte Schallübertragung .....	20
6.2.3	In-situ-Messungen .....	20
6.2.4	Subjektive Wahrnehmung Schall .....	20
6.2.5	Prognoseverfahren .....	21
6.2.6	Optimierung Innenbauteile/Aussenbauteile .....	21
6.2.7	Haustechnik .....	21
6.2.8	Bauen im Bestand .....	21
6.2.9	Projektierung und Prognose .....	21
6.2.10	Bautechnische Umsetzung .....	22
6.2.11	Aus- und Weiterbildung .....	22
6.2.12	Vertrauensbildende Massnahmen .....	22
6.3	Terminplanung .....	22
6.3.1	Projektdauer .....	22
6.3.2	Projektphasen .....	22
6.4	Projektorganisation .....	23
6.4.1	Projektpartner .....	23
6.4.2	Organigramm .....	24
6.5	Finanzierungskonzept .....	24
6.5.1	Finanzbedarf .....	24
6.5.2	Finanzierungsplan .....	25

<b>7</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	<b>26</b>
7.1	Stichwortverzeichnis .....	26
7.2	Abbildungsverzeichnis .....	26
7.3	Literaturverzeichnis .....	26
7.3.1	Verordnungen und Normen .....	26
7.3.2	Literatur und Schriften .....	27
7.3.3	Tätigkeits- und Forschungsberichte .....	27
7.3.4	Elektronische Medien .....	27
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	<b>28</b>
A.1	Beschrieb Teilprojekte .....	28
A.2	Analyse bestehender Schallmessungen im Labor .....	55
A.3	Systematik der Bauteile .....	63

## 1 AUSGANGSLAGE

### 1.1 Allgemein

Die bauakustisch relevanten Normen SIA 181[2] „Schallschutz im Hochbau“ (2006) und EN 12354[3] „Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften“ (2001) sind in der Schweiz baurechtlich eingeführt. Die darin enthaltenen Anforderungen verlangen neu nach detaillierten Angaben über Flankenwege und spektralen Anpassungswerten, um die entsprechenden Nachweise führen zu können. Zudem sind die Anforderungen an den akustischen Komfort um ca. 5 dB gestiegen (Luft- wie Trittschall). Diese Situation setzt neue Massstäbe für die bauakustische Dokumentation von Konstruktionen.

Die Steigerung der Qualität von Holzbauten und insbesondere von mehrgeschossigen Gebäuden fordert konstruktive Lösungen und konsequente Konzepte. Dabei kommen verschiedene Disziplinen bzw. Anforderungen zum Tragen. Die Forschungsaktivitäten in diesen Gebieten werden jedoch unterschiedlich gefördert.

Die Motivation dieses Projekts ist es, die Problematik des Schallschutzes gezielt, aber doch umfassend zu verfolgen, da hier zurzeit für den Planer und Ausführenden von Holzkonstruktionen die grössten Unsicherheiten bestehen. Zudem hat sich das Bedürfnis nach schallschutztechnisch optimierten Lösungen mit der Einführung der neuen SIA Norm 181 „Schallschutz im Hochbau“ [2] noch verstärkt. Weitere Gründe sind in [10], [11], [13] und [19] aufgeführt.

### 1.2 Soll-Zustand

Der Ausgangslage folgend, lassen sich vier Aspekte zum Schwerpunkt aufgreifen, in denen der Soll-Zustand wie folgt abgebildet werden kann:

Anforderungen	Technische Lösungen	Umgang mit Risiken	Bauherrschaften gewinnen
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassung an internationale Regelwerke, insbesondere EU-Normen.</li> <li>▪ Umsetzung der holzbauspezifischen Eigenheiten in der Anwendung der Norm SIA 181.</li> <li>▪ Grenzen der Behaglichkeit / Akzeptanz für gängige Systeme in Holz.</li> <li>▪ Die Sicherheit wird dank wissenschaftlicher Forschung und Entwicklung ausgewiesen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entwicklung und Forschung von schall- und holzbau-technisch optimalen Bauteilen und Gebäuden.</li> <li>▪ Die Dokumentationsreihe „Schallschutz im Holzbau“ gibt Anleitung zum sicheren Bauen mit Holz für Neubauten und Erneuerungen.</li> <li>▪ Anwendung von Systemen für den Planer.</li> <li>▪ Ausbildung und Schulung haben einen hohen Stellenwert.</li> <li>▪ Disziplinübergreifende technische Lösungen wie Schall, Brand, Wärme-Feuchte und Statik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risiken und Gefahren werden erkannt, insbesondere das subjektive Schallempfinden und Kostenentwicklung.</li> <li>▪ Vermittlung der Risiken durch geeignete Mittel, z.B. Auralisation<sup>1</sup>.</li> <li>▪ Qualitätssicherung des Schallschutzes während der Bauphase innerhalb des QS-Pakets Thermografie, Luftdichtigkeit und Schallschutz.</li> <li>▪ Sanierungsmassnahmen lassen sich genau abschätzen.</li> <li>▪ Qualitätssicherung wird auf allen Stufen gewährleistet.</li> <li>▪ Angepasste Qualitätsanforderungen unter objektgerechter Anwendung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Überzeugende Argumente werten den Holzbau gegenüber Konkurrenzprodukten auf.</li> <li>▪ Dank Referenzbauten kann die Öffentlichkeit überzeugt werden.</li> <li>▪ Umfassende Lösung für Holzbausysteme (Brand-, Schall-, Wärme-, Feuchte-schutz und Statik).</li> <li>▪ Nachhaltige Konstruktionen unter Einbezug aller Aspekte.</li> </ul>

Abbildung 1: Soll-Zustand im Schwerpunkt Schallschutz im Holzbau

<sup>1</sup> Verfahren, das unter Verwendung der Simulation von Spiegelschallquellen, Raytracing und der Errechnung des Diffusschalls die Hörbarmachung eines Raumes unter Berücksichtigung seiner geometrischen und akustischen Eigenschaften ermöglicht.

## 2 ZIELSETZUNGEN

### 2.1 Zielgruppen

Das Projekt hat grundsätzlich zum Ziel, eine höchstmögliche Planungssicherheit für Planer, Ingenieure, Architekten sowie Ver- und Bearbeiter von Holz zu schaffen.

### 2.2 Zielsetzungen

- Vermittlung von Planungssicherheit
- Wirtschaftliche Lösungen für die Holzbranche
- Koordination der Aktivitäten
- Vorurteile abbauen

Generelle Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Breiter abgestützte Kompetenz der Holzbranche</li> <li>▪ Anwendung und Umsetzung von Normen und Vorschriften im Holzbau</li> <li>▪ Weiterentwicklung von Systemen für den mehrgeschossigen Holzbau</li> <li>▪ Vermittlung von praxisingerechten Prognoseverfahren</li> <li>▪ Verbesserung und Standardisierung von Decken- und Wandkonstruktionen</li> <li>▪ Sicherheit für KMU<sup>2</sup> im Bereich Schallschutz</li> <li>▪ Breite Akzeptanz der Bauweise und Komfort der Bewohner</li> </ul>
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ermittlung schalltechnisch relevanter Kennwerte für aktuelle Konstruktionen</li> <li>▪ Entwicklung von Konstruktionsprinzipien mit Standardaufbauten und Details für den mehrgeschossigen Holzbau (analog dem Massivbau) unter Einbezug aller Disziplinen</li> <li>▪ Bereitstellung von Planungsgrundlagen, Produktions- und Montageanweisungen</li> <li>▪ Qualitätssicherungsmassnahmen in der Ausführung</li> <li>▪ Vernetzung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten</li> </ul>
Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technische Dokumentationen „Schallschutz im Holzbau“ für die Planung und Ausführung</li> <li>▪ Wissenstransfer, Aus- und Weiterbildung</li> <li>▪ Marktbearbeitung durch breite Kommunikation an Beispielen</li> </ul>

Abbildung 2: Zielsetzung und Massnahmen im Projekt

<sup>2</sup> Die Abkürzung KMU steht für „Kleine und mittlere Unternehmen“.

### 3 PROJEKTBETEILIGTE

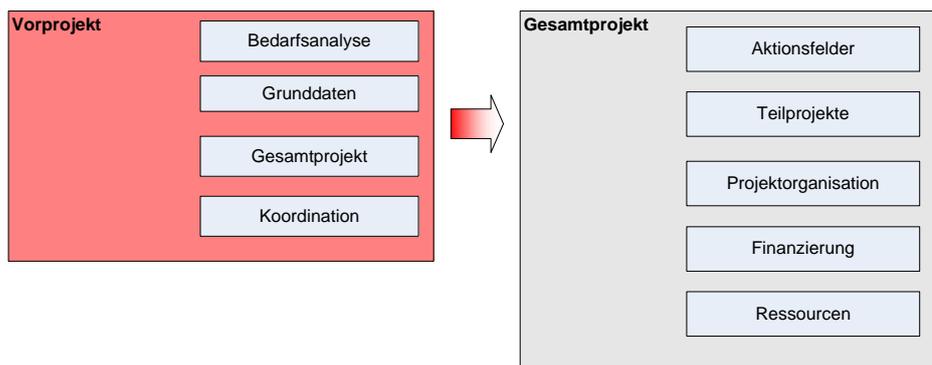
Als Projektbeteiligte für den Schwerpunkt Schallschutz im Holzbau finden sich die Lignum (Holzwirtschaft Schweiz) als Verbandsvertreter und die BFH-AHB (Berne Fachhochschule, Architektur, Holz und Bau) als Forschungsinstitut. Das Projekt wird von diesen Trägern als Kooperationsprojekt gesehen und gemeinsam bearbeitet. Die Träger verfolgen das Ziel, die Bedürfnisse der Wirtschaft abzufragen und Forschung im Schwerpunkt Schallschutz im Holzbau zu definieren und in konkreten Aktionsfeldern auszuformulieren. Als begleitende Arbeitsgruppe steht ein Fachgremium zur Seite. Dieses setzt sich aus ergänzenden Kompetenzen (Wirtschaft, Fachhochschule und Empa) zusammen.

### 4 VORGEHENSWEISE

Das Thema Schallschutz im Holzbau wird als Schwerpunkt der Holzwirtschaft definiert und soll als nationales Projekt angegangen werden. Um diesen Schwerpunkt entsprechend bearbeiten zu können, werden grundsätzlich für die Vorgehensweise zwei Projektphasen beschrieben.

Der erste Teil verfolgt das Ziel, die nötigen Grundlagen und Entscheidungsbasis zu schaffen, um alle weiteren Aktivitäten im Bereich Schallschutz im Holzbau planen zu können. Diese Phase ist Inputgeber für das Gesamtprojekt, welches sich damit beschäftigt, konkrete Bedürfnisse abzubilden und gezielte Aktionsfelder zu definieren. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der ersten Phase zusammen.

Das Projekt unterliegt einer rollenden Planung und einer laufenden Weiterentwicklung. Da es sich um ein interdisziplinäres Projekt handelt, werden auch Teilaspekte, die erst während der Bearbeitung des Gesamtprojektes aufgedeckt werden, berücksichtigt und behandelt.



*Abbildung 3: Der erste Teil wird als Vorprojekt definiert. Hier werden die nötigen Grundlagen für das Projekt zusammengetragen und daraus die nötigen Aktionsfelder definiert.*

Neben der Recherche zu aktuellen Fragen im Bereich Forschung und Entwicklung und zum aktuellen Stand der Technik im Schallschutz wurden zur Ermittlung der Bedürfnisse Vertreter von Unternehmen aus der Branche der Systemhersteller und der Zulieferer für die Holzbaubranche befragt. Mit den Gesprächspartnern wurden die Stossrichtung des Gesamtprojektes „Schallschutz im Holzbau“ sowie die Bereiche Markt, Forschung und Entwicklung, Know-how und Zusammenarbeit diskutiert. Ein weiterer Kontakt mit den Industriepartnern erfolgte für die Ermittlung/Konkretisierung des Bedarfs an Schallmessungen. Weiter wurden Gespräche mit Forschungsinstitutionen aus Deutschland und Österreich geführt.

## 5 BEDARFSANALYSE

### 5.1 Voraussetzungen und Grundlagen

Eine wichtige Voraussetzung für den vermehrten Einsatz von Holz am Bau ist, dass zu Beginn eines Planungsprozesses dem Bauherrn die Gewähr geboten kann, dass mit den anzuwendenden Bauprinzipien seine Vorstellungen und die zu erreichenden Zielvorgaben umgesetzt werden und die beauftragten Planer und ausführenden Unternehmen eine fachgerechte und optimale Lösung garantieren können.

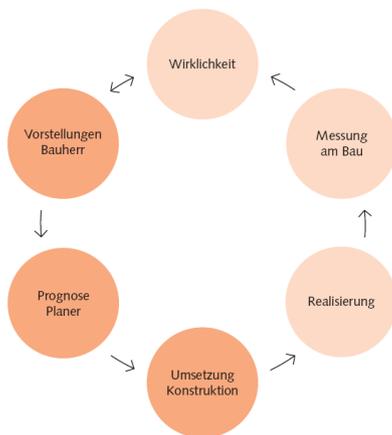


Abbildung 4: Die Umsetzung von der Vorstellung bezüglich Qualität des Schallschutzes bis hin zum Erleben des Bauergebnisses unterliegt verschiedenen „Übersetzungsstufen“; nach [4].

Die Grundlage für die Umsetzung der geforderten Qualitätsansprüche ist umfangreiches Fachwissen der am Bau verantwortlichen Akteure und die Verfügbarkeit der dazu erforderlichen Planungsgrundlagen.

#### Planer (Architekt und Ingenieure)

- kennen die Möglichkeiten, das geplante Bauprojekt mit Bausystemen in Holz oder in Kombinationen mit Holz (Bauteile, Materialien) optimal umzusetzen.
- verfügen über die dazu erforderlichen Kenntnisse und technischen Unterlagen für eine effiziente Planung.

#### System- und Materiallieferanten

- verfügen über das Wissen für den Einsatz ihrer Produkte im Holzbau
- kennen die Eigenschaften ihrer Produkte u.U. in Kombination mit andern Produkten / Materialien.
- verfügen über die erforderlichen Planungs- und Verarbeitungsrichtlinien und stellen diese in geeigneter Form zur Verfügung.

#### Ausführende Unternehmungen

- haben die Gewähr, dass die geplanten Konstruktionen mit den vorgesehenen Produkten erreicht werden können.
- können wirtschaftliche Lösung umsetzen und die geforderte Ausführungsqualität sicherstellen.
- verfügen über die Kenntnisse und die dazu notwendigen technischen Dokumentationen zur Umsetzung.

## 5.2 Stand der Technik

### 5.2.1 Bauakustische Grunddaten

Die bauakustischen Grunddaten stehen grundsätzlich aus drei unterschiedlichen Quellen zur Verfügung:

- Labormessungen (mit und ohne Nebenwege)
- In-situ-Messungen<sup>3</sup> (mit Nebenwegen)
- Berechnungen

Die Kenngrößen und deren zugehörige Messverfahren werden nach den internationalen Normen (EN und ISO) vorgegeben. Ziel ist dabei, mit den vorliegenden Grunddaten einen hohen Qualitätsstandard zu erreichen. Dies fordert eine möglichst hohe Genauigkeit der Daten. Darum werden die Kenngrößen nun auch frequenzabhängig ausgewiesen. Die Anforderungen hingegen an den Schallschutz werden grundsätzlich national festgelegt und können von Land zu Land sehr unterschiedlich ausfallen [13]. Die für die Schweiz bestimmende Norm ist die Norm SIA 181-2006 „Schallschutz im Hochbau“ [2]. Diese verfolgt das Ziel, den baulichen Schutz vor Lärm zu regeln [1].

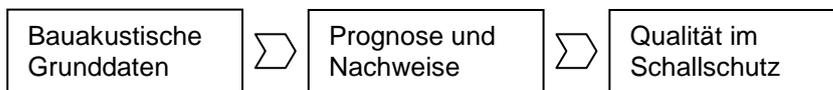


Abbildung 5: Die bauakustischen Grunddaten führen zur Qualität des Schallschutzes.

Als Beurteilungsgrößen des Schalldämmvermögens von Bauteilen dienen die Schalldämm-Masse  $R_w$  bzw.  $R'_w$ , für den Trittschall  $L_{n,w}$  bzw.  $L'_{n,w}$ . Das Schalldämm-Mass  $R_w$ , auch Direkt-Schalldämm-Mass (ohne Index ‚Strich‘) genannt, ist eine reine Bauteilkenngrösse und wird seit einiger Zeit im Prüfstand auch ohne Nebenwegsübertragung ermittelt ( $R'_w$  bedeutet „mit Berücksichtigung bauüblicher Nebenwege“).

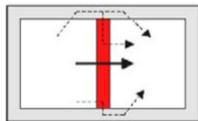
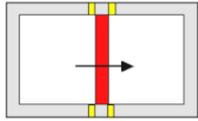
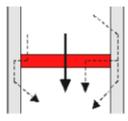
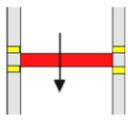
Prüfstand mit bauähnlichen Flankenübertragungen (Bausituation)	Prüfstand mit unterdrückten Flankenübertragungen (Laborsituation)
<p>Luftschall</p> <p><math>R'_w</math></p> 	<p>Luftschall</p> <p><math>R_w</math></p> 
Trennwand mit Einfluss flankierender Bauteile	Trennwand ohne Einfluss flankierender Bauteile
<p>Trittschall</p> <p><math>L'_{n,w}</math></p> 	<p>Trittschall</p> <p><math>L_{n,w}</math></p> 
Decke mit Einfluss flankierender Bauteile	Decke ohne Einfluss flankierender Bauteile

Abbildung 6: Bewertetes Bau- bzw. Schalldämm-Mass  $R'_w$  und  $R_w$  bzw. bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  und  $L_{n,w}$

<sup>3</sup> Im vorliegenden Zusammenhang steht „in situ“ für Schallmessungen, welche vor Ort am Objekt durchgeführt werden.

Der im Prüfstand ermittelte Zahlenwert eines Bauteils kann in Abhängigkeit von der Bauweise eines Prüfstandes und der Anbindung des Prüflings an den Prüfstand variieren. Gleiche Prüfaufbauten führen in unterschiedlichen Prüfständen gemessen somit zu u. U. starken Abweichungen im Ergebnis. Um diese prüfstandsabhängigen Effekte berücksichtigen und korrigieren zu können, wird neuerdings im Rahmen von Eignungsprüfungen die Körperschallnachhallzeit eines Prüflings ermittelt und das messtechnisch gewonnene Ergebnis auf am Bau übliche Nachhallzeiten korrigiert. Es ist zu beachten, dass derartige Einzahlangaben immer deutlich über den bislang bekannten  $R'_w$ -Werten liegen und mit diesen nicht vergleichbar sind. Wohnungstrennwände mit  $R'_w$ -Werten von 55 dB erreichen im Direktämm-Mass  $R_w$  durchaus Zahlenwerte von 60 dB. In der Norm SIA 181-2006 wird dem mit einem angemessenen *Projektierungszuschlag*  $K_P$  in dB bzw. dB (A) Rechnung getragen (SIA 181 Ziffer 4.1.1.2).

Neu sind nun auch die sogenannten Spektrum-Anpassungswerte<sup>4</sup> (C-Werte) für den Nachweis zu berücksichtigen. Es gibt je nach Schallübertragungsart unterschiedliche Anpassungswerte. Sie sind für jede frequenzabhängige Messungen ausweisbar und erfordern keine eigene Messung.

Für welche Geräuschquellen welcher Spektrum-Anpassungswert sinnvoll ist, geht aus der SIA 181 hervor. Zum Beispiel ist  $C_{tr}$  für den städtischen Strassenverkehr mit seinen lautereren tiefen Anteilen zutreffend, während C eher zutreffend ist für Autobahnlärm.

$C$ ,  $C_{tr}$  und  $C_l$  machen nur in Verbindung mit  $R_w$  bzw.  $L_{n,w}$  Sinn. Die genormte Schreibweise ist daher auch  $R_w(C;C_{tr}) = 53(-1;-5)$  dB. In diesem Beispiel ist  $R_w = 53$  dB,  $C = -1$  dB und  $C_{tr} = -5$  dB.

Die Bandbreite der C-Werte hängt dabei sehr stark von der Anwendung der Materialien bzw. Konstruktionstypen ab.

**Letztendlich aussagekräftig für das Schalldämmvermögen eines Bauteils ist die Summe aus  $R_w$  bzw.  $L_{n,w}$ , den obligatorischen Spektrum-Anpassungswerten ( $C_l$ ,  $C_{tr}$ , C).**

### Nebenwegübertragungen

Die bauakustischen Grunddaten allein, welche das Schalldämmvermögen eines Bauteils beschreiben, genügen für die Nachweise nach SIA 181-2006 nicht. Da es sich hier um den Nachweis der Bausituation handelt, müssen auch die Schallnebenwege (Flankenübertragungen) berücksichtigt werden. Folgende Aussage ist dazu zu finden:

#### Ziffer 4.1.1.3

*Planmässige Schallnebenwegübertragungen (Flankenübertragungen) sind in den Prognosewerten zusätzlich zum Projektierungszuschlag zu berücksichtigen. Das geschieht für den Luft- bzw. Trittschallschutz entweder durch Anwendung der Prognoseverfahren nach der Normenreihe EN 12354 oder aber durch Abschätzung nach Erfahrung aus dem Vergleich zwischen Labor-Messergebnissen und Ergebnissen aus Messungen am Bau für gleichartige Bauteile mit vergleichbaren Einbaubedingungen. Zur Prognose der Bauteilkennwerte für die Bausituation sind bei einer Abschätzung jeweils ausreichende Ab- bzw. Zuschläge  $K_F$  für Flankenübertragungen am Bau vorzusehen. Spektrum-Anpassungswerte und allfällige Volumenkorrekturen sind zusätzlich zu berücksichtigen.*

In der neuen Norm SIA 181 besteht somit nun auch der direkte Bezug zur EN 12354. Darin werden die Möglichkeiten für die bauakustische Prognose von Bauteilen und deren Kombinationen aufgezeigt. Aufgebaut auf dem Energiegesetz, werden für die Prognose neben dem direkten Schallweg durch das Trennbauteil 12 Nebenwege über die flankierenden Bauteile einbezogen. Die Grunddaten müssen also für eine solche Prognose um die flankierenden Bauteile erweitert werden. Hinzu kommt, dass die detaillierte Prognose frequenzabhängige Schalldämm-Werte auch von den Flankenbauteilen voraussetzt (wie in [18]).

<sup>4</sup> Korrekturwerte als Einzahlangaben für Pegel und Pegeldifferenzen, welche auf Grund besonderer Frequenzabhängigkeiten von Geräuschen erforderlich sind, um Messwerte an die Gehörempfindung anzupassen.

### 5.2.2 Stand Labor- und In-situ-Messungen

Das Schalldämmvermögen von Bauteilen in Holzbauweise wird in vielen unterschiedlichen Dokumenten und Datenbanken wie in [5], [6], [9], [18] und [21] dokumentiert. Diese Werte bzw. Grunddaten sind jedoch nicht immer 1:1 untereinander vergleichbar, da sie auf unterschiedliche Art ausgewertet wurden.

In Abbildung 7 sind Deckensysteme in Holzbauweise anhand der Anzahl Luftschallmessungen (Labormessungen ohne Flankenübertragungen und In-situ-Messungen) exemplarisch dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass traditionellere Systeme wie Balkendecken in mehreren Variationen und in einem umfangreicheren Ausmass dokumentiert sind. Somit kann auch deren Planungssicherheit dementsprechend gewährleistet werden. Andere, zeitgerechtere Konstruktionen wie Holz-Beton-Verbunddecken, Massivholz oder auch Kastenelemente weisen eine geringe Anzahl Messungen auf. Hier ist oft nur eine sehr beschränkte Vielfalt an konstruktiven Möglichkeiten dokumentiert. Dies bedeutet wiederum eine geringe Absicherung in der Planung. De facto müssen für solche Systeme zusätzliche Labor- und Baumesungen erfolgen, um eine möglichst hohe Planungssicherheit der Systeme in Holzbauweise zu erhalten.

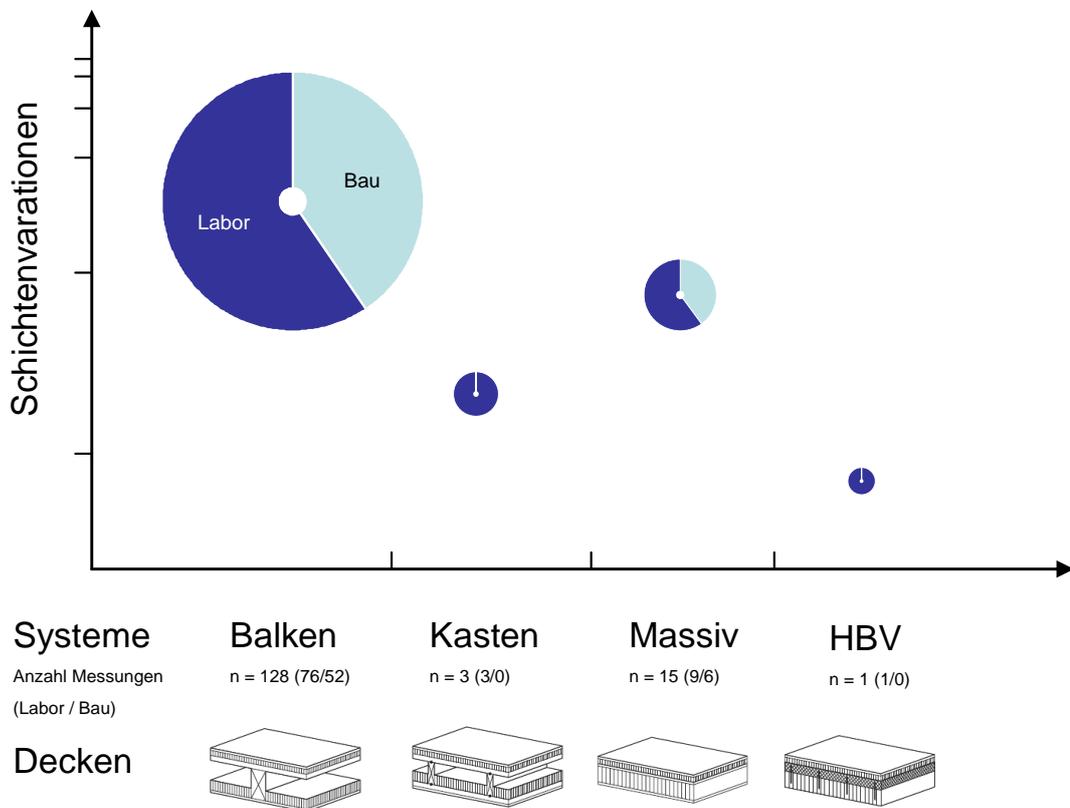


Abbildung 7: Bestandesaufnahme von In-situ- und Labormessungen (Luftschall) an Deckensystemen in Holzbauweise (Stand November 2008). Quellen: SIA D 0189 [5]; Integration des Holz- und Skelettbau in die neue DIN 4109 [18]; dataholz.com [21]

Ein Grossteil der Messresultate stammt aus älteren Prüfungen in Labors, die bauübliche Nebenwegübertragungen enthalten. Diese sind jedoch zur Anwendung bei heutigen Konstruktionen schwer zu interpretieren. Es stehen auch neuere, nach aktueller EN-Prüfnorm durchgeführte Labormessungen ohne resp. mit unterdrückten Flankenübertragungen zur Verfügung. Eine Zusammenstellung ist für die wichtigsten Bauteilgruppen im Anhang A.2 aufgeführt (Quellen: SIA D 0189 [5], Integration des Holz- und Skelettbau in die neue DIN 4109 [18] und dataholz.com [21]).

### 5.2.3 Bauteilkennwerte

Die Bauteilkennwerte werden in der Regel von Materiallieferanten und Systemherstellern (Decken, Wände, Fenster, Türen usw.) zur Verfügung gestellt. Diese Kennwerte bilden die Basis einer Prognose unter Berücksichtigung der objektspezifischen Gegebenheiten. Die zur Verfügung stehenden Planungsgrundlagen zur Dimensionierung des Schallschutzes im Holzbau sind in der Art und der Qualität sehr unterschiedlich.

Kenndaten	Einflussfaktoren	Verfügbarkeit
		* nicht ** teilweise *** gut **** sehr gut
Bauteilkennwerte aus Labormessung ohne Flankenübertragung	Aufbau des Bauteils in Kenntnis von: Material mit Dimensionen [mm; kg/m <sup>2</sup> ) Schichtenfolge	**
Flankenübertragungen	Fügung von Elementen Aufbau angrenzender Bauteile wie Wände, Decken Anschlüsse, Verbindungsmittel zwischen Bauteilen und Elementen	*
Bauteilkennwerte aus Berechnungen und Daten von Vergleichskonstruktionen	Aufbau und Variationen innerhalb des Bauteils in Kenntnis von: Material mit Dimensionen [mm; kg/m <sup>2</sup> ), Schichtenfolge	**
Erfahrungswerte, Vergleichswerte mit bestehenden Ausführungen, Erfahrungen In-situ-Messungen	Bauliche Abweichungen gegenüber Laborkennwerten, Prognosen Planungsunsicherheit, Unsicherheit in der Ausführungsqualität	** *

Abbildung 8: Kenndaten als Basis zur Dimensionierung des Schallschutzes im Holzbau

Da Bauteile in Holz mehrschichtig aufgebaut und aus verschiedenen Materialien resp. Produkten bestehen, fehlen oft Kenndaten der vorgesehenen Materialkombination. Aufgrund der Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten ist es nicht möglich, sämtliche Bauteilvariationen im Labor zu messen. Eine systematische Vorgehensweise bei den Labormessungen bildet aber die notwendige Grundlage für die Berechnung der Bauteilkennwerte verschiedener Bauteilvariationen.

Für die Verbesserung der Genauigkeit der Prognoseverfahren und für die Erhöhung der Planungssicherheit sind weitreichende Untersuchungen bei den Anschlusssituationen (Flankenübertragungen) durchzuführen (siehe auch Kap. 5.2.1) und die Verfügbarkeit der notwendigen Kennwerte sicherzustellen.

Für die Verifizierung der Dimensionierung des Schallschutzes in der Planungsphase sowie die Erfassung der Ausführungsqualität ist die Durchführung und der Vergleich von Messungen im Labor und am Bau erforderlich.

Sind die entsprechenden Kennwerte nicht verfügbar, ist der Planer bei der Konstruktionswahl gezwungen, genügend Sicherheit einzuplanen, um die geforderten Zielvorgaben einzuhalten.

### 5.3 Stand Forschung und Entwicklung

Aufgrund der bereits durchgeführten Recherche in [11] können hierzu noch die folgenden Ergänzungen gemacht werden:

- Das Prognoseverfahren nach EN 12354 ist europäisch anerkannt und kommt demzufolge zur Anwendung. Die frequenzabhängigen Grunddaten fehlen jedoch für den Holzbau grösstenteils. Zurzeit werden nur von wenigen Systemherstellern diese Kenngrössen im Labor gemessen.
- Mit dem Forschungsbericht [18] fliessen erste Kenngrössen für den Holzbau in die neue Norm DIN 4109. In dieser Norm werden auch die Prognoseverfahren nach EN 12354 in vereinfachter Form wiedergegeben. Die überarbeitete Version der DIN 4109 trägt wesentlich dazu, dass Schallprognosen für leichte Konstruktionen in Holz möglich sind [15].
- Zurzeit sind weitere Aktivitäten im Gang, Konstruktionen im Bestand schalltechnisch zu untersuchen [12].
- Weiter gibt [13] einen umfassenden Überblick zum Stand des Schallschutzes im Wohnungswesen in Europa. Hier wird vor allem der Hinweis gemacht, weiterer Forschungsbedarf konzentrierte sich im Bereich der Verminderung des Nachbarschaftslärms.
- Die Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung sieht in ihrem Tätigkeitsbericht 2004 – 2007 [10] für eine wirksame Lärmbekämpfung Handlungsbedarf in der Aus- und Weiterbildung.
- In Deutschland laufen Anstrengungen für die Erarbeitung eines Klassifizierungskonzeptes für die subjektive Wahrnehmung von Schall für den Wohnungsbau [19].
- Im Rahmen der COST-Action FP0702 „NET-Acoustics for Timber based Lightweight Buildings and Elements“ [20] sind von 2009 bis 2012 Tätigkeiten vorgesehen in den Bereichen:
  - Aufbau eines Kompetenz-Netzwerks auf europäischer Ebene zum Thema
  - Identifizierung von Forschungsbedarf zum Thema
  - Entwicklung anwendergerechter Schall-Prognoseverfahren für Bauteile/Gebäude in Holzbauweise unter Berücksichtigung der Flankenübertragungen von Luft- und Körperschall.
  - Verbesserung und Entwicklung von Messverfahren unter Einbezug der Tieftonübertragung unter 50Hz.

Daraus lassen sich folgende Arbeitsgebiete für den baulichen Schallschutz definieren, welche in der Forschungslandschaft zurzeit und in naher Zukunft bearbeitet werden müssen:

- Erhebung von Grunddaten für die direkte Schallübertragung und die Flankenwege für das Prognoseverfahren
- Weiterentwicklung von einfachen Prognoseverfahren für den Holzbau
- Schalltechnische Optimierung von Bauteilen und Bauteilkombinationen
- Lösungen für das Bauen im Bestand (Instandsetzung bestehender Bauten)
- Erarbeitung von Empfehlungen zum Umgang mit der subjektiven Wahrnehmung von Schall
- Wissenstransfer von der Forschung in die Branche
- Erleichterung des Wissensaustauschs zwischen den europäischen Forschungsinstituten.

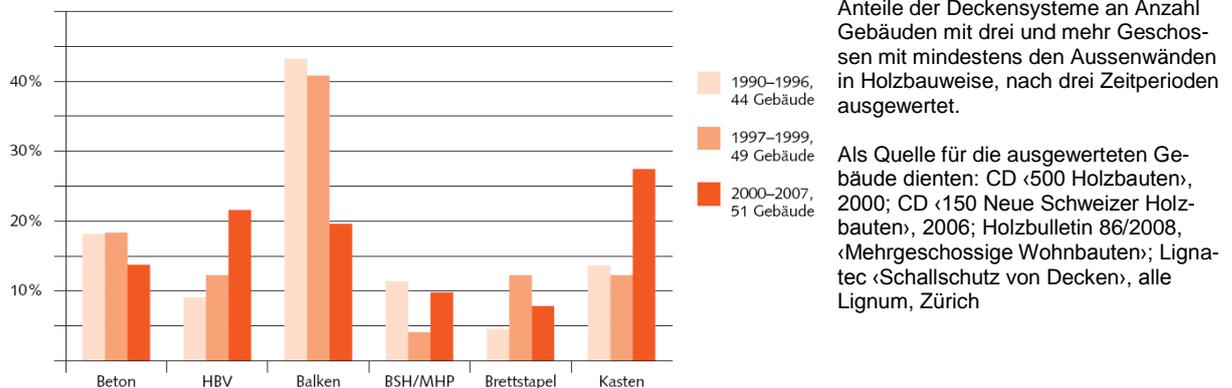
### 5.4 Bauteile und Systeme

Vor allem diejenigen Bauteile und Systeme sind für das Projekt interessant, welche über einen wichtigen Marktanteil verfügen, in Zukunft vermehrt Anwendung im mehrgeschossigen Holzbau finden oder in schallschutztechnischer Hinsicht Potentiale aufweisen [4] [16].

Nachfolgend sind wichtige Themenfelder kurz aufgeführt. Eine Analyse der wichtigsten Bauteile / Bauteilkombinationen als Grundlage zur Abklärung des Bedarfs an Messungen im Labor wurde in Zusammenarbeit mit der Industrie erstellt (siehe Anhang A.3).

### 5.4.1 Deckenkonstruktionen

Bei Bauten mit drei und mehr Geschossen in Holzbauweise wurden in den letzten Jahren folgende Anteile am Beispiel der Deckenkonstruktionen eingesetzt:



Nach der Aufteilung in unterschiedliche Zeitperioden ist ersichtlich, dass gewisse Systeme weniger und andere häufiger eingesetzt werden. Marktanteile verloren haben die „konventionellen“ Balkendecken. Deutliche Zunahmen sind bei den Holz-Beton-Verbunddecken (HBV) und den Kastenelementen zu verzeichnen. Diese Systeme zeichnen sich durch eine sehr kompakte und leistungsfähige Bauweise aus und erfüllen die hohen Anforderungen des mehrgeschossigen Bauens. Gerade diese Systeme sind aber zur Zeit unzureichend erforscht, und die notwendigen schalltechnischen Kennwerte liegen hier nur vereinzelt vor (siehe auch Kap. 5.2.2). Umfassende Abklärungen zum Verhalten von Deckenkonstruktionen im Tieftonbereich sind notwendig.

### 5.4.2 Wandkonstruktionen

#### Aussenwände

Die Anforderungen an den Schallschutz bei Bauten in städtischen Gebieten wurden mit der Inkraftsetzung der Norm SIA 181 „Schallschutz im Hochbau“ erhöht. Zudem werden in lärmbelasteten Gebieten vermehrt Ergänzungsbauten und Bauten mit hohen Wärmedämmstandards erstellt. Dabei kommen die Vorzüge der Vorfertigung in Holz zum Tragen. Aussenwände werden mehrheitlich in der Holzrahmenbauweise realisiert. Steigende Marktanteile verzeichnen die Massivholzbausysteme. Der Einfluss der vielfältigen Aussenbekleidungen / Kompaktfassaden bei Holzbauten auf die Schalldämmung sowie die konstruktionsabhängigen Spektrum-Anpassungswerte sind erst teilweise bekannt.

#### Innenwände, Trennwände

In der Norm SIA 181 sind neu Empfehlungen für vertragliche Regelungen zum Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten aufgeführt. Die Nutzung der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidungen zur Optimierung des Schallschutzes bei tiefen Frequenzen ist noch nicht ausgeschöpft. Die Aussteifung der Bauten und die Erdbebensicherheit erfordern neue, steifere Tragkonstruktionen, z.B. Kombinationen von Mehrschichtplatten, Fachwerke usw.

### 5.4.3 Fenster, Tür- und Trennwandsysteme

#### Fenster

Die Angabe der Qualität der Schalldämmung von Fenstern hat sich aufgrund der Bedingungen aus der LSV in der Praxis bewährt. Die angrenzenden Bauteile und der Einbau sind massgebend für das Resultat der gesamten Schalldämmung. Die Kenntnisse über die verfügbaren Daten und die planerische Umsetzung mit den vorhandenen Grundlagen können verbessert werden. Bei der Weiterentwicklung von Fenstern und Fassaden im Kontext der heutigen Architektur, speziell in der Anwendung in Kombination mit Bauten in Holz, sind noch Potentiale vorhanden.

#### Tür- und Trennwandsysteme

Die Nutzung der Räume bestimmt die Anforderungen an den Schallschutz. Die Qualität des Bauteils wird im Labor gemessen. Der Nachweis des Schallschutzes muss gemäss Norm SIA 181 „Schallschutz im Hochbau“ (2006) im eingebauten Zustand durch Messung erbracht werden, allenfalls in Kombination mit andern Bauteilen. Neben der Wahl der richtigen Bauteile ist die Qualität des Einbaus massgebend. Optimierungen im Bereich Türe/Wandanschluss sind möglich. Entscheidendes Kriterium, um ein zufriedenstellendes Resultat zu erreichen, sind die Flankenübertragungen.

#### **5.4.4 Sanierungen**

Es stehen in den nächsten Jahren vermehrt Sanierungen und Umnutzungen von bestehenden Bauten (u.a. auch in Holz) im Vordergrund. Der Anteil der Holzbalkendecken und der Ausbau im Dach sind in diesen Bauten hoch. Effiziente Lösungen sind gefragt [17].

#### **5.4.5 Haustechnik**

Technische Einrichtungen in Bauten können Lärmquellen sein oder Lärm weiterleiten. Der Einfluss von haustechnischen Anlagen im Holzbau auf die Lärmausbreitung, sei dies der Einbau in oder an Holzkonstruktionen, ist noch zu wenig bekannt.

### **5.5 Folgerungen und Vorgehen**

Die beschriebene Situation stellt für den Holzbau eine grosse Herausforderung dar. Für die Projektierung und die bautechnische Umsetzung werden umfassende Planungsgrundlagen benötigt, welche zurzeit seitens des Holzbaus nicht zur Verfügung stehen. Dies kann damit begründet werden, dass die Konstruktionsbauweise Holz sehr vielfältig ist und viele unterschiedliche Materialien zur Anwendung kommen. Es bestehen kaum Holzbaukonstruktionen mit Ausnahme der Holzbalkendecke, welche umfassend dokumentiert sind.

Für die Anwendung der gültigen Prognoseverfahren besteht ein grosser Bedarf an Kenngrössenermittlung, um für den Holzbau vergleichbare Planungssicherheit zu erreichen, wie es für den Massivbau der Fall ist. Umfangreiche Messreihen an Konstruktionen in Holz sind also dringend nötig, um entsprechende Hilfsmittel bereitzustellen.

Viele bekannte Konstruktionen in Holz genügen den gestiegenen Anforderungen sowohl seitens der Benutzer als auch im Hinblick auf die Normen nur noch knapp oder gar nicht mehr. Das vorhandene Optimierungspotential bezüglich Leistung und Preis gilt es auszuloten und umzusetzen. Es fehlt unter anderem an Erfahrungen beim Einsatz von neuen Materialkombinationen. Die Weiterentwicklung und Optimierung der Bauteile und die Erarbeitung der Planungsgrundlagen bedingt eine enge Zusammenarbeit und Koordination aller Interessierten.

Parallel zur systematischen Komplementierung der Grunddaten und der Planungsgrundlagen muss die Qualität am Bau laufend verfolgt und durch Messungen erfasst und dokumentiert werden. Dies bildet die Basis für eine direkte praxisnahe Umsetzung.

Die Entwicklung im Holzbau muss in Zusammenarbeit mit der Zulieferindustrie des Holzbaus erfolgen. Dieses Projekt ist eine gute Basis, um neue Tendenzen zu erfassen und zu integrieren. Da entscheidende Fortschritte in der Weiterentwicklung der Schalldämmung nur aufgrund einer systembezogenen Betrachtung zu erwarten sind, wird das Schwergewicht auf wirtschaftlich konkurrenzfähige und für den Schweizer Markt bedeutende Konstruktionen gelegt.

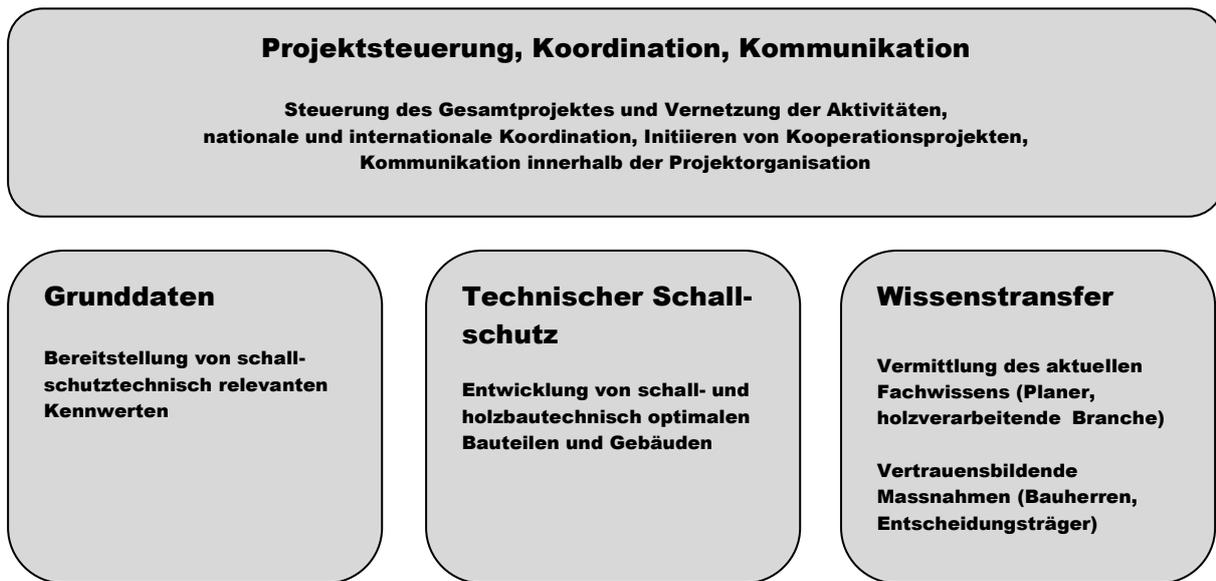
In den Nachbarländern werden ebenfalls grosse Anstrengungen unternommen, um die Qualität des Schallschutzes im Holzbau effizient zu verbessern. Die Entwicklungen auf internationaler Ebene sollen verfolgt und in engem Kontakt mit den entsprechenden Organisationen und Forschungsstätten Synergien genutzt werden.

## 6 PROJEKT SCHALLSCHUTZ IM HOLZBAU

Fortschritte im Bereich des baulichen Schallschutzes sind für die weitere Etablierung und die vermehrte Holzanwendung, insbesondere im Bereich des mehrgeschossigen Bauens, von zentraler Bedeutung. Damit der ermittelte Bedarf an Forschung und Entwicklung sowie an Information abgedeckt werden kann, wird das Thema in Zusammenarbeit mit der gesamten Branche als Schwerpunkt bearbeitet.

Die hochgesteckten Ziele mit den damit verbundenen anspruchsvollen Aufgaben erfordern eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Die komplexe Materie wird in verschiedene Themenschwerpunkte (Aktionsfelder) und Projekte gegliedert.

### 6.1 Aktionsfelder



#### 6.1.1 Projektsteuerung, Koordination, Kommunikation

Im Projekt werden die Interessen der Branche, der Verbände und der Industrie berücksichtigt und die Entwicklungen mit den in diesem Fachbereich wichtigsten Institutionen und Spezialisten vorangetrieben. Die verschiedenen Aktivitäten werden zentral gesteuert und koordiniert, der Projektfortschritt wird laufend überprüft und dokumentiert. Durch die Begleitung des Projektes mit einem Fachbeirat wird die fachliche Abstützung des Projektes sichergestellt.

Mit der Bündelung der Mittel und Ressourcen und durch die hohe Vernetzung der Aktivitäten wird die Voraussetzung geschaffen, dass die hohe Zielsetzung erreicht und die Projektergebnisse der Branche optimal vermittelt werden können.

#### 6.1.2 Grunddaten

Die Grundlage für die Bewertung von Holzkonstruktionen ist die Bereitstellung bauakustischer Kennwerte. Sie ist auch die Basis für Weiterentwicklungen. Durch ein umfangreiches Messprogramm (Labormessungen – direkte und indirekte Schallübertragung, In-situ-Messungen) werden diese Kennwerte mittels einheitlicher Messverfahren (aktuelle ISO Prüfnormen) für bedeutende Holzbausysteme der Schweizer Holzindustrie ermittelt. Untersucht werden insbesondere Konstruktionen, welche die Mindest- bzw. erhöhten Anforderung nach SIA 181 „Schallschutz im Hochbau“ erreichen.

Die Bereitstellung dieser bauakustischen Kennwerte ist zentrale Voraussetzung für exakte Nachweismöglichkeit des Schalldämmvermögens von Holzkonstruktionen. Die zu ermittelnden Grunddaten sind kompatibel mit den aktuellen Prognoseverfahren nach EN 12354, DIN 4109 sowie SIA 181 [15]. Die Kennwerte werden für die Nachweise nach SIA 181 sowie für das für Holzbaukonstruktionen bewährte Verfahren nach DIN 4109 aufbereitet.

### 6.1.3 Technischer Schallschutz

Verschiedene Holzbausysteme werden in enger Zusammenarbeit mit der Industrie weiterentwickelt. Ziel der Untersuchungen sind schalltechnisch optimierte Konstruktionsaufbauten unter Berücksichtigung der weiteren bautechnisch relevanten Disziplinen (insbesondere Brandschutz und Statik). Umfassende Abklärungen erfolgen im Zusammenhang mit den Schallübertragungen von tieffrequenten Geräuschen (ab 50 Hertz). Verschiedene Anschlusssituationen und die damit verbundenen Schallübertragungen über die flankierenden Bauteile (Schallnebenwege) werden detailliert untersucht. Im Bereich der Haustechnik werden für den Holzbau schallschutztechnisch abgestimmte Systemlösungen erarbeitet.

Durch integrale und systembezogene Untersuchungen kann die schalltechnische Leistungsfähigkeit der Systeme unter Berücksichtigung von Standarddetails exakter abgebildet werden. Mit diesen Informationen können wirtschaftlichere Konstruktionslösungen umgesetzt und eine erhöhte Sicherheit in der Planung und Ausführung garantiert werden.

### 6.1.4 Wissenstransfer

Das erarbeitete Wissen aus dem Projekt wird den Anwendern in praxisnaher Form vermittelt. Die schalltechnischen Grundlagen, die ermittelten Kennwerte mit den entsprechenden Nachweismöglichkeiten, die neuen Konstruktionslösungen und das erforderliche Wissen bei der Projektierung und Bauverwirklichung werden aufbereitet sowie die Möglichkeiten und die Leistungsfähigkeit der Holzbausysteme mit realisierten Objektlösungen festgehalten. Der aktuelle Stand der Technik wird mittels technischer Dokumentationen und weiterer ergänzender Hilfsmittel veröffentlicht. Für die breite Verankerung wird ein umfassendes Aus- und Weiterbildungsangebot bereitgestellt.

Planer und Bauherren können sich auf umfassende und durchgängige Dokumentationen stützen und erhalten von Beginn an für ihre Entscheidungs- und Planungsprozesse die notwendige Sicherheit, mit Holzbaulösungen ihre Zielvorstellungen zu erreichen.

## 6.2 Teilprojekte

Den Aktionsfeldern sind Teilprojekte zugeordnet, die miteinander vernetzt und deren Aktivitäten untereinander abgestimmt sind. Für die zielgerichtete Weiterentwicklung sind notwendige Grunddaten zu erarbeiten, damit Fortschritte im technischen Schallschutz angegangen und der Branche weitervermittelt werden können.

Eine Übersicht der geplanten Teilprojekte mit einer Zuordnung zu den Aktionsfeldern sowie ein Kurzbeschreibung der Teilprojekte sind nachfolgend aufgeführt. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Teilprojekten können dem *Angang A.1* entnommen werden.

		Aktionsfelder		
		Grunddaten	Technischer Schallschutz	Wissens-transfer
Teilprojekte				
1	Labormessungen – direkte Schallübertragung	●		
2	Labormessungen – indirekte Schallübertragung	●		
3	In-situ-Messungen	●		
4	Subjektive Wahrnehmung von Schall	●		●
5	Prognoseverfahren	●		●
6	Optimierung Innenbauteile		●	
7	Optimierung Aussenbauteile		●	
8	Haustechnik		●	
9	Bauen im Bestand		●	
10	Projektierung und Prognose			●
11	Bautechnische Umsetzung			●
12	Aus- und Weiterbildung			●
13	Vertrauensbildende Massnahmen			●

### **6.2.1 Labormessungen direkte Schallübertragung**

Die für die Prognoseverfahren notwendigen Schalldämmmasse ohne Nebenwegübertragungen für Luft- und Trittschall und die Spektrumsanpassungswerte werden für Innen- und Aussenbauteile ermittelt. Die Messungen basieren auf den bestehenden ISO-Normen und werden durch akkreditierte Prüfstellen durchgeführt.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Der Schweiz liegen die schalltechnischen Kennwerte (Bewertetes Schalldämm-Mass  $R_w$ ; Bewertetes Normtrittschalldämm-Mass  $L_{n,w}$ ; Spektrumsanpassungswerte  $C$ ,  $C_{tr}$ ,  $C_i$ ) der gängigsten Systeme für die Anwendung der Prognoseverfahren zur Verfügung.

Projektverantwortung: Berner Fachhochschule, Biel / Lignum, Zürich / Empa, Dübendorf

### **6.2.2 Labormessungen indirekte Schallübertragung**

Die für die Bestimmung des Schalldämmverhaltens eines trennenden Bauteils wichtigen Kennwerte der Schallnebenwegübertragungen (Flankenübertragungen) werden für verschiedene Anschlusssituationen ermittelt. Die Messungen werden in dem dafür konzipierten Leichtbauprüfstand durchgeführt.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Es liegen die Flankenübertragungswerte für die massgebenden Konstruktionen in Holz vor.
- Die Kennwerte werden für die Nachweisverfahren nach EN 12354 (detailliertes, vereinfachtes Verfahren), neue DIN 4109 und somit auch nach SIA 181 bereitgestellt.

Projektverantwortung: Berner Fachhochschule, Biel / Lignum, Zürich / Empa, Dübendorf

Um den Umfang an Labormessungen zu bewältigen, haben sich die Empa und die Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau bereits für den Bau eines „Leichtbauprüfstands“ entschieden.

### **6.2.3 In-situ-Messungen**

Die Qualität des Schallschutzes am Bau wird durch Messungen überprüft; schalltechnische relevante Konstruktions- und Detaillösungen werden erfasst. Die effektiv erreichten Kennwerte am Bau werden analysiert und den Labor- und Prognosewerten gegenübergestellt.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Bessere Kenntnisse über die Faktoren der Qualität des Schallschutzes am Bau und Grundlagen zur Reduktion von Fehlerquoten.
- Systematischer Vergleich von Messresultaten gleichartiger Bauteile und Grundlagen für Prognoseverfahren.

Projektverantwortung: Berner Fachhochschule, Biel / Lignum, Zürich / Empa, Dübendorf

### **6.2.4 Subjektive Wahrnehmung Schall**

Für den Umgang mit der subjektive Empfindung des Schalls der Bewohner/Nutzer wird ein Konzept entwickelt, das für die Festlegung des zu erwartenden Schallschutzes herangezogen und den Anforderungen nach SIA 181 zugeordnet werden kann.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Erwartungen an den Schallschutz können richtig definiert interpretiert werden, um sie dann bautechnisch optimal umzusetzen.
- Zielgruppengerechte Empfehlungen für Holzbaukonstruktionen zum Umgang mit der subjektiven Wahrnehmung von Schall.

Projektverantwortung: offen

### **6.2.5 Prognoseverfahren**

Mit den ermittelten und verfügbaren schalltechnischen Bauteilkennwerten werden für die aktuellen Prognoseverfahren nach EN 12354, DIN 4109 und SIA 181 vereinfachte und detaillierte Nachweismöglichkeiten bereitgestellt, die eine genaue Prognose von Holzbaukonstruktionen erlauben.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Anwendbarkeit der Prognoseverfahren nach Norm SIA 181, nach (neuen) DIN 4109, nach EN 12354 (vereinfachte Verfahren) für aktuelle Konstruktionen in Holz.
- Hilfsmittel für Nachweise (z.B. Tabellen, Nachweise für Standardlösungen), Einbindung der Verfahren in Softwareprogramme.

Projektverantwortung: Empa, Dübendorf / Berner Fachhochschule, Biel

### **6.2.6 Optimierung Innenbauteile/Aussenbauteile**

Um die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit von Holzbauteilen zu verbessern, werden einzelne Bauteilaufbauten von verschiedenen Holzbausystemen analysiert und in enger Zusammenarbeit mit der Industrie unter Einbezug von neuen Materialien/Materialkombinationen weiterentwickelt und optimiert.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Systemlösungen für Mindest- und erhöhte Anforderungen.
- Bautechnisch optimierte Umsetzung.

Projektverantwortung: Berner Fachhochschule, Biel

### **6.2.7 Haustechnik**

Heutige Gebäudetechniksysteme werden verglichen und bezüglich ihrer Eignung im Holzbau analysiert. Standardisierte Systemlösungen werden zusammen mit der Industrie weiterentwickelt und auf die spezifischen Gegebenheiten im Holzbau angepasst.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Entscheidungshilfe bei der Systemwahl und Planungshilfsmittel für den akustisch optimalen Einsatz von heutigen Systemen (zur Vermeidung von akustischen Schwachstellen).
- Wirtschaftliche, auf den Holzbau adaptierte Systemlösungen.

Projektverantwortung: HTA, Luzern / FHNW, MuttENZ

### **6.2.8 Bauen im Bestand**

Gebäude müssen bei Bauerneuerungen den deutlich gestiegenen schalltechnischen Anforderungen genügen. Dieses anspruchsvolle Aufgabengebiet erfordert umfassendere Planungsgrundlagen. Im Projekt werden die Kenntnisse der akustischen Eigenschaften bestehender Bausubstanzen erweitert und Systemlösungen unter Berücksichtigung neuer Materialien und Anwendungstechnologien entwickelt.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Ermittlung von Eigenschaften und Optimierungspotentialen bestehender Bausubstanzen.
- Entwicklung von bautechnisch angepassten Sanierungsmassnahmen für die schallschutztechnische Ertüchtigung von Holzbauteilen.

Projektverantwortung: Berner Fachhochschule, Biel

### **6.2.9 Projektierung und Prognose**

Auf der Grundlage der SIA 181 werden für die Praxis schalltechnische Grundlagen und technische Instrumente für die Projektierung und Dimensionierung des Schallschutzes im Holzbau bereitgestellt. Für die Anwendung der Prognoseverfahren werden die dazu erforderlichen bauakustischen Kennwerte abgebildet.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Publikationen als Teil der Lignum-Dokumentation Schallschutz für Planer und die holzverarbeitende Branche mit Schwerpunkt Projektierung und Prognose.
- Bauteilkatalog mit Angaben zu schalltechnischen Kennwerten für in der Schweiz bedeutende Konstruktionen.
- Laufende Dokumentation von realisierten Objektlösungen, Beispielsammlung für Projektierende.

Projektverantwortung: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich

#### **6.2.10 Bautechnische Umsetzung**

Als Anwendungshilfen für die bautechnische Umsetzung von anspruchsvollen Holzbauprojekten werden in technischen Publikationen aktuellste Erkenntnisse und praxisgerechte Lösungen für Planende und Ausführende aufgezeigt. Hilfsmittel zu Qualitätssicherungsmassnahmen für schallschutztechnisch optimierte Gebäude werden für sämtliche Projektphasen erstellt.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Publikationen als Teil der Lignum-Dokumentation Schallschutz für Planer und die holzverarbeitende Branche mit Schwerpunkt Bautechnische Umsetzung/Qualitätssicherung.
- Unterstützende Hilfsmittel auf der Internet-Site der Lignum.

Projektverantwortung: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich

#### **6.2.11 Aus- und Weiterbildung**

Mit dem Projekt „Schallschutz im Holzbau“ kann intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit betrieben werden. Die Erkenntnisse des Projektes werden mit technischen Dokumentationen und weiteren Hilfsmitteln festgehalten und veröffentlicht. Für die breite Verankerung wird das erarbeitete Wissen praxisnah geschult.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Branche kann die aktuellen Normen, Dokumentationen und Hilfsmittel in der Praxis anwenden.
- Durch Aus- und Weiterbildungen steht speziell geschultes Fachpersonal zur Verfügung.

Projektverantwortung: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich

#### **6.2.12 Vertrauensbildende Massnahmen**

Das Verständnis für den Schallschutz leidet daran, dass sich die schalltechnischen Eigenschaften sehr schlecht für den Planer und Nutzer übersetzen lassen. Mit diesem Projekt sollen die akustischen Eigenschaften von Bauten in Holz künftigen Bauherren/Nutzer hörbar gemacht und die Leistungsfähigkeit der Holzkonstruktionen einfach dargestellt werden.

Zu erwartende Ergebnisse:

- Mit Hörmitteln (Klangbeispielen) und Hörgelegenheiten an Musterobjekten wird das Schalldämmvermögen verschiedener Holzkonstruktionen anschaulich demonstriert.
- Die Auswirkung unterschiedlicher konstruktiver Massnahmen im Bereich des baulichen Schallschutzes können im Planungsstadium aufgezeigt und durch subjektives Anhören beurteilt werden.

Projektverantwortung: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich

### **6.3 Terminplanung**

#### **6.3.1 Projektdauer**

Das Projekt dauert nach aktueller Planung 6 Jahre.

#### **6.3.2 Projektphasen**

Die verschiedenen Projekte werden aufgrund ihrer Dringlichkeit durchgeführt. Die Teilprojekte mit Schwerpunkt „Grunddaten“ werden zuerst initiiert und bearbeitet, damit die notwendigen Grundlagen für die Teilprojekte „Technischer Schallschutz“ zur Verfügung stehen. Die Erkenntnisse des Projektes (Projekte im Bereich Wissenstransfer) werden nach den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten veröffentlicht.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Grobübersicht der Projektphasen. Detaillierte Angaben sind den Projektbeschrieben im Anhang A.1 zu entnehmen.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Teilprojekte</b>						
Projektsteuerung / Koordination / Kommunikation						
Labormessungen – direkte Schallübertragung						
Labormessungen – indirekte Schallübertragung						
In-situ-Messungen						
Subjektive Wahrnehmung von Schall						
Prognoseverfahren						
Optimierung Innenbauteile						
Optimierung Aussenbauteile						
Haustechnik						
Bauen im Bestand						
Projektierung und Prognose						
Bautechnische Umsetzung						
Aus- und Weiterbildung						
Vertrauensbildende Massnahmen						

## 6.4 Projektorganisation

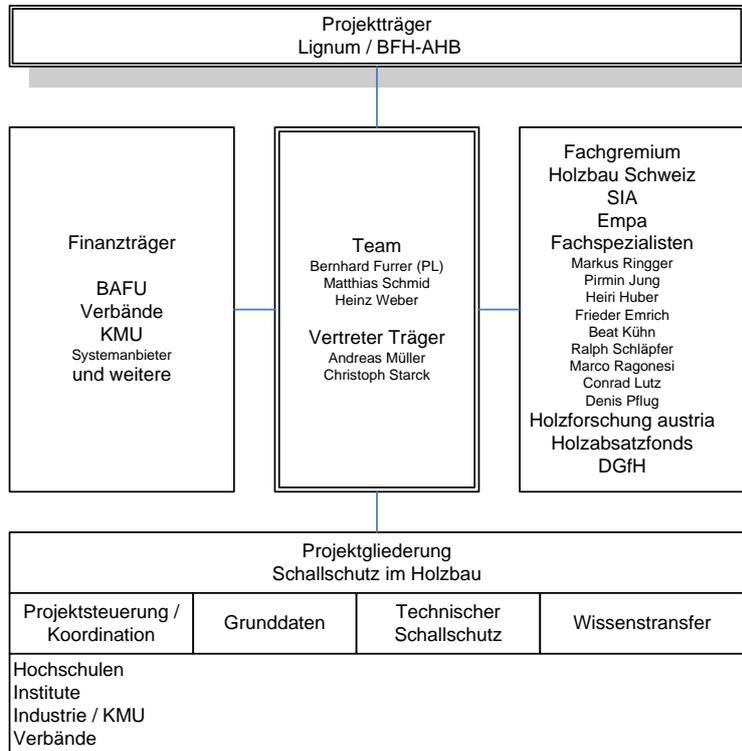
### 6.4.1 Projektpartner

Das Projekt wird durch sämtliche wichtige Verbände der Holzwirtschaft und von wichtigen Industriepartnern und Forschungsinstituten getragen. Die massgebliche Unterstützung erfolgt durch das Förderprogramm des Bundesamtes für Umwelt BAFU.



### 6.4.2 Organigramm

Die Führung des Projektes wird durch die Projektträger Lignum / Berner Fachhochschule (BFH) wahrgenommen. Im Projekt beteiligt sind die in diesem Bereich wichtigsten Forschungsinstitutionen der Schweiz (Empa, HTA, FHNW). Die Aktivitäten werden international koordiniert. Eine enge Zusammenarbeit erfolgt mit Deutschland (DGfH) und Österreich (Holzforschung Austria). Begleitet wird das Projekt von ausgewiesenen Fachspezialisten. Industrievertreter werden in die einzelnen Teilprojekte einbezogen.



## 6.5 Finanzierungskonzept

### 6.5.1 Finanzbedarf

Abklärungen des Finanzbedarfs wurden bei Aufbau und Konzeption der Teilprojekte geführt und sind im Beschrieb der einzelnen Teilprojekte (Anhang A.1) abgebildet. Eine Zusammenstellung des Finanzbedarfs ist nachfolgend aufgeführt.

Projektsteuerung / Koordination / Kommunikation	720'000
Labormessungen – direkte Schallübertragung	375'000
Labormessungen – indirekte Schallübertragung	1'375'000
In Situ Messungen	460'000
Subjektive Wahrnehmung von Schall	200'000
Prognoseverfahren	220'000
Optimierung von Innenbauteilen	400'000
Optimierung von Aussenbauteilen	200'000
Haustechnik	370'000
Bauen im Bestand	200'000
Projektierung und Prognose	580'000
Bautechnische Umsetzung	500'000
Aus- und Weiterbildung	100'000
Vertrauensbildende Massnahmen	200'000
<b>Finanzbedarf Gesamt</b>	<b>5'900'000</b>

### 6.5.2 Finanzierungsplan

Der Finanzierungsplan basiert auf Vorgesprächen und Absichtserklärungen mit den Verbänden, verschiedenen Industriepartnern und Institutionen sowie dem BAFU. Auf dieser Grundlage werden nun die weiteren Verhandlungen geführt und schriftliche Leistungsvereinbarungen abgeschlossen. Die zur Verfügung stehenden Mittel der Verbände werden mehrheitlich für die Projektsteuerung / Koordination / Kommunikation verwendet. Die Industriepartner / Unternehmer investieren in die Schallmessungen (Labor- und In-situ-Messungen) und in Weiterentwicklungen im technischen Schallschutz. Die Forschungsförderung / Institutionen interessieren sich für einzelne Teilprojekte. Die Fördergelder des Bundesamtes für Umwelt BAFU werden schwerpunktmässig für den Wissenstransfer, aber auch für einzelne Teilprojekte der Aktionsfelder „Grunddaten“ und „Technischer Schallschutz“ eingesetzt.

<b>Verbände</b>		<b>800'000</b>
Selbsthilfefonds SHF	6 x 70'000	420'000
Holzbau Schweiz	6 x 20'000	120'000
VSSM	6 x 15'000	90'000
FRM	6 x 7'500	45'000
HWS	6 x 7'500	45'000
VGQ	6 x 5'000	30'000
ISP	6 x 2'000	12'000
FFF	6 x 2'000	12'000
SFH	6 x 2'000	12'000
STE	6 x 2'000	12'000
VSH	6 x 2'000	12'000
<b>Industriepartner / Unternehmen</b>		<b>1'400'000</b>
Hersteller Werkstoffe (Cash-Beiträge)		400'000
Hersteller Bausysteme (Cash-Beiträge)		250'000
Hersteller Holzbauten (Cash-Beiträge)		150'000
Eigenleistungen (Materiallieferungen + Arbeitsleistungen)		600'000
<b>Forschungsförderung / Institutionen</b>		<b>750'000</b>
Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung		100'000
SNF / KTI / Bundesamt für Wohnungswesen		300'000
Forschungsinstitute (Eigenleistungen)		350'000
<b>BAFU</b>		<b>2'950'000</b>
Förderprogramm Bundesamt für Umwelt		2'950'000
<b>Total Gesamtfinanzierung</b>		<b>5'900'000</b>

## 7 VERZEICHNISSE

### 7.1 Stichwortverzeichnis

Aktionsfelder .....	9, 18, 25
Auralisation .....	7
Bauakustik .....	7
Bauteileigenschaften .....	7
C-Werte .....	Siehe Spektrum-Anpassungswerte
EN 12354 .....	7, 12, 15, 20, 21
Finanzierungsplan .....	25
Flankenübertragungen .....	Siehe Schallnebenwege
Messverfahren .....	11, 15, 18
Normen	
DIN 4109 .....	13, 15, 18, 20, 21, 55
EN 12354 .....	12, 18
SIA 181 .....	7, 11, 12, 18, 20, 21
Planungssicherheit .....	8
Prognoseverfahren .....	8, 12, 15, 18, 20, 21, 27
Projektierungszuschlag $K_P$ .....	12
Qualitätssicherung .....	7, 8, 22
Schallmessungen .....	9, 11, 25
In-situ-Messungen .....	11, 18, 20
Labormessungen .....	11, 13, 18, 20
Schallnebenwege .....	12, 19
Schwerpunkt der Holzwirtschaft .....	9
Spektrum-Anpassungswert .....	12
Subjektive Wahrnehmung .....	15, 20
Wissenstransfer .....	8, 19, 22, 25

### 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Soll-Zustand im Schwerpunkt Schallschutz im Holzbau .....	7
Abbildung 2: Zielsetzung und Massnahmen im Projekt .....	8
Abbildung 3: Der erste Teil wird als Vorprojekt definiert. Hier werden die nötigen Grundlagen für das Projekt zusammengetragen und daraus die nötigen Aktionsfelder definiert. ....	9
Abbildung 4: Die Umsetzung von der Vorstellung bezüglich Qualität des Schallschutzes bis hin zum Erleben des Bauergebnisses unterliegt verschiedenen «Übersetzungsstufen»; nach [4].10	
Abbildung 5: Die bauakustische Grunddaten führen zur Qualität des Schallschutzes .....	11
Abbildung 6: Bewertetes Bau- bzw. Schalldämm-Mass $R'_w$ und $R_w$ bzw. Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ und $L_{n,w}$ .....	11
Abbildung 7: Bestandesaufnahme von In-situ- und Labormessungen (Luftschall) an Deckensystemen in Holzbauweise (Stand November 2008). Quellen: SIA D 0189 [5]; Integration des Holz- und Skelettbaus in die neue DIN 4109 [18]; dataholz.com [21]. ....	13
Abbildung 8: Kenndaten als Basis zur Dimensionierung des Schallschutzes im Holzbau .....	14

### 7.3 Literaturverzeichnis

#### 7.3.1 Verordnungen und Normen

- [1] Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft: Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. 12. 1986 (Stand 01.01.2008), Bern 2007
- [2] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA Norm 181 „Schallschutz im Hochbau“, Zürich 2006
- [3] SN EN 12354-1 bis -6: Bauakustik - Berechnung der akustische Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Teil 1 bis 6, 2000

### 7.3.2 Literatur und Schriften

- [4] Lignum, Holzwirtschaft Schweiz: Lignatec 22 „Schallschutz von Decken“, Zürich 2008, ISSN 1421-0320
- [5] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA-Dokumentation D0189 „Bauteildokumentation – Schallschutz im Hochbau“, Zusammenstellung gemessener Bauteile, Zürich 2005
- [6] Informationsdienst Holz: Erneuerung von Fachwerkbauten, holzbau handbuch Reihe 7, Teil 3, Folge 1, 2004, ISSN 0466-2114
- [7] Informationsdienst Holz: Modernisierung von Altbauten, holzbau handbuch Reihe 1, Teil 14, Folge 1, 2001, ISSN 0466-2114
- [8] Informationsdienst Holz: Nachträglicher Dachgeschossausbau, holzbau handbuch Reihe 1, Teil 14, Folge 3, 2000, ISSN 0466-2114
- [9] Informationsdienst Holz: Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken, holzbau handbuch Reihe 3, Teil 3, Folge 3, 1999, ISSN 0466-2114

### 7.3.3 Tätigkeits- und Forschungsberichte

- [10] EKL B Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung: Tätigkeitsberichte 2004–2007
- [11] Hochschule für Architektur, Bau und Holz: holz 21, Schallschutz im mehrgeschossigen Holzbau, Forschungsbericht 2624-SB-01, Biel 2003
- [12] Ift Rosenheim: Holzbalkendecken in der Altbauanierung, 2008, Förderer DGfH und Holzabsatzfonds
- [13] Lang J.: Schallschutz im Wohnungswesen, TU-Wien im Auftrag der St. Gobain – ISOVER, 2006
- [14] Lechner Ch.: Ringversuch für bauakustische Messungen, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Wien 2001
- [15] Schmid M.: „Bauakustische Prognoseverfahren im Vergleich“, Holzbautag Biel 07 – Schallschutz im Geschossbau, BFH-AHB / Lignum
- [16] Schmid M.: Schallverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken im mehrgeschossigen Holzbau, Maser-These ENSTIB, Epinal/Biel 2004
- [17] Schmid M., Weber H.: „Schalltechnische Instandsetzung und Ertüchtigung von Geschossdecken in Holz“, Holzbautag Biel 2008 – Überwachung, Instandhaltung und Renovation von Bauten, BFH-AHB / Lignum
- [18] Scholl W.: Integration des Holz- und Skelettbbaus in die neue DIN 4109, Forschungsbericht T 3090, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2005, ISBN 3-8167-6947-0
- [19] WSKB 59/2007 Entwurf für ein Klassifizierungskonzept für den Wohnungsbau

### 7.3.4 Elektronische Medien

- [20] COST – European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research: <http://www.cost.esf.org/>, Action FP0702: Net-Acoustics for Timber based Lightweight Buildings and Elements, 18. November 2008
- [21] Österreichische Gesellschaft für Holzforschung: <http://www.dataholz.com>, Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter Holzbauteile, 5. November 2008
- [22] Holzabsatzfonds, Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, <http://www.informationsdienst-holz.de>, 20. November 2008

## **8 ANHANG**

### **A.1 Beschrieb Teilprojekte**

Nachfolgend sind die Teilprojekte des Projektes „Schallschutz im Holzbau“ im Detail beschrieben.

**Projektsteuerung / Koordination / Information**

Allgemein	<p>Für den Holzbau stehen die schalltechnischen Grundlagen nicht im gleichen Masse zur Verfügung wie im Massivbau. Die Know-how-Defizite führen zu Unsicherheiten bei Planern und der Holzverarbeitenden Branche. Die Folge daraus sind unter anderem Objektlösungen mit unbefriedigenden Schallergebnissen oder unwirtschaftliche Konstruktionen, die gegenüber anderen Baustoffen Wettbewerbsnachteile mit sich bringen.</p> <p>Um Wissenslücken zu schliessen und die Planungssicherheit zu erhöhen, ist erheblicher Forschungs-, Entwicklungs- und Informationsbedarf gegeben. Die hohen Zielsetzungen können jedoch nur mit einer koordinierten und systematischen Vorgehensweise erreicht werden.</p>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umsetzung des Gesamtkonzeptes Schallschutz im Holzbau</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aktivitäten im Schallschutz werden zentral gesteuert und koordiniert</li> <li>▪ Einbezug der gesamten Branche / Bedürfnisse der Branche werden berücksichtigt</li> <li>▪ Synergien werden genutzt, Mittel und Ressourcen gebündelt</li> <li>▪ Erkenntnisse des Projektes werden der Branche und weiteren interessierten Kreisen zur Verfügung gestellt</li> </ul>
Massnahmen	<p>Projektleitung Gesamtprojekt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitung und Verantwortung für Gesamtprojekt, Aktionsfelder und Teilprojekte</li> <li>• Leitung des Fachgremiums</li> <li>• Laufende Überprüfung und Dokumentation des Projektfortschrittes (Zielerreichung, Termine)</li> <li>• Steuerung der Kommunikationstätigkeit</li> <li>• Finanzielle Verantwortung</li> </ul> <p>Fachbeirat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliche Begleitung Gesamtprojekt, Aktionsfelder und Teilprojekte durch Spezialisten aus den Bereichen Holz und Akustik</li> <li>• Fachliche Unterstützung der Projektleitung, Teilprojektleiter</li> <li>• Stellungnahmen zu Teilergebnissen, Vernehmlassung zu Endergebnissen</li> <li>• Vertretung der Projektpartner</li> </ul> <p>Wissenstransfer zwischen Projektpartnern und zwischen Regionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbindung der Projektpartner in das Gesamtprojekt</li> <li>• Einbindung der Sprachregionen (Romandie) in das Gesamtprojekt</li> <li>• Austausch der Projektergebnisse an periodischen Treffen</li> <li>• Informationen über aktuellen Projektstand</li> </ul> <p>Internationale Koordination</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenarbeit und Austausch bei Forschungs- und Entwicklungsarbeiten</li> <li>• Einbindung internationaler Forschungsergebnisse</li> </ul> <p>Kommunikationstätigkeiten, weiterführende Aktivitäten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressemitteilungen und Fachartikel</li> <li>• Referate</li> <li>• Beratungen</li> <li>• Internet</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenssprung durch konzentrierte Aktivitäten</li> <li>• Weiterentwicklung gängiger Systeme für den mehrgeschossigen Holzbau</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breite Verankerung / Akzeptanz der Ergebnisse in der Branche durch Koordination der Aktivitäten</li> <li>• Abbau von Hindernissen / Vorurteilen dank gesicherten Erkenntnissen</li> <li>• Weitere Etablierung der Holzbauweise, Markterweiterung des mehrgeschossigen Holzbaus</li> </ul>
Zielpublikum	Verbände / Kommissionen, Forschungsinstitute / Hochschulen, Industriepartner / Branche
Projektorganisation, -verantwortung	<p>Vertreter der Projektträger: Christoph Starck, Lignum Andreas Müller, BFH Biel</p> <p>Projektleitungsteam: Bernhard Furrer, Lignum (Leitung) Matthias Schmid, BFH Biel Heinz Weber, Weber Energie und Bauphysik Ev. weitere Person mit Erfahrung in der Projektierung mehrgeschossiger Holzbauten sowie Schallschutz</p> <p>Fachgremium: Frieder Emrich, Empa/SIA Marco Ragonesi, Ragonesi Strobel und Partner Ralph Schläpfer, Lignatur Pirmin Jung, Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau Heinrich Huber, Minergie Agentur Bau Beat Kühn, Kühn und Blickle Conrad Lutz, Conrad Lutz architecte Sàrl Markus Ringger, Fachhochschule Nordwestschweiz Denis Pflug, Cedotec / FRM Vertreter der Verbände (Holzbau Schweiz, VSSM, ev. weitere) Vertreter aus Österreich (Holzforschung Austria, Uni Innsbruck) Vertreter Deutschland (DGFH, ift Schallschutzzentrum)</p>
Zeitraum	2009 bis 2014
Finanzbedarf	<p>CHF 720'000, verteilt über 6 Jahre Honorare für Projektleitung: CHF 480'000 Honorare für Mitglieder Fachgremium: CHF 60'000 Wissenstransfer zwischen Projektpartnern / Regionen: CHF 90'000 Internationale Koordination: CHF 30'000 Kommunikationstätigkeiten: CHF 60'000</p>
Finanzierung	Durch Verbände der Holzwirtschaft Jährliche Beiträge von: Selbsthilfefonds, Holzbau Schweiz, VSSM, FRM, FFF, ISP, VGQ, STE usw.)
Bearbeiter	Bernhard Furrer

**Labormessungen - direkte Schallübertragung**

Allgemein	<p>Die Prognoseverfahren basieren auf den Kenndaten ohne Nebenwegübertragungen und den Spektrumsanpassungswerten. Die Schalldämmung ohne Nebenwegübertragungen wurde von einigen eingesetzten Holzbausystemen noch nie gemessen.</p> <p>Eine systematische Analyse und Konzepte zur Weiterentwicklung sind oft nicht vorhanden. Dies gilt für die Bauteile in Decken, Aussenwände, Dächer (Steil- und Flachdach) sowie Türen und Fenster.</p>	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennwerte für Bauteilkatalog mit Konstruktionen in Holz mit aktuellem Stand der Technik erarbeiten.</li> <li>▪ Grunddaten für Weiterentwicklungen verbessern.</li> <li>▪ Kennwerte für Prognoseverfahren erarbeiten.</li> <li>▪ Berücksichtigung der Problematik tieffrequenter Geräusche</li> <li>▪ Mindestanforderungen resp. erhöhten Anforderungen an den Schallschutz müssen dank klarer und dokumentierter Randbedingungen erreicht werden.</li> </ul>	
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hilfsmittel für Planer ergänzen/ Reduktion Komplexität</li> <li>▪ Synergien nutzen, z.B. Koordination Durchführung, Laborkosten senken</li> <li>▪ Erhöhte Planungssicherheit dank einheitlichen und gesicherten Angaben</li> <li>▪ Realisierungseffizienz dank gesammelter Information</li> <li>▪ Wirtschaftlichere Lösungen durch Minimierung von Unsicherheiten</li> </ul>	
Grundlagen	Bestehende Holzbausysteme Bedarfsanalyse und Systematik	
Massnahmen	<p>Evaluation der Holzbausysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bedarf an Bauteilprüfungen (Decken, Wände, Dach usw.)</li> <li>▪ Prüfmethode, Prüfinstitut, Prüfzeugnisse</li> </ul> <p>Vorbereitungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prüfungsplan</li> <li>▪ Koordination der Durchführung</li> </ul> <p>Durchführung der Schallmessung im Labor. Folgendenschalltechnischen Eigenschaften werden erhoben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bewertetes Schalldämm-Mass <math>R_w</math></li> <li>▪ Bewertetes Normtrittschalldämm-Mass <math>L_{n,w}</math></li> <li>▪ Spektrumsanpassungswerte <math>C, C_{tr}, C_l</math></li> </ul> <p>Die Herkunft der Werte ist zurückverfolgbar (Prüfberichte). Ausschliesslich Kennwerte aus Labormessungen in Prüfständen ohne Flankenübertragung</p>	
Zu erwartende Ergebnisse	Der Schweiz stehen Kennwerte der gängigsten Systeme für die Anwendung der Prognoseverfahren zur Verfügung	
Zielpublikum	Ver- und Bearbeiter von Holz, Bauphysik, Ingenieure, Architekten	
Projektorganisation, -verantwortung	Empa Dübendorf, BFH-AHB Biel, Lignum Zürich Systemhersteller (Arbeitsgruppe pro System)	
mögliche Projektpartner	Schuler Pius AG, Rothenthurm Tschopp Holzbau, Hochdorf Logus Systembau AG, Schönenberg Erne AG Holzbau, Rheinfelden	Pavatex Homatherm Isover AG Flumroc AG

	Blumer-Lehmann, Gossau Lignatur AG, Waldstatt Lignotrend, Nebikon/D-Bannwil Modulbau AG, Wohlen Homogen 80 HWZ	Isofloc AG Swisspor AG Knauf Rigips Kronospan Fermacell															
Prüfinstitute	Empa Dübendorf (Leichtbau-Prüfstand) IFT Rosenheim, LSW (Holzprüfstand) HFT Stuttgart, Labor für Bauphysik																
Zeitraum	2008 Bedarfsanalyse, Prüfstandevaluation 2009/2010 Messungen durchführen, Konstruktion optimieren; Vergleich mit Baumessungen, Prognosen, statistische Auswertung, Übernahme in Bauteilkatalog																
Finanzbedarf	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Evaluation: Bedarf, Prüfmethode, Prüfinstitute Koordination der Prüfungen</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">CHF</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">50'000</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Aufwandschätzung pro Bauteil: Material für Prüfelement, Transport, Ein- und Ausbau durch Produkt-/Systemhersteller + je 1 Messungen Luft- und Trittschall ca. Fr. 12'000.- Annahme: 25 Bauteile</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">CHF</td> <td style="text-align: right;">300'000</td> </tr> <tr> <td>Aufbereitung der Resultate für die Aufnahme in den Bauteilkatalog</td> <td style="text-align: right;">CHF</td> <td style="text-align: right;"><u>25'000</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">CHF</td> <td style="text-align: right;">375'000</td> </tr> </table>		Evaluation: Bedarf, Prüfmethode, Prüfinstitute Koordination der Prüfungen	CHF	50'000	Aufwandschätzung pro Bauteil: Material für Prüfelement, Transport, Ein- und Ausbau durch Produkt-/Systemhersteller + je 1 Messungen Luft- und Trittschall ca. Fr. 12'000.- Annahme: 25 Bauteile				CHF	300'000	Aufbereitung der Resultate für die Aufnahme in den Bauteilkatalog	CHF	<u>25'000</u>	Total	CHF	375'000
Evaluation: Bedarf, Prüfmethode, Prüfinstitute Koordination der Prüfungen	CHF	50'000															
Aufwandschätzung pro Bauteil: Material für Prüfelement, Transport, Ein- und Ausbau durch Produkt-/Systemhersteller + je 1 Messungen Luft- und Trittschall ca. Fr. 12'000.- Annahme: 25 Bauteile																	
	CHF	300'000															
Aufbereitung der Resultate für die Aufnahme in den Bauteilkatalog	CHF	<u>25'000</u>															
Total	CHF	375'000															
Finanzierung	durch Projektpartner																
Bearbeiter	Heinz Weber																

### Labormessungen – indirekte Schallübertragung

Allgemein	<p>An die Anschlusssituationen von Decke an Aussen- wie auch Innenwand werden hohe Anforderungen gestellt. Durch die statische Verbindung in dem Bereich entstehen für den Schallschutz aber erhebliche Nachteile. Die Summe all dieser Flankenübertragungen trägt also entscheidend zum Schallverhalten des trennenden Bauteils bei.</p> <p>Die Kennwerte dieser Einflussparameter zu Bauteilen in Holzbauweise sind meist nicht bekannt. Erste Untersuchungen fanden im Rahmen der Überarbeitung der neuen DIN 4109 statt.</p> <p>Für die Dimensionierung der Bauteile hinsichtlich des Schallvermögens ist es von elementarer Bedeutung, diese Einflussgrößen einzurechnen.</p>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schallmessungen (evt. auch Messreihe SEA) von Deckensystemen in Leichtbauweise mit definierten Auflagersituationen (elastische Auflager (KTI-Projekt BFH))</li> <li>▪ Schwerpunkt auf wirtschaftliche, für den Schweizer Markt bedeutende Konstruktionen</li> <li>▪ Abbildung der relevanten bauphysikalischen Kennwerte</li> <li>▪ Berücksichtigung der Prognoseverfahren Norm SIA 181 (Ausgabe 2006)</li> <li>▪ Berücksichtigung Problematik tieffrequente Geräusche</li> <li>▪ Interdisziplinäre Betrachtung (statische und bauphysikalische Aspekte)</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hilfsmittel für Planer / Reduktion Komplexität</li> <li>▪ Erhöhte Planungssicherheit dank einheitlichen und gesicherten Angaben</li> <li>▪ Realisierungseffizienz dank gesammelter Information</li> <li>▪ Wirtschaftlichere Lösungen durch Leitdetails</li> </ul>
Grundlagen	Labormessungen – direkte Schallübertragung
Massnahmen	<p>Erhebung der Kennwerte erfolgen analog dem Forschungsbericht T3090 Integration des Holzskelettbbaus in die neue DIN 4109. Dabei werden vor allem ergänzende Bauteile geprüft, die in der Schweiz zur Anwendung kommen.</p> <p>Folgende schalltechnischen Eigenschaften werden angegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flankendämm-Masse <math>R_{j,w}</math></li> <li>▪ Bewertete Norm-Schallpegeldifferenz flankierender Bauteile <math>D_{n,f,w}</math></li> <li>▪ Längsleitungskorrektur <math>K</math></li> <li>▪ <math>K_1</math> und <math>K_2</math> als Korrekturwerte für die Trittschallübertragung</li> <li>▪ Spektrum-Anpassungswert <math>C_{,100-3150} + C_{,50-3150}</math> (zur Bewertung von Frequenzeinbrüchen an Schallpegelkurven (Innenlärm))</li> <li>▪ Spektrum-Anpassungswert <math>C_{tr,100-3150} + C_{l,50-3150}</math> (zur Bewertung vorrangig tieffrequenten Verkehrslärms bzw. von Musikanteilen)</li> <li>▪ Spektrum-Anpassungswert <math>C_{l,100-3150} + C_{l,50-2500}</math> (zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Trittschallanteile)</li> <li>▪ Frequenzverlauf</li> </ul> <p>Anforderungskriterien für Messungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Messungen basieren auf bestehenden ISO Normen, durchgeführt durch akkreditierte Prüfstellen.</li> <li>▪ Ausschliesslich Kennwerte aus Labormessungen in Leichtbau-Prüfständen</li> <li>▪ Die Herkunft der Werte ist zurückverfolgbar (Prüfberichte).</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<p>Der Schweiz stehen die Grunddaten für die Anwendung der Prognoseverfahren zur Verfügung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es liegen die Flankenübertragungswerte für die massgebenden Konstruktionen in Holz vor.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kennwerte können für die Prognoseverfahren EN 12354 (detailliertes, vereinfachtes Verfahren), neue DIN 4109 und somit auch für die SIA 181 gebraucht werden.</li> </ul>		
Zielpublikum	Planer, Architekten, Ingenieure sowie Ver- und Bearbeiter von Holz		
Projektorganisation, -verantwortung	Lignum, BFH-AHB, EMPA Systemhersteller (Arbeitsgruppe pro System)		
mögliche Projektpartner	Schuler Pius AG, Rothenthurm Tschopp Holzbau, Hochdorf Logus Systembau AG, Schönenberg Erne AG Holzbau, Rheinfelden Blumer-Lehmann, Gossau Lignatur AG, Waldstatt Lignotrend, Nebikon/D-Bannwil Modulbau AG, Wohlen Homogen 80 HWZ  Weitere Partner: Im Bereich Verbindungsmittel und Auflagersysteme	Pavatex Homatherm Isover AG Flumroc AG Isofloc AG Swisspor AG Knauf Rigips Kronospan Fermacell	
Prüfinstitute	Empa Dübendorf (Leichtbau-Prüfstand) IFT Rosenheim, LSW (Holzprüfstand) HFT Stuttgart, Labor für Bauphysik		
Zeitraum	2008 Bedarfsanalyse, Koordination der Prüfungen 2009– 2011 Konstruktion optimieren, Messungen durchführen, Vergleich mit Baumessungen, Prognosen, statistische Auswertung, Übernahme in Bauteilkatalog		
Finanzbedarf	Evaluation: Bedarf, Prüfmethode, Prüfinstitute Koordination der Prüfungen	ca. CHF	50'000
	Aufwandschätzung pro Flanke: Material für Prüfelement, Transport, Ein- und Ausbau durch Produkt-/Systemhersteller + je 1 Messung Schallübertragung ca. CHF 12'000 Annahme: 50 Kombinationen (bei 25 Bauteilen)	ca. CHF	600'000
	Aufbereitung der Resultate für die Aufnahme in den Bauteilkatalog	ca. CHF	25'000
	Total	ca. CHF	675'000
Finanzierung	Projektpartner		
Bearbeiter	Heinz Weber		

## Entwicklung von Entkopplungssystemen

Entwicklung von Entkopplungssystemen zur Unterdrückung der Schallnebenwege im Wand-Decken-Knoten bei Konstruktionen in Holzbauweise

Unter dem Bereich „Labormessungen indirekte Schallübertragung“ ist bereits das Projekt „Entwicklung von Entkopplungssystemen zur Unterdrückung der Schallnebenwege im Wand-Decken-Knoten bei Konstruktionen in Holzbauweise“ initiiert.

### Ziel

Der Zielmarkt der im Projekt zu entwickelnden Systeme liegt im Anwendungsfeld des Wand-Decken-Knotens in Holzbauweise. Hier kann durch das Prinzip der konsequenten Entkopplung der Bauteile mit gleichzeitiger statischer Anbindung im Auflagerbereich ein höherwertiger Schallschutz garantiert und somit Komfort für den Benutzer erzielt werden.

Heute werden im Bereich des Wand-Decken-Knotens keine wesentlichen Massnahmen zur Unterdrückung der Schallnebenwege getroffen. Die Deckenelemente werden ohne Entkopplung direkt auf das Wandsystem aufgelegt. Daraus ergeben sich deutliche Nachteile für den akustischen Komfort, und die Bauteile selbst werden in ihrem Schalldämmvermögen nicht voll ausgenutzt.

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Entkopplungssystemen für den Wand-Decken-Knoten für eine bessere Schalldämmung. Dies hat für Hersteller von Decken- und Wandsysteme in Holzbauweise den Vorteil einer effizienten Planung und einer wirtschaftlichen bautechnischen Umsetzung dieses Bereichs.

Der Ansatz von Systemen zur Entkopplung der Wand- Deckenbauteile in Holzbauweise ist neu und bringt folgende Vorteile mit sich:

- Einfache Planung
- In sich schlüssiges System (Entkopplung und statische Übertragung zugleich)
- Hohe Qualität in der bautechnischen Umsetzung
- Wirtschaftliche Umsetzung des Wand-Decken-Knotens

### Eckdaten

Leitung Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel

Partner HBT-ISOL AG, Ampack AG, VGQ

Finanzbedarf CHF 700'000  
mitfinanziert durch die KTI (Förderagentur für Innovation des Bundes)

Laufzeit November 2008 bis Oktober 2010

**Leichtbauprüfstand**

Allgemein	Um den Umfang an Labormessungen zu bewältigen, haben sich die Empa und die Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau bereits für den Bau eines „Leichtbauprüfstands“ entschieden.								
Umsetzung	<p>Der Einsatz von leichten Bauteilen im Hausbau verursacht verstärkt Probleme in der Bauakustik und in der Baudynamik. Beim traditionellen Massivbau waren diese Probleme wegen der grösseren Massen von untergeordneter Bedeutung.</p> <p>Die vorgeschlagene Testeinrichtung mit austauschbaren Wand- und Deckenelementen ist das Werkzeug, um die verschiedensten Fragen zu untersuchen, die sich in den Gebieten der Bauakustik, der Baudynamik und z.T. der Bauphysik ergeben. Es können diverse Materialien wie Holz, Glas, Stahl, Elastomere und Komposite und deren Kombination untersucht werden. Ähnliche Untersuchungen gab es an der Empa bisher nur zum Brandverhalten. Bisher wurden in verschiedenen Abteilungen der Empa die akustischen, dynamischen oder thermischen Eigenschaften der Materialien alleine bestimmt, nicht aber deren Verhalten im Verbund.</p> <p>Die vorgeschlagene Testeinrichtung mit zwei übereinanderliegenden Raumpaaren bietet Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten in der ‚Leichtbauakustik‘ (vor allem beim Schallschutz im mehrgeschossigen Holzbau) und dient zum Studium des Verhaltens von Körperschallübertragungen durch die trennenden und flankierenden Bauteile (Flankenwegübertragungen / Direkt-schall).</p> <p>Mit dem praxisbezogenen Systemaufbau der Testeinrichtung können im Rhythmus der Industrie Untersuchungen für Forschung und Dienstleistung durchgeführt werden. Das hilft, Marktbedürfnisse zu erfüllen.</p> <p>In der neuen Leichtbau-Testeinrichtung werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– neu entwickelte Materialien</li> <li>– Materialien im System-Verbund von Wänden und Decken (neue Wand- / Deckenkonstruktionen) sowie</li> <li>– verschiedene Übertragungssysteme in den Stossstellen</li> </ul> <p>bei Luftschall und Trittschall und / oder Schwingungen der Bauwerksdynamik untersucht.</p>								
Eckdaten	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="475 1305 655 1339">Leitung</td> <td data-bbox="655 1305 1417 1339">Empa/Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau BFH</td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1368 568 1402">Partner</td> <td data-bbox="655 1368 1417 1402">Div. aus Holzwirtschaft und Zulieferbranche Bauwirtschaft</td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1431 632 1464">Investitionen</td> <td data-bbox="655 1431 1417 1554">CHF 1,1 Mio. (Variante 3) Diese Investition ist nicht Bestandteil des Projektes „Schallschutz im Holzbau“ und wird durch die Empa und die BFH getragen</td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1583 576 1617">Laufzeit</td> <td data-bbox="655 1583 1417 1617">Dezember 2008 bis Juni 2009</td> </tr> </table>	Leitung	Empa/Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau BFH	Partner	Div. aus Holzwirtschaft und Zulieferbranche Bauwirtschaft	Investitionen	CHF 1,1 Mio. (Variante 3) Diese Investition ist nicht Bestandteil des Projektes „Schallschutz im Holzbau“ und wird durch die Empa und die BFH getragen	Laufzeit	Dezember 2008 bis Juni 2009
Leitung	Empa/Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau BFH								
Partner	Div. aus Holzwirtschaft und Zulieferbranche Bauwirtschaft								
Investitionen	CHF 1,1 Mio. (Variante 3) Diese Investition ist nicht Bestandteil des Projektes „Schallschutz im Holzbau“ und wird durch die Empa und die BFH getragen								
Laufzeit	Dezember 2008 bis Juni 2009								

**In-situ-Messungen**

Allgemein	<p>Die Qualität des Schallschutzes am Bau wird oft nur nach Beanstandungen durch Messungen überprüft. Die vorhandenen Messresultate sind oft nicht repräsentativ oder stehen nicht zur Verfügung (Expertise).          Verbesserungen an den Systemen werden bei geeigneten Bauten auf der Basis von Erfahrungen aus erstellten Bauten umgesetzt.          Die Ausführungsqualität muss besser erfasst und überwacht werden können.          Ein systematischer Vergleich von Messresultaten gleichartiger Bauteile wird nicht erfasst.</p>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kritische Konstruktionen, Details und Konstruktionskombinationen erkennen</li> <li>▪ Grundlagen zur Reduktion von Fehlerquoten erarbeiten</li> <li>▪ Vergleich / Verifizierung zwischen Messung und Prognosen</li> <li>▪ Grundlage für wirtschaftlichere Lösungen durch Minimierung von Unsicherheiten</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leistungspotential der Systeme erhöhen</li> <li>▪ Überdimensionierungen vermeiden</li> <li>▪ Qualitätskontrolle am Bau verbessern</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Messnormen und Daten von Labormessungen</li> <li>▪ Dokumentation und Zugänglichkeit der Bauten</li> </ul>
Massnahmen	<p>Auswahl der Bauten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kriterien zur Auswahl der zu messenden Bauten festlegen (z.B. Häufigkeit, Aufbau Decken, Wände, Konstruktionsprinzip)</li> <li>▪ Die Messungen sollen in erster Linie den mehrgeschossigen Holzbau berücksichtigen.</li> </ul> <p>Grundlagen zur Durchführung und Dokumentation der Messung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vergleichbare Auswertung und Darstellung der Messwerte</li> <li>▪ Dokumentation der Messung mit einem Datenblatt</li> <li>▪ Minimale messtechnische Daten, u. a. Spektrumsanpassungswerte</li> <li>▪ Erfassen der relevanten Details der gemessenen Bauten</li> </ul> <p>Anforderungskriterien für Messungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Messungen basieren auf bestehenden ISO Normen, durchgeführt durch Bauphysikbüros</li> <li>▪ Bau-Schallmessungen Luft- und Trittschall, Intensitätsmessung</li> <li>▪ Die Herkunft der Werte ist zurückverfolgbar (Prüfberichte).</li> <li>▪ Prognosen der gemessenen Situation erstellen</li> </ul> <p>Vergleich der Messresultate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vergleich der Resultate aus Labor- und Baumesung</li> <li>▪ Prognosewerte und mit Messresultaten vergleichen</li> <li>▪ Ursachen von Mängeln erheben</li> <li>▪ Auswertung nach Bauteilaufbauten (Streubereich)</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bessere Kenntnisse über die Faktoren der Qualität des Schallschutzes am Bau und Grundlagen zur Reduktion von Fehlerquoten</li> <li>▪ Systematischer Vergleich von Messresultaten gleichartiger Bauteile und Grundlagen für Prognoseverfahren</li> </ul>
Zielpublikum	<p>Planer, Architekten, Ingenieure sowie Ver- und Bearbeiter von Holz, Lieferanten HWS, Materiallieferanten</p>
Projektorganisation, -verantwortung	<p>AHB (Projektleitung)          Bauakustiker/SGA</p>

	Holzbauingenieure Holzbauunternehmen Hauseigentümer/Investoren	
mögliche Projektpartner	Schuler Pius AG, Rothenthurm Tschopp Holzbau, Hochdorf Logus Systembau AG, Schönenberg Erne AG Holzbau, Rheinfelden Blumer-Lehmann, Gossau Lignatur AG, Waldstatt Lignotrend, Nebikon/D-Bannwil Modulbau AG, Wohlen Homogen 80 HWZ  Weitere Partner: Verbindungsmitel Auflagersysteme Bauherren Generalunternehmungen Immobilienfirmen Akustik-Büros	Pavatex Homatherm Isover AG Flumroc AG Isofloc AG Swisspor AG Knauf Rigips Kronospan Fermacell
Zeitraum	2009 Aufbau Projektorganisation, Ablaufplanung, Inhalte, Koordination Ab 2010 Messungen durchführen, Erfassung und Auswertung	
Finanzbedarf	Koordination, Ausarbeitung der Grundlagen und Systematik Durchführung der Messungen, Bei- spiel: 6 Deckensysteme, 3 Varianten, 3 Bauten = 54 Messungen (LS + TS) à CHF 3'000 Intensitätsmessungen à CHF 5000 6 Systeme 2 Situationen = 12 Mess. Aussenbauteile à CHF 3000 Dach/Wand 20 Messungen Dokumentation der Messungen Datenerfassung und Auswertung Total	CHF 50'000  CHF 162'000 CHF 60'000 CHF 60'000 CHF 108'000 CHF 20'000 CHF 460'000
Finanzierung	Projektpartner	
Bearbeiter	Heinz Weber	

## Subjektive Wahrnehmung von Schall

Allgemein	<p>Ein wichtiger Punkt nebst den konstruktiven Aspekten ist der Umgang mit der subjektiven Empfindung des Schalls der Bewohner / Nutzer. Oftmals werden auf Seite des Planers falsche oder gar keine Anforderungen zusammen mit dem Bauherrn getroffen.</p> <p style="text-align: center;">Schallempfindung      Anforderung      Bautechnische Umsetzung</p> <p>Ein Grund sind die fehlenden Grundlagen für eine eindeutige Zuweisung der Anforderung an den Schallschutz. In der Norm SIA 181 Ausgabe 2006 werden dazu in Anhang H nur sehr grobe Hinweise rein informativ vorgelegt. Der Umgang mit diesen Grössen ist somit nicht verbindlich. Damit der Bewohner am Ende aber den geforderten Komfort bekommt, sind diese Grundlagen elementar.</p>
Ziel	<p>Schalltechnische Bemängelungen sind vielfach auf eine unzureichende Festlegung des erwarteten Schallschutzes zurückzuführen. Die zu entwickelnden Empfehlungen und Anweisungen wirken präventiv und verhindern eine falsche Erwartung der ‚Schallschutzleistung‘. Die Zielgruppen teilen sich dabei wie folgt auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbraucher (Bewohner)</li> <li>- Planer</li> <li>- Bauherren</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hilfsmittel für Planer / Bauherren und Verbraucher</li> <li>▪ Erhöhte Planungssicherheit</li> <li>▪ Klares Vorgehen der Festlegung der Schallanforderungen aufgrund der subjektiven Wahrnehmung von Schall</li> <li>▪ Realisierungseffizienz</li> <li>▪ Bedürfnisgerechte Umsetzung der Schallschutzerwartungen</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entwurf für ein Klassifizierungskonzept für den Schallschutz im Wohnungsbau (siehe dazu wksb 59/2007)</li> <li>▪ Ableitung des Konzepts für die Beurteilung des subjektiven Schallempfindens der Bewohner (Erwartung an den Schallschutz)</li> <li>▪ Überführung der Beurteilung in die bestehenden Anforderungen gemäss Norm SIA 181</li> </ul>
Massnahmen	<p>Um die nötigen Grundvoraussetzungen in diesem Projekt zu schaffen, sind folgende Massnahmen nötig.</p> <p><i>Bautechnische Umsetzung</i></p> <p>Ähnlich der thermischen Behaglichkeit müssen Verhältnisse geschaffen werden, welche aufzeigen sollen, in welchen Situationen gewisse Konstruktionen an die Grenze der Behaglichkeit stossen. Die Verhältnisse haben dabei die Bezugsgrösse Masse/m<sup>2</sup> (Steifigkeit) und den spezifischen Schalldämmwert. Somit schafft man den direkten Bezug zur Konstruktion. Die Problematik des subjektiven Schallempfindens lässt sich also zusammen mit der Einhaltung gewisser konstruktiver und bauphysikalischer Grössen in den Griff kriegen.</p>

	<p>Flächengewicht kg/m<sup>2</sup></p> <p>Bauhöhe der Konstruktion</p>																		
Zu erwartende Ergebnisse	<p>Mit dem Projekt wird es möglich sein, die Erwartungen an den Schallschutz richtig zu interpretieren und definieren, um sie dann bautechnisch optimal umzusetzen (Handlungsanweisungen und Merkblätter). Es werden entsprechend den Zielgruppen Empfehlungen zum Umgang mit der subjektiven Wahrnehmung von Schall vorliegen.</p>																		
Zielpublikum	Planer, Architekten, Verbraucher (Bewohner), Bauherren																		
Projektorganisation	noch offen																		
mögliche Projektpartner	<p>BFH-AHB (Architektur, Holz und Bau; PL) BFH-HKB (Hochschule der Künste) BFH-soziale Arbeit (Soziale Arbeit) SUVA BAFU</p>																		
Zeitraum	<p>2008 Projektformulierung 2009 Bearbeitung 2009 Abschluss</p>																		
Finanzbedarf	<table border="0"> <tr> <td>Recherche und Grundlagen</td> <td>CHF</td> <td>12'000</td> </tr> <tr> <td>Rahmenbedingungen / Pflichtenheft</td> <td>CHF</td> <td>25'000</td> </tr> <tr> <td>Struktur und Raster</td> <td>CHF</td> <td>25'000</td> </tr> <tr> <td>Umsetzung und Realisierung</td> <td>CHF</td> <td>98'000</td> </tr> <tr> <td>Anweisungen / Merkblätter</td> <td>CHF</td> <td>40'000</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>CHF</td> <td>200'000</td> </tr> </table>	Recherche und Grundlagen	CHF	12'000	Rahmenbedingungen / Pflichtenheft	CHF	25'000	Struktur und Raster	CHF	25'000	Umsetzung und Realisierung	CHF	98'000	Anweisungen / Merkblätter	CHF	40'000	Total	CHF	200'000
Recherche und Grundlagen	CHF	12'000																	
Rahmenbedingungen / Pflichtenheft	CHF	25'000																	
Struktur und Raster	CHF	25'000																	
Umsetzung und Realisierung	CHF	98'000																	
Anweisungen / Merkblätter	CHF	40'000																	
Total	CHF	200'000																	
Finanzierung	<p>SNF Förderprogramm Sinergia CHF 180'000 Eigenleistung BFH-AHB CHF 20'000</p>																		
Bearbeiter	Matthias Schmid																		

## Prognoseverfahren

Allgemein	<p>Die Norm EN 12354 ist quasi europaweit zur Berechnung des Schalldämmvermögens von Bauteilen und Gebäuden rechtskräftig eingesetzt. Die SIA 181 sowie auch die überarbeitete Norm DIN 4109 setzen zur Schallprognose auf diese Norm. Für die Berechnungen sind aber beim detaillierten Verfahren frequenzabhängige Kenngrössen der flankierenden Bauteile nötig. Diese Voraussetzung ist eine grosse Herausforderung für die Leichtbauweise in Holz, da hier sehr viele Kombinationen von Werkstoffen und Bauteilen möglich sind.</p> <p>In der neuen DIN 4109 wurde das Verfahren grundsätzlich vereinfacht mit einer ausreichenden Genauigkeit zu gemessenen Werten. Erste Flankenwerte für gewisse Holzkonstruktionen sind darin vorhanden. Typische national angewendete Konstruktionen fehlen aber.</p>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bereitstellung von Prognoseverfahren für aktuelle Konstruktionen in Holz</li> <li>▪ Verbesserung der Genauigkeit der Prognoseverfahren</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berechnung des Schalldämmvermögens von gängigen Bauteilen in Holz möglich in der Stufe Planung</li> <li>▪ Hilfsmittel für Planer / Reduktion Komplexität</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ergebnisse aus Labormessungen direkte und indirekte Schallübertragung (Datenbank)</li> </ul>
Massnahmen	<p>Einbindung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nachweise / Lösungen für Standardkonstruktionen und Standard-situationen</li> <li>▪ Tabellenwerke analog T3090 (Integration Holzbau in die neue DIN 4109)</li> <li>▪ Einfache Hilfsmittel (z.B. Tabellen, Musterbeispiele)</li> <li>▪ Die Kennwerte werden in die Software BASTIAN eingefügt. Als Resultat ergibt sich die Berechnung des Schalldämmvermögens von Holzkonstruktionen nach EN, DIN oder/und SIA.</li> </ul> <p>Plausibilität:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Um die Genauigkeit der errechneten Werte zu bestimmen, ist einerseits ein Ringversuch einer Berechnung nötig.</li> <li>▪ Zudem sollen berechnete Situationen mit In-situ-Messungen verifiziert werden.</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwendbarkeit der Prognoseverfahren nach Norm SIA 181, nach (neuen) DIN 4109, nach EN 12354 (vereinfachte Verfahren) für aktuelle Konstruktionen in Holz</li> <li>▪ Hilfsmittel für Nachweise (z.B. Tabellen, Nachweise für Standardlösungen), Einbindung der Verfahren in Softwareprogramme</li> </ul>
Zielpublikum	Planer, Architekten, Ingenieure
Projektorganisation, -verantwortung	BFH-AHB (PL) Empa SGA
mögliche Projektpartner	Norsonic, Matthias Brechbühl
Zeitraum	2010 Entwicklung und Strukturierung von Hilfsmittel Einbindung in Software ab 2011 für definitive Prognoseverfahren aus den Ergebnissen von Labormessungen (direkte und indirekte Schallübertragung)

Finanzbedarf	Konzept	CHF	20'000
	Entwicklung von vereinfachten Nachweisverfahren / Hilfsmitteln	CHF	140'000
	Programmierung und Schnittstellen (Datenbank etc. )	CHF	60'000
	Total	CHF	220'000
Finanzierung	Förderprogramm BAFU Norsonic		
Bearbeiter	Matthias Schmid		

### Optimierung von Innenbauteilen

Allgemein	Die Qualität des Schallschutzes einiger auf dem Markt erhältlicher Holzbauteile muss verbessert werden. Verbesserungen an den Systemen werden zurzeit bei geeigneten Bauten basierend auf Erfahrungen aus früher erstellten Bauten umgesetzt. Eine systematische Analyse und weiterführende Konzepte zur Weiterentwicklung sind oft nicht vorhanden.	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leistungsfähigkeit der Systeme erhöhen mit Schwerpunkt auf wirtschaftlichen, für den Schweizer Markt bedeutenden Konstruktionen</li> <li>▪ Problematik tieffrequenter Geräusche deutlich verbessern – Zufriedenheit der Kunden</li> <li>▪ Einbezug der Vibroakustik</li> </ul>	
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Effizientere Bauteile (geringere Kosten, höhere Leistung)</li> <li>▪ Wirtschaftlichere Lösungen durch Minimierung von Unsicherheiten – systembezogen</li> </ul>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Labormessungen</li> <li>▪ In-situ-Messungen</li> </ul>	
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erfassung und Auswertung der Daten ausgeführter Bauten</li> <li>▪ Optimierungspotential ausloten, Einsatzbereich, Markt-Potential</li> <li>▪ Verbesserungspotential erfassen</li> <li>▪ Massnahmen, Prioritäten der Massnahmen</li> <li>▪ Berechnung (Simulation) und Prognose bei der Nutzung des Potentials</li> <li>▪ Messungen im Labor / in situ (Luft-, Trittschall und Schwingungen)</li> <li>▪ Erarbeitung und Erfassung der relevanten bauphysikalischen Kennwerte</li> </ul>	
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Systemlösungen für Mindest- und erhöhte Anforderungen</li> <li>▪ Bautechnisch optimierte Umsetzung</li> </ul>	
Zielpublikum	Planer, Architekten, Ingenieure sowie Ver- und Bearbeiter von Holz	
Projektorganisation, -verantwortung	Lignum BFH-AHB Bauakustiker Holzbauunternehmen Holzbauingenieur Materiallieferanten	
mögliche Projektpartner	Abhängig aus den Ergebnissen der Labor- und In-situ-Messungen	
Zeitraum	Optimierung wird individuell pro System weiterverfolgt	
Finanzbedarf	Analyse, Evaluation und Durchführung	
	Total	ca. CH 400'000
Finanzierung	Projektpartner	
Bearbeiter	Heinz Weber	

### Optimierung von Aussenbauteilen

Allgemein	Die Qualität des Schallschutzes einiger auf dem Markt erhältlicher Holzbauteile muss verbessert werden. Verbesserungen an den Systemen werden zurzeit bei geeigneten Bauten basierend auf Erfahrungen aus früher erstellten Bauten umgesetzt. Eine systematische Analyse und weiterführende Konzepte zur Weiterentwicklung sind oft nicht vorhanden.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leistungsfähigkeit der Systeme erhöhen mit Schwerpunkt auf wirtschaftlichen, für den Schweizer Markt bedeutenden Konstruktionen</li> <li>▪ Problematik tieffrequenter Geräusche deutlich verbessern – Zufriedenheit der Kunden</li> <li>▪ Einbezug der Vibroakustik</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Effizientere Bauteile (geringere Kosten, höhere Leistung)</li> <li>▪ Wirtschaftlichere Lösungen durch Minimierung von Unsicherheiten – systembezogen</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Labormessungen</li> <li>▪ In-situ-Messungen</li> </ul>
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erfassung und Auswertung der Daten ausgeführter Bauten</li> <li>▪ Optimierungspotential ausloten, Einsatzbereich, Markt-Potential</li> <li>▪ Verbesserungspotential erfassen</li> <li>▪ Massnahmen, Prioritäten der Massnahmen</li> <li>▪ Berechnung (Simulation) und Prognose bei der Nutzung des Potentials</li> <li>▪ Messungen im Labor / in situ (Luft-, Trittschall und Schwingungen)</li> <li>▪ Erarbeitung und Erfassung der relevanten bauphysikalischen Kennwerte</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Systemlösungen für Mindest- und erhöhte Anforderungen</li> <li>▪ Bautechnisch optimierte Umsetzung</li> </ul>
Zielpublikum	Planer, Architekten, Ingenieure sowie Ver- und Bearbeiter von Holz
Projektorganisation, -verantwortung	BFH-AHB / Lignum Bauakustiker Holzbauunternehmen Holzbauingenieur Materiallieferanten
mögliche Projektpartner	Abhängig von den Ergebnissen der Labor- und In-situ-Messungen
Zeitraum	Optimierung wird individuell pro System weiterverfolgt
Finanzbedarf	Analyse, Evaluation und Durchführung  Total ca. CHF 200'000
Finanzierung	Projektpartner
Bearbeiter	Heinz Weber

## Haustechnik

Allgemein	<p>In Zusammenhang mit Schallschutz sind im Holzbau sind in erster Linie Sanitär- und Lüftungsinstallationen relevant. Die Bedeutung der mechanischen Lüftung hat mit den Energiestandards Minergie und Minergie-P stark zugenommen und muss deshalb unbedingt gebührend beachtet werden.</p> <p>Heutige standardisierte Gebäudetechniksysteme sind hauptsächlich für den Massivbau konzipiert. Das heisst in der schweizerischen Baupraxis, dass horizontale Verteilleitungen sehr oft in Betondecken verlegt werden. Im konsequenten Holzbau (ohne Betondecken) können solche Lösungen folgende Nachteile aufweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wirtschaftlich nicht optimal (grosse Leitungslängen; kaum geeignet für Vorfabrikation von Bauteilen),</li> <li>- Konflikte mit der Statik (Kreuzungen mit Trägern)</li> <li>- Schallbrücken an Fixpunkten</li> </ul> <p>Klassische Lüftungsverteilungen (z.B. Wickelfalzrohre) können zwar nach wie vor eingesetzt werden, doch sie haben im qualitativ hochwertigen Neubau auch ihre Nachteile. So ist z.B. die Schallübertragung zwischen Zimmern (über Luftleitungen) grösser bei sternförmigen Verteilungen mit Kunststoffleitungen.</p>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanitär- und Lüftungssysteme sollen auf die spezifischen Gegebenheiten im Holzbau angepasst werden. Entsprechend dem Projekttitel liegt der Schwerpunkt beim Schall.</li> <li>▪ Die Adaption soll aber nicht nur akustisch Vorteile bringen. Durch die Anpassungen auf die konstruktiven Merkmale des Holzbaus werden auch wirtschaftlichere Lösungen angestrebt (einfachere Planung und Montage).</li> </ul>
Nutzen	<p>Kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vergleich aktueller System bezüglich ihrer Eignung im Holzbau (als Entscheidungshilfe bei der Systemwahl)</li> <li>▪ Hinweise für den akustisch optimalen Einsatz von heutigen Systemen (zur Vermeidung von akustischen Schwachstellen)</li> </ul> <p>Mittelfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wirtschaftliche Verbesserung durch Systemlösungen, die auf den Holzbau adaptiert sind.</li> </ul>
Grundlagen	Heutige Systemlösungen für Sanitär und Lüftung
Massnahmen	<p>Literaturrecherche und Befragung von Fachleuten</p> <p>Heutige Sanitär- und Lüftungssysteme werden auf ihre Eignung im Holzbau beurteilt. Entsprechend dem Projekttitel liegt der Schwerpunkt beim Schall. Sanitär- und Lüftungssysteme werden zusammen mit Systemanbietern für den Holzbau weiterentwickelt.</p> <p>Prototypen werden im Labor messtechnisch beurteilt.</p> <p>In realen Gebäuden werden Praxistests durchgeführt.</p>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entscheidungshilfe bei der Systemwahl und Planungshilfsmittel für den akustisch optimalen Einsatz von heutigen Systemen (zur Vermeidung von akustischen Schwachstellen)</li> <li>▪ Wirtschaftliche, auf den Holzbau adaptierte Systemlösungen</li> </ul>
Zielpublikum	<p>Anbieter von Sanitär- und Lüftungssystemen</p> <p>HLKS-Ingenieure und Architekten</p> <p>Holzbau-Firmen, vorwiegend Anbieter von Systemhäusern und GUs</p>
Projektorganisation, -verantwortung	<p>FHNW, Muttenz: Koordination, Leitung Lüftungssysteme</p> <p>HTA Luzern: Leitung und Bearbeitung Sanitär, Mitarbeit Lüftung, Messungen</p> <p>BFH, Biel: Unterstützung und Beratung Holzbau-Technik</p>

	Minergie: Begleitung und Beurteilung auf Eignung im Minergie-Standard (Energie, Komfort, Eco-Kriterien) Systemanbieter Sanitär und Lüftung Holzbau-Firma: Mitarbeit Praxistest Akustiker, Spezialgebiet Haustechnik: Beratung Prof. Dr.-Ing. Werner Scholl, Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB, Braunschweig (Unterstützung Theorie, Spezialmessungen)	
mögliche Projektpartner	(noch nicht angefragt) Geberit Lüftungssystemanbieter (z.B. Cosmatech, Roomair, Nilan, Tobler)	
Prüfinstitute	HTA Luzern Labor Geberit PTB Braunschweig	
Zeitraum	2009: Recherchen und Vorprojekt 2010: Systemanalysen, Entwicklung Prototypen 2011: Labor Messungen, Praxistest Ab 2012: Markteinführung von angepassten Systemlösungen	
Finanzbedarf	Vorphase: Vorprojekt: ca. CHF 10'000 Projekt: Anteil FHs und Experten, inkl. Berichte ca. CHF 20'000 Messungen und Versuche ca. CHF 140'000 Systemanbieter Sanitär und Lüftung ca. CHF 60'000 Holzbaufirma ca. CHF 12'000 ca. CHF 20'000 Total ca. CHF 370'000	
Finanzierung	Förderprogramm BAFU Firmen: Systemanbieter Sanitär und Lüftung Holzbaufirmen Eigenleistung FHs (Vorphase)	
Bearbeiter	Heiri Huber	

**Bauen im Bestand**

Allgemein	Das Bauen im Bestand hat in den letzten Jahren gegenüber dem Neubau zunehmend an Bedeutung gewonnen. Viele Altbauwohnungen entsprechen nicht den aktuellen Wohnstandards, was insbesondere für den Wärme-, Brand- und Schallschutz gilt. Die Sanierung von Altbauten stellt somit ein breites und anspruchsvolles Aufgabengebiet für Architekten, Bauingenieure und Handwerker dar. Vergleicht man Bauvorhaben im Bestand und Neubauten, so ist festzustellen, dass an den Schallschutz bei Baumassnahmen im Bestand differenzierte Anforderung gestellt werden. Oftmals sind die akustischen Eigenschaften der bestehenden Bausubstanz nicht bekannt. Die bestehende Bausubstanz wird aber zumindest teilweise in die Baumassnahme einbezogen. Standarddetails, die in Neubauten zum Einsatz kommen, können bei der Sanierung meist nicht eingesetzt werden. Schallprognoseverfahren, wie sie in der SIA 181 und in der DIN 4109 sowie in der EN12354 vorgestellt werden, können bei Sanierungsvorhaben nur bedingt eingesetzt werden.
Ziel	Gebäude müssen bei Bauerneuerungen den deutlich gestiegenen schalltechnischen Anforderungen genügen. Dieses anspruchsvolle Aufgabengebiet erfordert umfassendere Planungsgrundlagen. Das Projekt verfolgt insbesondere das Ziel, die Kenntnisse der akustischen Eigenschaften bestehender Bausubstanzen zu erweitern und Systemlösungen unter Berücksichtigung neuer Materialien und Anwendungstechnologien zu entwickeln
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planungssicherheit für Architekten, Bauingenieure und Handwerker</li> <li>▪ Effizienter Einsatz neuer Technologie (Werkzeuge, Geräte, Messverfahren)</li> <li>▪ Wirtschaftlicher Einsatz von Baumaterial</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanierungsbedarf von bestehender Bausubstanz</li> <li>▪ Anforderungen an den Schallschutz nach SIA 181</li> </ul>
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entwicklung von Analysemethoden bezüglich der akustischen Eigenschaften bestehender Bausubstanz</li> <li>▪ Bestimmen der akustischen Eigenschaften von Baustoffen und Baustystemen, die häufig in Altbauten eingesetzt werden</li> <li>▪ Auffinden und präzises Lokalisieren bestehender Schallbrücken</li> <li>▪ Verbesserungspotential erfassen</li> <li>▪ Effiziente Kombinationen von schalloptimierten Baustoffen bzw. Bauelementen mit der bestehenden Bausubstanz entwickeln</li> <li>▪ Entwicklung geeigneter Planungsgrundlagen und Nachweismöglichkeiten bei Sanierungsmassnahmen</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ermittlung von Eigenschaften und Optimierungspotentialen bestehender Bausubstanzen</li> <li>▪ Entwicklung von bautechnisch angepassten Sanierungsmassnahmen für die schallschutztechnische Ertüchtigung von Holzbauteilen</li> </ul>
Zielpublikum	Planer, Architekten, Ingenieure sowie Ver- und Bearbeiter von Holz
Projektorganisation, -verantwortung	Lignum BFH-AHB Bauakustiker Holzbauunternehmen Holzbauingenieur Materiallieferanten
mögliche Projektpartner	Pavatex Homatherm

	Isover AG Flumroc AG Isofloc AG Swisspor AG Knauf Rigips Kronospan Fermacell
Zeitraum	2011 Analyse der akustischen Eigenschaften von gängigen Altbau - Bausystemen. Kombination der alten Bausysteme mit aktuellen Materialien/Systemen 2012 Entwicklung von schalltechnischen Verbesserungsmassnahmen von Altbauten 2013 Erarbeitung von Planungsgrundlagen für die Altbausanierung
Finanzbedarf	CHF 200'000
Finanzierung	Projektpartner Förderprogramm BAFU
Bearbeiter	Andreas Müller / Bernhard Furrer

## Projektierung und Prognose

Allgemein	<p>Mit der Norm SIA 181“Schallschutz im Hochbau“(Ausgabe 2006) wurden verschiedene Neuerungen eingeführt. Durch die neue Gliederung der Anforderungen, durch die Berücksichtigung europäischer Prüf-, Bewertungs- und Prognoseverfahren sowie durch die obligatorische Berücksichtigung der Spektrum-Anpassungswerte, welche unter anderem die für den Holzbau spezielle Problematik der Schallübertragungen von tieffrequenten Geräuschen berücksichtigt, haben sich die Rahmenbedingungen verändert und für Holzkonstruktionen verschärft.</p> <p>Für die Anwendung des Prognoseverfahrens fehlen für einen grossen Teil der Holzkonstruktionen die bauakustischen Kennwerte. Für die Sicherstellung eines einwandfreien Schallschutzes, insbesondere bei Projekten mit erhöhten Anforderungen, ist ein konzeptionelles Vorgehen bereits in der Projektierungsphase unabdingbar. Die bereits bestehenden Instrumente für die Projektierung und Dimensionierung des Schallschutzes im Holzbau decken nur einen Teil der heute in der Schweiz gängigen Konstruktionen ab.</p>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erarbeitung von technischen Instrumenten für die Projektierung und Prognose von Holzbauten auf der Grundlage der SIA 181</li> <li>▪ Aufarbeitung von schalltechnischen Grundlagen für die Praxis</li> <li>▪ Abbildung relevanter bauphysikalischer Kennwerte mit Schwerpunkt auf wirtschaftlichen, für den Schweizer Markt bedeutenden Konstruktionen</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wissenstransfer in die Praxis</li> <li>▪ Planungssicherheit dank einheitlichen und gesicherten Grundlagen</li> <li>▪ Schalltechnisch optimierte Holzbaulösungen</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Labormessungen</li> <li>▪ In-situ-Messungen</li> <li>▪ Prognoseverfahren</li> <li>▪ Datenbank</li> </ul>
Massnahmen	<p>Erarbeitung von Dokumentationen als Hilfsmittel für die Projektierung und Prognose, insbesondere zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schalltechnische Grundlagen</li> <li>▪ Subjektive Wahrnehmung von Schall</li> <li>▪ Anforderungen nach SIA 181</li> <li>▪ Einflussfaktoren in der Projektierung / Schallschutzkonzepte</li> <li>▪ Rechnerische Nachweise / Prognose nach SIA 181, DIN 4109, EN 12354</li> </ul> <p>Veröffentlichung eines Bauteilkataloges (Decken, Wände, Dächer, ev. Türen und Fenster) mit Angaben der Kennwerte für das Prognoseverfahren</p> <p>Grundsätze für Bauteilkatalog:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Katalog mit häufig eingesetzten Bauteilen / Bausystemen (Umfang Labormessungen / kein Anspruch auf Vollständigkeit)</li> <li>▪ Fokus auf Konstruktionen für Mindest- und erhöhte Anforderungen</li> <li>▪ Berücksichtigung Problematik tieffrequenter Geräusche</li> <li>▪ Systematische Strukturierung, Abgleichung mit Bauteilkatalog Brandschutz</li> <li>▪ Bildung von Bauteilgruppen mit klar definierten Randbedingungen (Anforderungen an Bauteilaufbau / Materialeigenschaften)</li> <li>▪ Produktneutrale Kennzeichnung</li> <li>▪ Ausschliesslich Kennwerte aus Labormessungen in Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung. Messungen basieren auf bestehenden ISO Normen, durchgeführt durch akkreditierte Prüfstellen.</li> </ul>

	<p>Folgende schalltechnischen Kennwerte werden angegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bewertetes Schalldämm-Mass <math>R_w</math></li> <li>▪ Spektrum-Anpassungswert <math>C_{,100-3150} + C_{,50-3150}</math></li> <li>▪ Spektrum-Anpassungswert <math>C_{tr,100-3150} + C_{tr,50-3150}</math></li> <li>▪ Bewerteter Norm-Trittschall <math>L_{n,w}</math></li> <li>▪ Spektrum-Anpassungswert <math>C_{l,100-3150} + C_{l,50-2500}</math></li> <li>▪ Zuschlag für Flankenübertragung</li> <li>▪ Projektierungszuschlag</li> <li>▪ Frequenzverlauf</li> </ul> <p>Datenbank für Labor- und Baumessungen:  Innerhalb des Gesamtprojektes entsteht eine Fülle von Messergebnissen, welche im Projektteam online verfügbar sein können.  Es wird eine internetbasierte Datenbank mit einer Ansammlung von Messdaten aufgebaut, die dezentral von Spezialisten für Spezialisten gespeisen wird. Für ein breiteres Publikum (insbes. Planende und Ausführende) sind zentrale Informationen (Bauteilkennwerte für Prognoseverfahren) öffentlich zugänglich</p> <p>Dokumentation von Objektlösungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dokumentation von bautechnisch interessanten Lösungen</li> <li>▪ Dokumentation von Luftschall (externe und interne Quellen) und Trittschall, insbesondere Objekte mit erhöhten Anforderungen</li> <li>▪ Dokumentation von Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen (nach Möglichkeit)</li> <li>▪ Beschrieb der schalltechnischen Umsetzung</li> <li>▪ Prognose, Wirklichkeit, Wahrnehmung: Gegenüberstellung der effektiv erreichten Kennwerte am Bau mit der Prognose sowie der subjektiven Wahrnehmung der Bewohner</li> </ul> <p>Kriterien für Objektwahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prognose nach SIA 181, DIN 4109 oder EN 12354 durchgeführt</li> <li>▪ Labormessungen mit unterdrückter Flankenübertragung vorhanden</li> <li>▪ Baumessungen nach ISO durchgeführt</li> <li>▪ Planungsunterlagen und Messprotokolle vorhanden</li> <li>▪ Objektbegleitung durch Bauakustiker</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Publikationen als Teil der Lignum-Dokumentation Schallschutz für Planer und die Holzverarbeitende Branche mit Schwerpunkt Projektierung und Prognose, Umfang ca. 100 Seiten</li> <li>▪ Bauteilkatalog mit Angaben zu schalltechnischen Kennwerten für in der Schweiz bedeutende Konstruktionen, Umfang ca. 60 Seiten</li> <li>▪ Laufende Dokumentation von realisierten Objektlösungen, Beispielsammlung für Projektierende</li> </ul>
Zielpublikum	Architekten, Planer, Bauakustiker, Bauingenieure, Holztechniker, Industriepartner
Projektorganisation, -verantwortung	Projektleitung, Gesamtkoordination: Lignum Konzeption: Projektleitung Gesamtprojekt und Mitglieder Fachgremium Redaktion: Projektverantwortliche aus Teilprojekte Produktion: Lignum
Zeitraum	2009 Konzeption, Aufbau Datenbank 2010/2013 Redaktion und Umsetzung
Finanzbedarf	(aus Erfahrungszahlen Lignatec / Lignum Dokumentation Brandschutz) Arbeitsleistungen für Projektleitung, Konzeption: CHF 80'000

	Arbeitsleistungen Redaktion	CHF 240'000
	Kosten für Produktion (Lektorat, Übersetzung, Graphik, Druck, Vertrieb)	CHF 180'000
	Aufbau Datenbank	CHF 80'000
	Total	CHF 580'000
Finanzierung	Förderprogramm BAFU	
Bearbeiter	Bernhard Furrer	

**Bautechnische Umsetzung**

Allgemein	Die Eigenverantwortung der Planer und Ausführenden bei der Realisierung von Holzbauten ist hoch, die bautechnische Umsetzung erfordert umfangreiches Fachwissen. Schallschutztechnisch optimierte Gebäude setzen zudem eine konsequente Qualitätssicherung in sämtlichen Projektphasen voraus.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erarbeitung von technischen Instrumenten für die Planung und Ausführung</li> <li>▪ Hilfsmittel für die Qualitätssicherung</li> <li>▪ Umsetzung der aktuellsten Erkenntnisse im Bereich des Schallschutzes</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wissenstransfer in die Praxis</li> <li>▪ Sicherheit in Planung und Ausführung</li> <li>▪ Grundlage für Aus- und Weiterbildung</li> </ul>
Grundlagen	Erkenntnisse aus Teilprojekten Technischer Schallschutz
Massnahmen	<p>Erarbeitung von Dokumentationen als Hilfsmittel für die bautechnische Umsetzung zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschossdecken</li> <li>▪ Trennwandsysteme / Türen</li> <li>▪ Aussenwandsysteme / Fenster</li> <li>▪ Dachsysteme</li> <li>▪ Haustechnik</li> <li>▪ Bauen im Bestand</li> </ul> <p>Darstellung von verschiedenen in der Schweiz häufig verwendeten Systemen, Lösungen für die konstruktive Umsetzung, Aufzeigen von Detaillösungen (Standardlösungen) unter Berücksichtigung der Nebenwege, Lösungsvorschläge für die Problematik der tieffrequenten Geräusche.</p> <p>Wichtige Faktoren bei Planung und Ausführung werden dargestellt. Hilfsmittel für Qualitätssicherungsmassnahmen werden prozessorientiert und stufengerecht für sämtliche Projektphasen erarbeitet.</p>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Publikationen als Teil der Lignum-Dokumentation Schallschutz für Planer und die holzverarbeitende Branche mit Schwerpunkt Bautechnische Umsetzung/Qualitätssicherung, Umfang ca. 150 bis 200 Seiten</li> <li>▪ Unterstützende Hilfsmittel auf der Internet-Site der Lignum</li> </ul>
Zielpublikum	Planer, Bauakustiker, Bauingenieure, Holztechniker
Projektorganisation, -verantwortung	<p>Projektleitung, Koordination: Lignum          Konzeption: Projektleitung Gesamtprojekt und Mitglieder Fachgremium          Redaktion: Projektverantwortliche aus Teilprojekte          Produktion: Lignum</p>
Zeitraum	2012– 2014
Finanzbedarf	<p>Betrag <span style="float: right;">ca.CHF 500'000</span>          Arbeitsleistungen für Projektleitung, Konzeption          Arbeitsleistungen Redaktion          Kosten für Produktion (Lektorat, Übersetzung, Graphik, Druck, Vertrieb)</p>
Finanzierung	Förderprogramm BAFU
Bearbeiter	Bernhard Furrer

**Aus- und Weiterbildung**

Allgemein	Mit dem Projekt Schallschutz im Holzbau kann intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit betrieben werden. Die Erkenntnisse des Projekts werden mit technischen Dokumentationen und weiteren Hilfsmitteln festgehalten und veröffentlicht. Für die breite Verankerung ist das erarbeitete Wissen praxisnah zu schulen.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stand der Technik / Erkenntnisse aus Projekt vermitteln</li> <li>▪ Aufzeigen von neuen Möglichkeiten / Potentialen</li> <li>▪ Sensibilisierung auf wichtige Einflussfaktoren</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wissenstransfer in die Praxis</li> <li>▪ Verankerung Know-how mit Breitenwirkung</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilprojekt Projektierung und Prognose</li> <li>▪ Teilprojekt Bautechnische Umsetzung, Qualitätssicherung</li> </ul>
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informationsveranstaltungen</li> <li>▪ Tageskurse</li> <li>▪ Vertiefungskurse</li> <li>▪ Verankerung in Lehrplänen</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Branche kann die aktuellen Normen, Dokumentationen und Hilfsmittel in der Praxis anwenden</li> <li>▪ Durch Aus- und Weiterbildungen steht speziell geschultes Fachpersonal zur Verfügung</li> </ul>
Zielpublikum	Architekten, Planer, Bauakustiker, Bauingenieure, Holztechniker, Industriepartner
Projektorganisation, -verantwortung	Projektleitung, Gesamtkoordination: Lignum, in Zusammenarbeit mit Verbänden, Fachhochschulen, Schweizerische Gesellschaft für Akustik (SGA)
Zeitraum	2011 Konzeption Ab 2012/13 Durchführung laufend
Finanzbedarf	Konzeption und Aufbau der geplanten Massnahmen      CHF 100'000 Durchführung      kostendeckend
Finanzierung	Förderprogramm des Bundesamtes für Umwelt BAFU
Bearbeiter	Bernhard Furrer

**Vertrauensbildende Massnahmen: Hörmittel, Hörgelegheiten**

Allgemein	Das Verständnis für den Schallschutz leidet daran, dass sich die schalltechnischen Eigenschaften mit den zugehörigen Kennwerten von Konstruktionen und Bauten sehr schlecht für den Planer und Nutzer übersetzen lassen.
Ziel	Die akustischen Eigenschaften von Bauten in Holz sollen künftigen Bauherren/Nutzer hörbar gemacht und die Leistungsfähigkeit der Holzkonstruktionen einfach dargestellt werden.
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung der Bauherren bei der Wahl der Bauweise / Konstruktionen in einer frühen Planungsphase</li> <li>▪ Bedürfnisgerechte Umsetzung der Schallschutzerwartungen der Bauherren</li> <li>▪ Geeignetes Instrument, die Leistungsfähigkeit der Holzkonstruktionen zu vermitteln</li> </ul>
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schallmessungen (Schalldämm-Masse bzw. Norm-Trittschallpegel)</li> <li>▪ Projekt Subjektive Wahrnehmung von Schall</li> </ul>
Massnahmen	<p>Bereitstellung von Hörmitteln mit Klangbeispielen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zu verschiedenen Bausystemen werden für Luft- und Trittschalldämmungen verschiedene Klangbeispiele erstellt.</li> <li>▪ Vor- und Nachteile verschiedener Ausführungsvarianten werden durch subjektive Höreindrücke aufgezeigt.</li> <li>▪ Bauherren können die Schalldämmeigenschaften verschiedener Konstruktionen durch ihre subjektive Wahrnehmung einordnen und gegenüberstellen.</li> </ul> <p>Hörgelegheiten an Musterobjekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei der Besichtigung von realisierten Gebäude können die Besucher die Raumqualitäten im Holzbau und die Leistungsfähigkeit der Holzbaukonstruktionen 1:1 erfahren.</li> <li>▪ Mit begleitenden Aktionen werden die positiven schall- und bautechnischen Eigenschaften von Holzbauten vermittelt. (z.B. Hörmittel, Referate, Konzert mit Holzinstrumente, Ruheraum).</li> </ul>
Zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mit Hörmitteln (Klangbeispielen) und Hörgelegheiten an Musterobjekten wird das Schalldämmverhalten verschiedener Holzkonstruktionen anschaulich demonstriert.</li> <li>▪ Die Auswirkung unterschiedlicher konstruktiver Massnahmen im Bereich des baulichen Schallschutzes können aufgezeigt und durch subjektives Anhören beurteilt werden.</li> </ul>
Zielpublikum	Bauherren, Entscheidungsträger
Projektorganisation, -verantwortung	Projektleitung, Gesamtkoordination: Lignum In Zusammenarbeit mit Verbänden, SGA, Fachhochschulen
Zeitraum	2012 Konzeption 2013 / 2014 Umsetzung
Finanzbedarf	CHF 200'000
Finanzierung	Industrie (Materiallieferanten, Generalunternehmen, Holzbauer, Systemlieferanten usw.) Bundesamt für Wohnungswesen (BWO)
Bearbeiter	Bernhard Furrer

## A.2 Analyse bestehender Schallmessungen im Labor

Nachfolgend findet sich eine Übersicht über durchgeführte Labormessungen ohne resp. mit unterdrückten Flankenübertragungen nach SN EN ISO 140, aufgegliedert nach Bauteilgruppen. Die Zusammenstellung der Anzahl Messungen stammt aus folgenden Quellen:

- SIA D 0189 [5]
- Integration des Holz- und Skelettbaus in die neue DIN 4109 [18]
- dataholz.com [21])

**Steildach****Balken**

Dämmung zwischen den Sparren, Ziegel

	Luftschall R w (C ; Ctr)	
	Labormessung	Werte abgeleitet
Dataholz.com	5	152
DIN 4109	38	x
SIA D 0189	1	x

**Kasten**

Kasten ohne / mit Bekleidung

	Luftschall R w (C ; Ctr)	
	Labormessung	Werte abgeleitet
Dataholz.com	0	0
DIN 4109	0	0
SIA D 0189	0	0

**Vollholz, Mehrschichtholz**

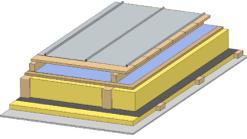
Trenndecke: Holzmassivbau, Beschwerung, ohne / mit abgehängter Bekleidung, nass

	Luftschall R w (C ; Ctr)	
	Labormessung	Werte abgeleitet
Dataholz.com	0	0
DIN 4109	0	x
SIA D 0189	1	x

## Flachdach

### Balken

#### Eindeckung Blech

		Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
		Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	4	0	0
	DIN 4109	0	x	0	x
	SIA D 0189	0	x	0	x

### Kasten

#### Kasten ohne / mit Bekleidungen

		Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
		Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com				
	DIN 4109	0	x	0	x
	SIA D 0189	0	x	0	x

### Vollholz, Mehrschichtholz

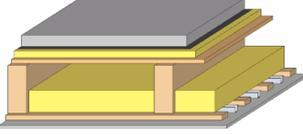
#### Flachdach: Holzmassivbau, nicht hinterlüftet, mit Installationsebene

		Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
		Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com				
	DIN 4109	0	x	0	x
	SIA D 0189	0	x	0	x

## Decken

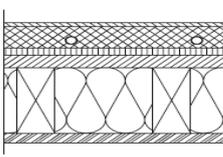
### Balkendecke

Balkendecke mit Beschwerung, Bekleidung, nass

	Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
	Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	5	82	5
DIN 4109	54	0	45	0
SIA D 0189	17	0	23	0
	76		73	

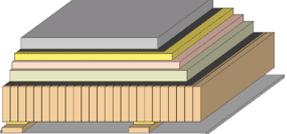
### Kasten

Kasten mit Beschwerung, nass ohne / mit Bekleidung

	Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
	Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0 / 0	0	0 / 0
DIN 4109	0 / 0	x	0 / 0	x
SIA D 0189	3	x	3	x
	3		3	

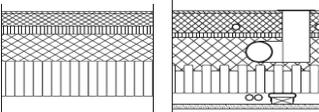
### Vollholz, Mehrschichtholz

Trenndecke: Holzmassivbau, Beschwerung, ohne / mit abgehängter Bekleidung, nass

	Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
	Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0 / 3	0	
DIN 4109	5 / 1	0	5 / 0	0
SIA D 0189	0	0	0	0
	5 / 4		5 / 0	

### Holz-Beton-Verbund

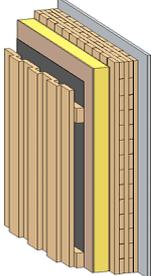
Trenndecke: Holz-Beton-Verbund, ohne / mit Abhängung, nass

	Luftschall R w (C ; Ctr)		Trittschall Ln, w (Ci)	
	Labormessung	Werte abgeleitet	Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	1 / 0	4 / 0	1 / 0
DIN 4109	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
SIA D 0189	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	1		1	

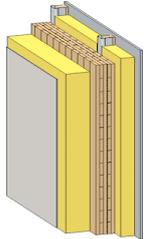
## Aussenwandsysteme

### Massivholzbau

Holzmassivplatten, ohne / mit Installationsebene; Aussenbekleidung

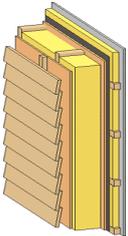
		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	9
	DIN 4109	1	0
	SIA D 0189	1	0

Holzmassivplatten, mit Installationsebene, Aussenputz

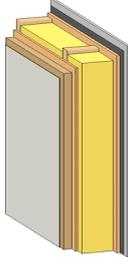
		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	4
	DIN 4109	0	0
	SIA D 0189	0	0

### Holzrahmenbau

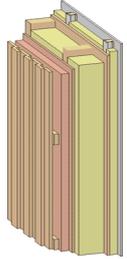
Holzrahmenbau, mit Installationsebene, Aussenbekleidung

		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	3	120
	DIN 4109	0	0
	SIA D 0189	2	0

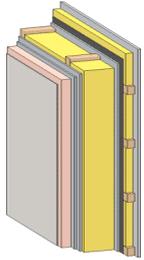
Holzrahmenbau, nicht hinterlüftet, ohne Installationsebene, Aussenputz

		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	2	98
	DIN 4109	4	0
	SIA D 0189	0	0

## Holzrahmenbau, hinterlüftet, mit Installationsebene, Aussenbekleidung

	Quellen	Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	107
	DIN 4109	0	0
	SIA D 0189	0	0

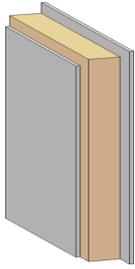
## Holzrahmenbau, nicht hinterlüftet, mit Installationsebene, Aussenputz

	Quellen	Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	5	710
	DIN 4109	5	0
	SIA D 0189	0	0

## Innenwandsysteme

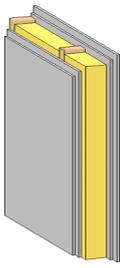
### Holzmassivbau

Holzmassivbau, ohne Installationsebene

		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	3
	DIN 4109	0	0
	SIA D 0189	0	0

### Holzrahmenbau

Holzrahmenbau, ohne Installationsebene

		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	0
	DIN 4109	61	0
	SIA D 0189	29	0

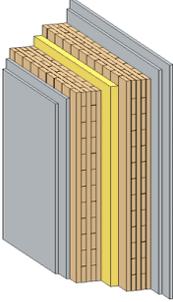
Holzrahmenbau, mit Installationsebene

ohne Bild		Luftschall R w (C ; Ctr)	
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	2
	DIN 4109	6	0
	SIA D 0189	29	0

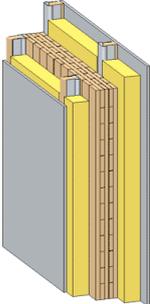
## Trennwandsysteme

### Holzmassivbau

Holzmassivplatten, ohne Installationsebene

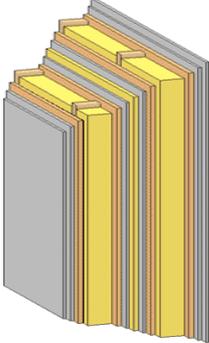
	Luftschall R <sub>w</sub> (C ; Ctr)		
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	2	5
	DIN 4109	3	0
	SIA D 0189	1	0

Holzmassivplatten, mit Installationsebene

	Luftschall R <sub>w</sub> (C ; Ctr)		
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	0	6
	DIN 4109	0	0
	SIA D 0189	0	0

### Holzrahmenbau

Holzrahmenbau, ohne Installationsebene

	Luftschall R <sub>w</sub> (C ; Ctr)		
		Labormessung	Werte abgeleitet
	Dataholz.com	1	24
	DIN 4109	10	0
	SIA D 0189	2	0

### A.3 Systematik der Bauteile

Die Zusammenstellung der wichtigsten Bauteile und eine erste Analyse dienen als Grundlage zur Abklärung des Bedarfs an schalltechnischen Kennwerten für Bauteile und Bauteilkombinationen.

#### Ziel

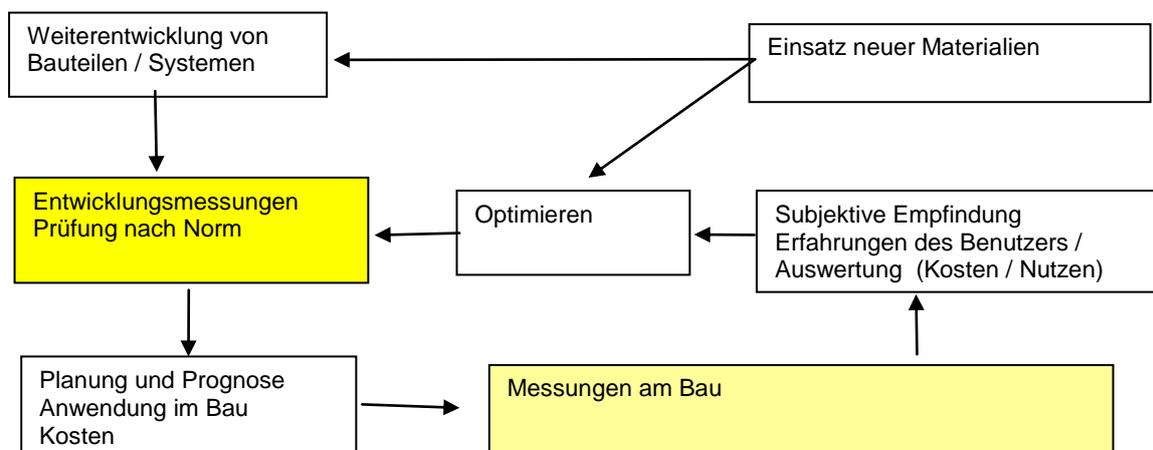
- Schalltechnische Kennwerte für die Planung
- Evaluation von Konstruktionen und Bedarf an Messungen im Labor
- Koordination der Messungen

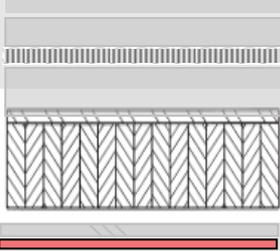
#### Vorgehen

Die Weiterentwicklung von Bauteilen im Holzbau mit verbessertem Schallschutz erfolgt zur Zeit meistens, indem angepasste Lösungen an einem Gebäude umgesetzt werden. Im günstigen Fall werden Messungen durchgeführt. Die Resultate zeigen die Qualität am spezifischen Objekt. Die mehrfache Umsetzung derselben Konstruktion ist oft nicht gegeben, da nicht vergleichbare Randbedingungen herrschen und somit die Resultate nicht verglichen werden können.

Im Labor unter definierten Bedingungen durchgeführte Messungen sind reproduzierbar und vergleichbar im Gegensatz zu Messungen am Bau. Die Messungen können sowohl als Entwicklungsmessungen als auch als kostenintensivere zertifizierte Messungen erstellt werden.

Die Erfassung, Auswertung und Gegenüberstellung von Labor- und Baumesungen mit der subjektiven Beurteilung durch die Benutzer bildet die Basis für eine gezieltere Weiterentwicklung von Bauteilen. Mit einer optimierten Durchführung von Mess-Serien können Kosten reduziert werden, indem Grundstrukturen von Bauteilen für verschiedenen Aufbauten verwendet werden.



**Decke****Massivholz****Aufbau / Gruppierung der Bauteile:**

- Rohdecke + Estrichaufbau
- Rohdecke + Rohdeckenbeschwerung + UB-Aufbau
- Rohdecke + Estrichaufbau + Deckenbekleidung
- Rohdecke + Rohdeckenbeschwerung + Estrichaufbau + Deckenbekleidung

Luftschall  $R_w$ :  
Trittschall  $L_{n,w}$ :

**Prinzip Schalltechnisches**

Decke mit hohem Gewicht  
Trittschalldämmung 2-schalige Konstruktion  
Schwerer Unterlagsboden  
mit abgehängter Decke ca. 60 mm i.R. erhöhte Anforderungen erreicht

**Schallübertragung**

Auflager  
Sturz

**Nebenwege**

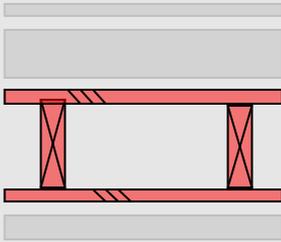
Anschlüsse des schwimmenden Unterlagsbodens an  
Wand; Stellstreifen  
Schallbrücken in der Trittschalldämmung durch  
Installationen  
Aussen- oder Trennwand tragend

**Potential**

Unterlagsboden (Gewicht, Struktur ...)  
Trittschalldämmung (Material, Struktur ...)  
Struktur der abgehängten Decke  
Verbindung Beton-Holz

## Decke

### Kastendecke



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

- Rohdecke + Estrichaufbau
- Rohdecke + Rohdeckenbeschwerung + UB-Aufbau
- Rohdecke + Estrichaufbau + Deckenbekleidung
- Rohdecke + Rohdeckenbeschwerung + Estrichaufbau + Deckenbekleidung

Luftschall  $R_w$ :  
Trittschall  $L_{n,w}$ :

#### Prinzip Schalltechnisches

Decke mit gutem Verhältnis Gewicht / Statik  
Trittschalldämmung 2-schalige Konstruktion  
Schwerer Unterlagsboden verbessert Schalldämmung  
mit Deckenbekleidung ca. 60 mm i.R. 3–6 dB  
Verbesserung  
Anforderungen erreicht mit Deckenbekleidung

#### Schallübertragung

Auflager  
Sturz

#### Nebenwege

Anschlüsse des schwimmenden Unterlagsbodens an  
Wand;  
Stellstreifen  
Schallbrücken in der Trittschalldämmung durch  
Installationen  
Aussen- oder Trennwand tragend

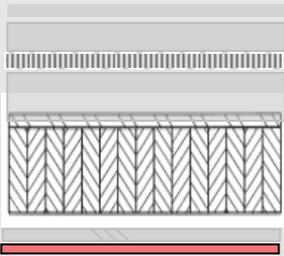
#### Potential

Unterlagsboden (Gewicht, Struktur, Gewichtsverteilung)  
Beschwerung im Kasten (Gewichtsverteilung, Feder /  
Masse)  
Trittschalldämmung (Material, Struktur ...)  
Verbindungen Holz – Tragsicherheit / akustischer Nutzen

Bauherrschaft wünscht sichtbare Holzoberflächen

## Decke

### Holz-Beton-Verbund



#### Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

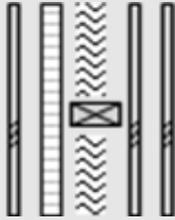
- Rohdecke + Estrichaufbau
- Rohdecke + Rohdeckenbeschwerung + UB-Aufbau
- Rohdecke + Estrichaufbau + Deckenbekleidung
- Rohdecke + Rohdeckenbeschwerung + Estrichaufbau + Deckenbekleidung

Luftschall  $R_w$ :  
Trittschall  $L_{n,w}$ :

Prinzip Schalltechnisches	Decke mit hohem Gewicht Trittschalldämmung 2-schalige Konstruktion Schwerer Unterlagsboden mit abgehängter Decke ca. 60 mm i.d.R. erhöhte Anforderungen erreicht
Schallübertragung	Auflager Sturz
Nebenwege	Anschlüsse des schwimmenden Unterlagsbodens an Wand; Stellstreifen Schallbrücken in der Trittschalldämmung durch Installationen Aussen- oder Trennwand tragend
Potential	Unterlagsboden (Gewicht, Struktur ...) Trittschalldämmung (Material, Struktur ...) Struktur der abgehängten Decke Verbindung Beton-Holz  Bauherrschaft wünscht sichtbare Holzoberflächen

## Aussenwand

### Rahmenbau



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

Rahmen + Aussteifung

Rahmen + Aussteifung + Aussenverkleidung

Luftschall  $R_w$ :

Prinzip Schalltechnisches

Inhomogene Konstruktion  
Biegeweiche Verkleidungen  
Hohlraumbedämpfung  
Ev. Innenbekleidung mit Installationshohlraum

Schallübertragung

Auflager  
Flankenübertragung  
Konstruktive Aussteifungen erhöhen  
die Schallübertragungen

Nebenwege

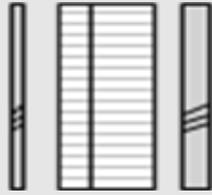
Flankenübertragung werden reduziert durch Innenverkleidung mit Installationsebene

Potential

Kostenreduktion - ohne Innenverkleidung  
Schalltechnisch günstige Aussteifungen  
Schalltechnisch günstige Aussenverkleidung  
Kombination Schall- / Wärmeschutz

## Aussenwand

### Massivholzplatten



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

Massivholzwände  $d \geq 60$  mm;  $d \geq 100$  mm mit oder ohne zusätzliche Beplankung mit Holzwerkstoff- oder Gipsfaserplatten

Luftschall  $R_w$ :

Prinzip Schalltechnisches

Wand mit erhöhtem Gewicht  
Masse und entkoppelte Verkleidung innen und aussen

Schallübertragung

Flankenübertragung

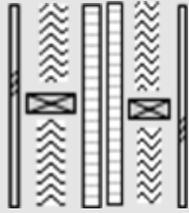
Nebenwege

Schalleinleitung vom Estrich in die Wand  
Aussen- oder Trennwand tragend  
Reduktion der Flankenübertragungen  
Steife Konstruktion  
Kombination Lasten und Deckenaufleger

Potential

## Wohnungstrennwand

### Rahmenbau



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

Rahmen + Aussteifung  
Rahmen + Aussteifung + Innenverkleidungen

Luftschall      R w:

Schalltechnisches Prinzip

Inhomogene Konstruktion  
Biegeweiche Verkleidungen  
Hohlraumbedämpfung  
Ev. Innenbekleidung mit Installationshohlraum

Schallübertragung

Anschlüsse im Erdgeschoss zum Untergeschoss

Nebenwege

Betonkonstruktion, durchlaufende Decken z.B. im  
Untergeschoss  
Anschlüsse des schwimmenden Unterlagsbodens an Wand;  
Stellstreifen

Potential

Optimale Dimensionen der Tragkonstruktion / Schallschutz

Mehrgeschossig: höhere Lasten, steifere Konstruktionen  
ohne / mit Wandverkleidung / Installationsebene

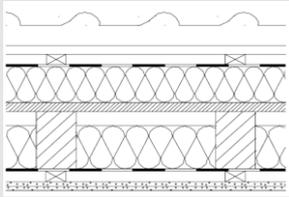
Verbindungen zur Aussteifung  
Aufbau

Verbindungen mit Geschossdecken, Bauteilen in Beton

Auflage von durchlaufenden Deckenelementen auf Holz, Beton

## Steildach

### Sparren



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

Sparren + Aussteifung  
Sparren + Aussteifung + Innenverkleidungen

Luftschall      R w:

Schalltechnisches Prinzip

Mehrschalige Konstruktionen  
Entkopplung der Innenbekleidung  
Beschwerung

Schallübertragung

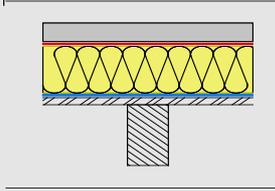
Flankenübertragung

Nebenwege

Anschlüsse an Wohnungstrennwände  
Verkleidungssystem an Fassaden

## Flachdach

### Balken



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

Sparren + Aussteifung  
Sparren + Aussteifung + Innenverkleidungen

Luftschall      R w:

Schalltechnisches Prinzip

Mehrschalige Konstruktionen  
Entkopplung durch abgehängte Deckenverkleidung  
Beschwerung über der Konstruktion

Schallübertragung

Beschwerung durch Begrünung

Nebenwege

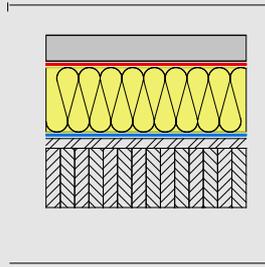
Öffnungen in der Dachfläche (Lichtkuppeln)

Potential

Neue Tragsysteme in Holz  
Erhöhte Wärmedämmung

## Flachdach

### Massivholz



Aufbau / Gruppierung der Bauteile:

Massivholz

Luftschall      R w:

Schalltechnisches Prinzip

Gewicht  
Entkopplung durch abgehängte Deckenverkleidung  
Bescherung über der Konstruktion

Schallübertragung

Beschwerung durch Begrünung

Nebenwege

Öffnungen in der Dachfläche (Lichtkuppeln)

Potential

Neue Tragsysteme in Holz  
Erhöhte Wärmedämmung