

Holzhochhaus HoHo Wien

DI Dr. techn. Richard Woschitz
Woschitz group GmbH
Wien, Österreich



Holzhochhaus HoHo Wien

Kurzfassung

Das entworfene Tragwerkskonzept für ein Holzhochhaus beruht auf einem massiven Aussteifungskern und einem modular vorgefertigten Holzbau bestehend aus Brettschichtholzstützen, Fertigteilträgern, Holz-Beton-Verbunddecken und Brettsperrholzwänden. Die Verbindung der Bauelemente erfolgt vorwiegend über Vergussmörtel und Bewehrungsseisen. Eine wesentliche Aufgabe bei der konstruktiven Durchbildung ist das Erreichen einer ausreichenden Robustheit des Gesamtsystems durch vertikale und horizontale Zugverankerungen. Aufgrund der im Endzustand sichtbaren Holzoberflächen spielten neben den statischen Anforderungen bei den Holzbaudetails auch schalltechnische Anforderungen eine Rolle.

1. Einleitung

In der Seestadt Aspern in Wien entstand im Oktober 2016 ein rund 84 m hohes Holzhochhaus. Von der Lage her befindet es sich direkt neben der im Jahr 2013 verlängerten U-Bahn-Linie U2 und dem künstlich angelegten See des neuen Stadtgebietes. Das Hauptgebäude besteht aus drei gekoppelten Bauteilen mit je 9, 15 und 23 Stockwerken und einem kleineren 5-stöckigen Nebengebäude. Das Hochhaus ist zweifach unterkellert und steht auf einer kombinierten Pfahl-Platten-Gründung. Aufgrund des angrenzenden Sees wurde die Baugrube mit einer dichten Schlitzwand hergestellt. Die Primärtragstruktur ist eine Kombination aus Aussteifungskern in Beton und ange-dockter Holzkonstruktion. Für den Holzbau selbst wurde eine einfache Tragstruktur bestehend aus drei Grundbausteinen gewählt: Deckenelement, Randträger und Stütze.



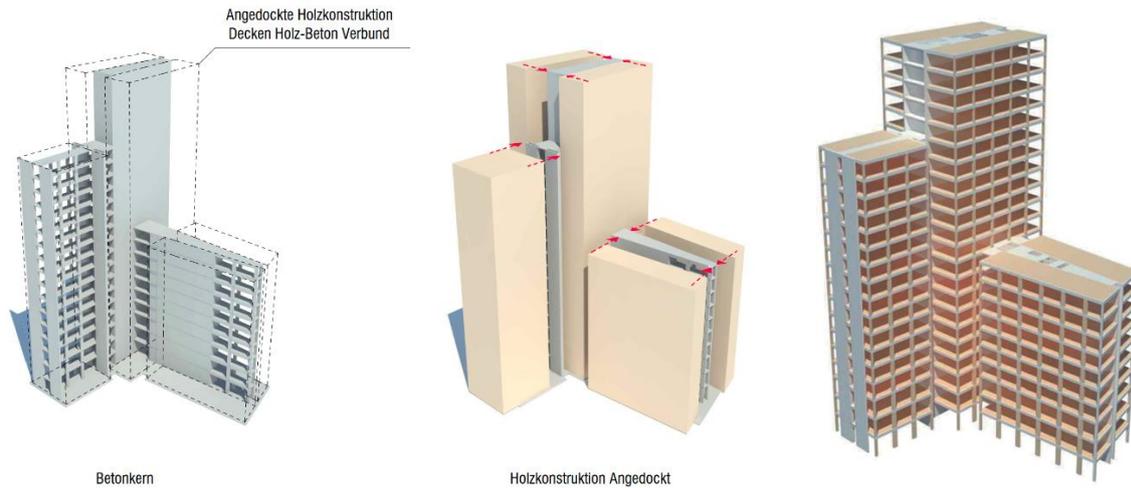
HOHO Wien

Die geschossweise Lastabtragung erfolgte über Holz-Beton-Verbund-Deckenelemente (Brettsperrholzplatten, Schubkerven, Aufbeton), welche auf einem umlaufenden Betonfertigteilträger aufgelagert sind. Ein schubsteifes Deckenfeld kann durch das nachträgliche Vergießen von Aussparungen im Aufbeton und durch Bewehrungsanschlüsse realisiert werden.



Musterbüro Foto: Cetus

Der als Durchlaufträgersystem ausgebildete Randträger liegt auf blockverleimten Brettschichtholzstützen auf, welche die Vertikallasten vom obersten Geschoss bis zum Kellergeschoss abtragen. Die außenliegende Wandausfachung besteht aus Brettsperrholzplatten mit bereits werkseitig eingebauten Fenstern und ist nicht Teil der Primärtragstruktur.



Primärtragstruktur mit Betonkern und angedockter Holzkonstruktion

2. Montageprinzip und Unterschied zum Betonbau

Das gewählte Montageprinzip (siehe Abb. a) spiegelt sich im sogenannten Systemknoten, der Verbindung von Stütze-Träger-Decke (siehe Abb. b), wider. Die einzelnen Bauteile können witterungsabhängig und qualitätsgesichert im Werk vorgefertigt werden. Der hohe Vorfertigungsgrad ermöglicht eine rasche, einfache Montage auf der Baustelle. Sowohl die Stützen als auch die Deckenelemente und Fertigteilträger wurden über Bewehrungsstäbe und lokale Aussparungen mit Vergussmörtel kraftschlüssig untereinander verbunden. Die somit geschaffenen Zugverankerungen verleihen dem globalen Tragsystem die nötige Robustheit.

Ein wesentlicher Unterschied der vorgefertigten Bauweise zum konventionellen Betonbau liegt in der schwierigeren Umsetzung dieser Robustheitsanforderungen. Die Ortbetonbauweise ermöglichte aufgrund der homogenen Bauweise mit Bewehrungsübergriffen zwischen den einzelnen Betonierabschnitten eine einfache Ausbildung durchgängiger Zugverankerungen, wie Deckenroste und durchgehend zugfeste Stützenverbindungen. Bei Vollfertigteilen sind hierfür jedoch detailliertere Überlegungen hinsichtlich der konstruktiven Knotendetaillausbildung, Bauteilfugen und Toleranzen erforderlich.

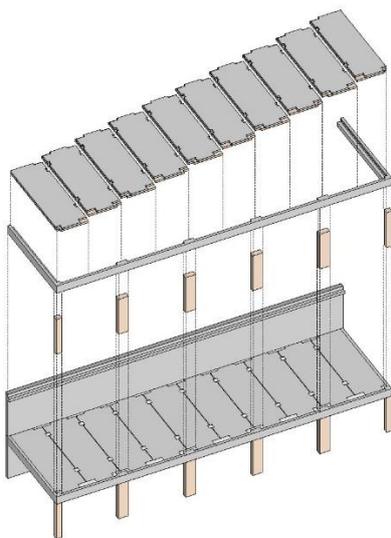


Abbildung a: Montageprinzip Holzbau

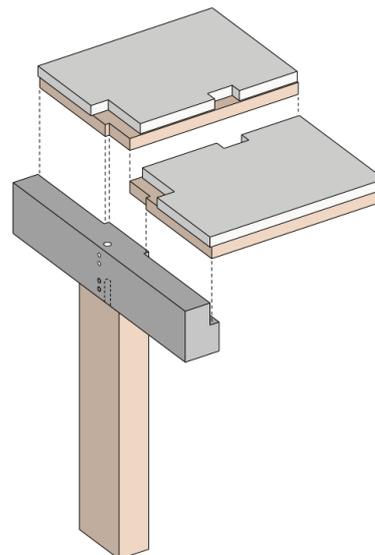


Abbildung b: Systemknoten Stütze-Träger-Decke

3. Vertikale Zugverankerung der Stützen

Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit sind vor allem bei Gebäuden mit erhöhten Schadensfolgen ausreichende Zugverankerungen zwischen den einzelnen Bauteilen wichtig, weil diese z. B. bei lokalen Schäden eine gewisse Redundanz bzw. Lastumlagerung im Tragssystem ermöglichen. Bei den Holzstützen vom HoHo wurden die vertikalen Zuganker mittels eingeklebter Bewehrungseisen realisiert. Die kraftschlüssige Verbindung der Stützen untereinander erfolgt über gewellte Aussparungsrohre in den Randträgern und durch Verguss mit schnell aushärtendem schwindarmen Mörtel. Das Auflagerdetail der Holzstützen wurde so konzipiert, dass über Stahlplatten noch eine Höhenjustierung im Bauzustand erfolgen kann. Die planmäßig vorgesehene Versetzluft wurde danach mit sehr fließfähigem Mörtel verfüllt. Um einen lokalen Stützenentfall kompensieren zu können, wird darüber hinaus der Deckenrandträger als Durchlaufträger dimensioniert, sodass er die Belastung einer Stütze im außergewöhnlichen Fall auch auf die danebenliegenden Stützen umlagern kann. Bei Entfall einer Einzelstütze kann somit ein progressiver Kollaps des gesamten Gebäudes vermieden werden.

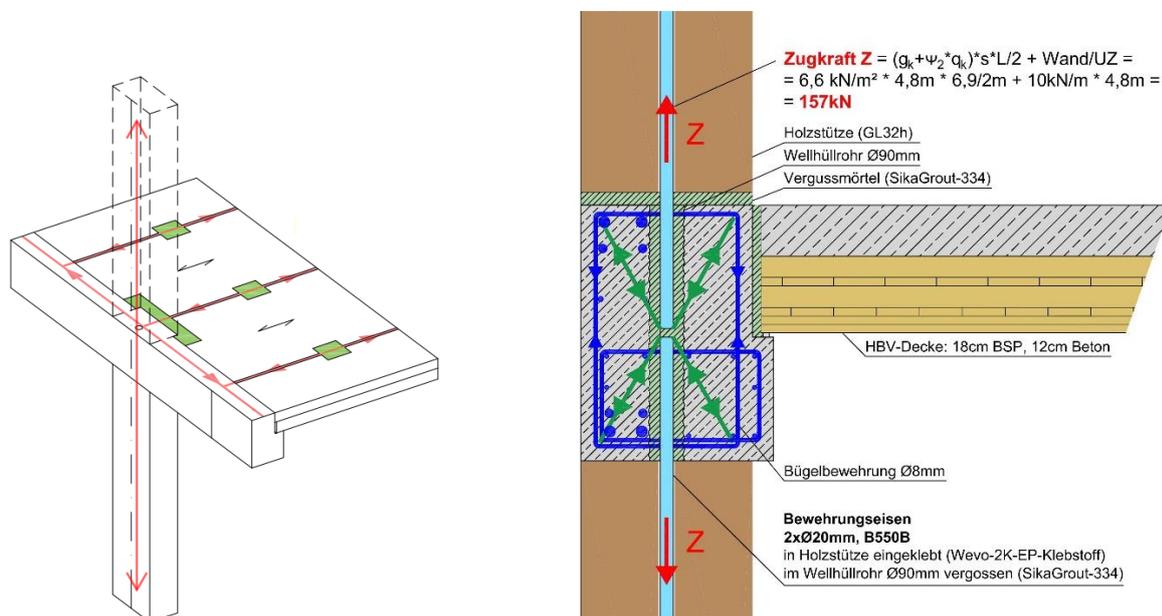


Abbildung: Vertikale Zugverankerung der Stützen

Die aufzunehmende Zugkraft ergibt sich aus der quasi ständigen Belastung im Lasteinzugsbereich einer Holzstütze und beträgt $Z=157 \text{ kN}$. Der maßgebende statische Nachweis für den Tragwiderstand der Zugverankerung aus $2 \times \text{DN}20 \text{ mm}$ (B550B) im außergewöhnlichen Zustand lautet:

$$\text{Stahlversagen Bewehrung: } Z_{s,rd} = 2 \times 3,14 \text{ cm}^2 \times 55 \text{ kN/cm}^2 = 345 \text{ kN}$$

$$\text{Verankerung im Vergussmörtel: } Z_{b,rd} = Z_{s,rd} \times l_{b,vor} / l_{b,d} = 345 \text{ kN} \times 26 \text{ cm} / 46 \text{ cm} = 195 \text{ kN}$$

$$l_{b,d} = (d_s/4) \times (f_{yk}/f_b) \times 0,7 = 2/4 \times 55/0,42 \times 0,7 = 46 \text{ cm}$$

Nachweis:

$$Z = 157 \text{ kN} < Z_{rd} = 195 \text{ kN} \text{ (81\% Auslastung)}$$

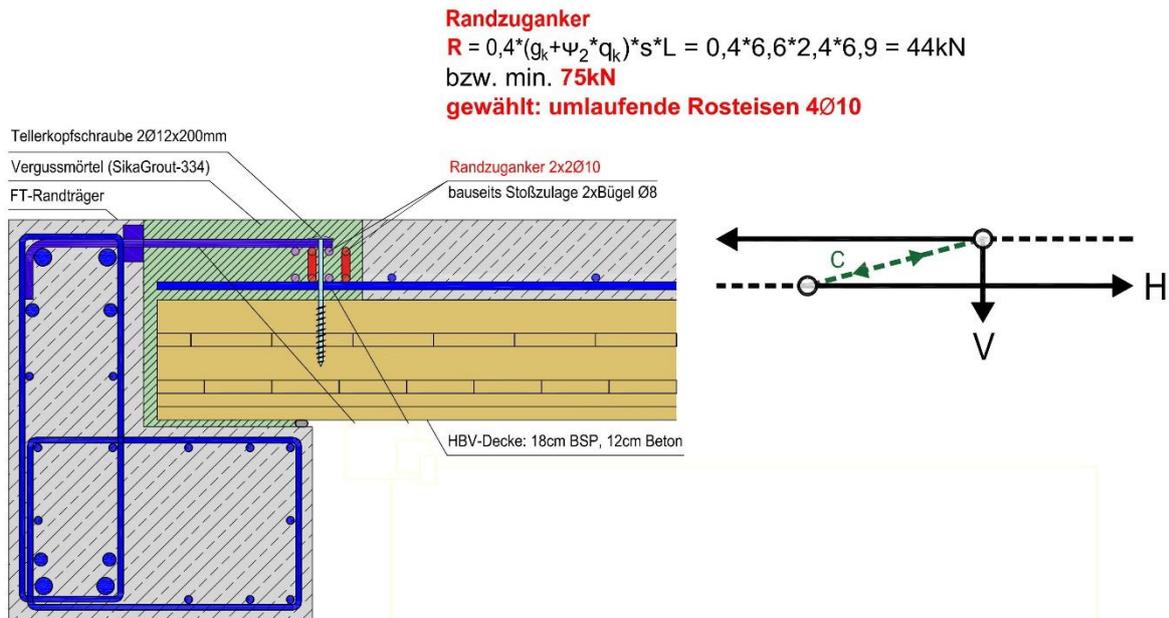


Abbildung: Randzuganker

4. Brettsperrholz-Wandbefestigung

Die vorgefertigten Bauelemente der Außenwände aus Brettsperrholz sind 4,8 m breit (=Stützenraster) und im Mittel ca. 3,2 m hoch (=Geschosshöhe – 30 cm) und wurden an der primären Tragstruktur so befestigt, dass sie keine globalen Lasten mitabtragen und mögliche Stauchungen in den Stützen aufgenommen werden können. Dies erfolgte durch einen vertikal verschieblichen Anschluss am Kopfpunkt der Wandelemente (Z-Winkel und Passstück, siehe Abb.). Die sekundäre Tragkonstruktion trägt somit nur lokale Windlasten und das Eigengewicht der Wand plus Fassadenaufbau ab und wird auch nicht für die Gebäudeaussteifung herangezogen.

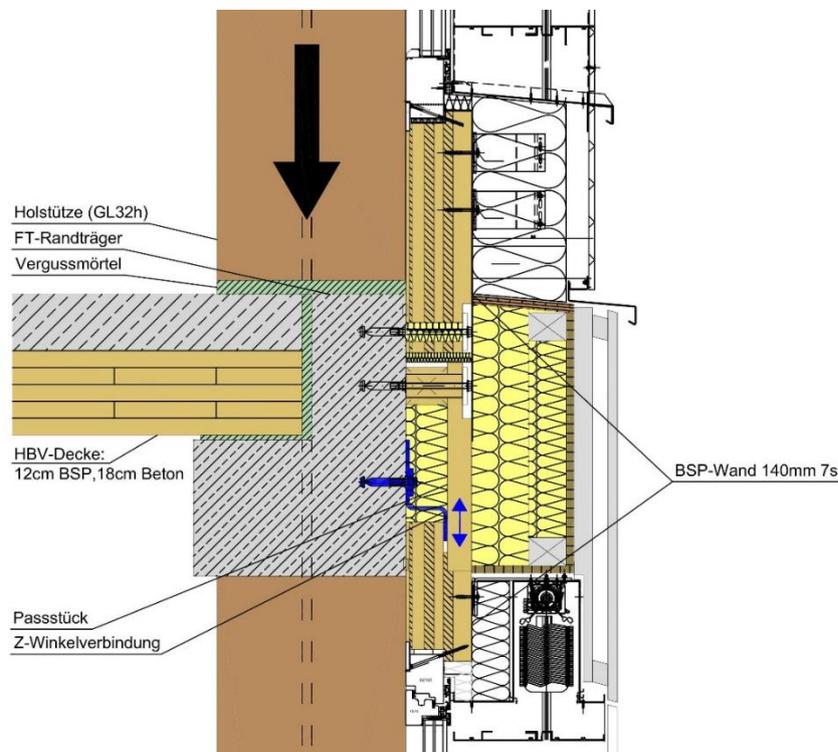


Abbildung: Detail Wandbefestigung

5. Schalltechnische Konstruktionsdetails

Eine wesentliche Vorgabe seitens des Bauherrn war, dass die tragende Holzkonstruktion sichtbar bleibt und nicht mittels abgehängter Decken oder Vorsatzschalen verkleidet wird. Damit die schalltechnischen Anforderungen dennoch erfüllt werden können, mussten im Bereich der Decken, Stützen und Brettsperrholzwände zur Schall- Entkoppelung Trennschnitte vorgesehen werden (siehe Abb.). Diese Schalltrennfugen verhindern eine unzulässige Schallweiterleitung zwischen zwei Nutzungseinheiten. Sollte an den optional definierten Stellen im späteren Ausbau doch keine Trennwand anschließen, wird die Fuge mit einer Deckleiste kaschiert, dies ermöglicht die nötige Flexibilität für die Nutzung.

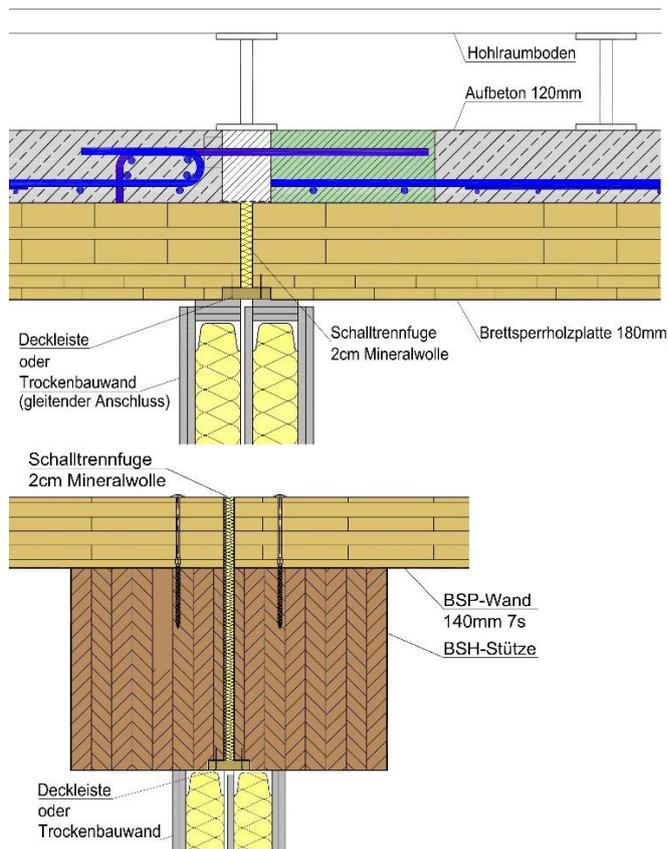


Abbildung: Konstruktionsdetails Schallschutz: Schalltrennfugen in Decke und Wand/Stütze



Abbildung: Fotos: Ausführung ohne/mit Schalltrennfugen

6. Details – Fokus Bauphysik

Fassade – vorgefertigtes BSP-Element mit hinterlüfteter Fassade

Beim Fassadenbauteil kam Brettsperrholz als raumbildendes Element zum Einsatz. Aufgrund der Sensibilität von Holz bezüglich Feuchtigkeit und der beim Hochhaus zu erwartender überdurchschnittlicher Belastung durch Wind und Witterung, wurde das Fassadenelement besonders im Hinblick auf die bauphysikalischen Dichtheitsanforderungen (aber auch Schallschutz- und Wärmeschutzanforderungen) geplant.



Abbildung: Montage Fassadenelement

Die vorgefertigten geschoßhohen Fassadenelemente wurden sowohl hinsichtlich Schlagregendichtheit und konstruktivem Feuchteschutz als auch Luftdichtheit und Feuchtetransport über Konvektion von innen (Berücksichtigung möglicher Trocknungsrisse von BSP) betreffend geplant. Die Fassadenkonstruktion wurde auf die für Holzbau neuen erhöhten Anforderungen dimensioniert. Als Grundlage hierfür diente die Baustoffliste OE-Vorhangfassaden und der dort definierten Normen sowie die ÖNORM B 5300 für die Fenster. Windbelastungen wurden gemäß ÖNORM EN 1991-1-4 und nationalem Anhang festgelegt. Der funktionelle und normative Nachweis wurde im Fassadenprüfstand der Magistratsabteilung 39 mittels Prüfungen geführt. Zu diesem Zwecke wurden folgende Varianten der geprüft.

Übersicht Prüfscenario

Tabelle 1: Prüfscenario

	Prüfung	HOHO / Eternit-Fassade (24 Geschoße)	HOHO Next / Holz-Fassade (5 Geschoße)
Bauphysik	Schallschutz		
	Prüfstand B x H = 3,4 x 2,4 m	Fassade ohne Fenster	Fassade ohne Fenster
		Fassade mit Fenster	Fassade mit Fenster
	Dichtheit / Belastung		-
	Prüfstand B x H = 3,4 x 3,2 m	Fassade mit Fenster - Luftdurchlässigkeit - Schlagregendichtheit - Widerstand gegen Windlast - Sicherheitsprüfung	-

Fassadenaufbau

WA01 Außenwand - BSP (Eternitfassade)

Neubau

Awh

A-I, Hochhaus

		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Eternit-Beplattung lt. Bauherr	0,0120		
2	Hinterlüftung ($\geq 200\text{cm}^2/\text{lfm}$) / UK	0,0500		
3	Windbremse (sd $\leq 0,3$ m; UV-beständig)	0,0002	0,330	0,001
4	• Mineralwolle / Metall-UK (therm. getrennt)	0,2000	0,035	5,714
5	Folie SIGA Wigluv (sd < 2 m)	0,0005	0,330	0,002
6	Brettsper Holz (Dicke mit TWP abstimmen)	0,1400	0,130	1,077
Wärmeübergangswiderstände				0,260
		0,4030	RT =	7,054
			Uc =	0,182

Die Alu-Unterkonstruktion wurde mittels thermisch entkoppelten Systems (Hilti Eurofox) ausgeführt. Punktuellen Montagepunkte wurden in der U-Wert Berechnung berücksichtigt.

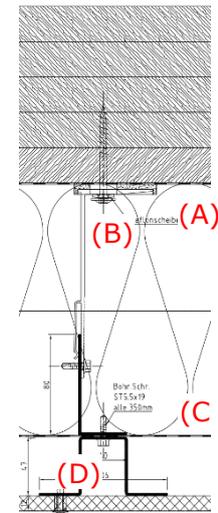


Abbildung:
Aufbau Fassade

Beständigkeit, konstruktiver Feuchteschutz, Dichtheit

Unter Berücksichtigung der geforderten Sichtholzqualität im Inneren und aufgrund der erhöhten Belastung mussten an der Fassade – verglichen mit niedrigeren Gebäuden in BSP-Bauweise – Zusatzmaßnahmen zur Gewährleistung der Dichtheit und Beständigkeit getroffen werden.

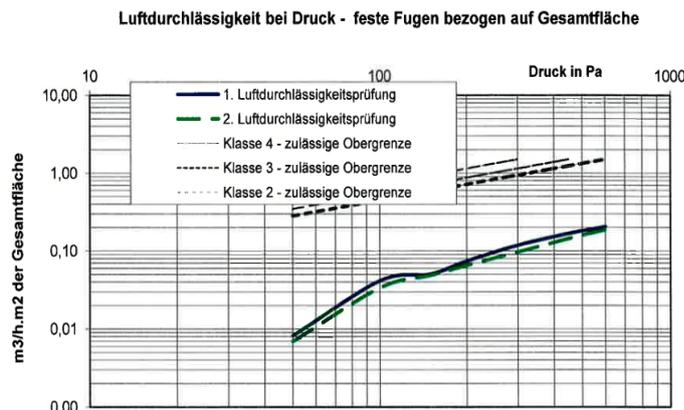


Abbildung: Ergebnis Luftdurchlässigkeitsprüfung

- (A) Im Fassadenaufbau wurde daher eine zusätzliche feuchtebeständige Dichtebene in Form einer werksseitig vollflächig verklebten Folie zwischen Brettsper Holz und Wärmedämmung angeordnet. Diese zusätzliche Dichtebene diente auch als Feuchte- und Schlagregenschutz im Bauzustand.
- (B) Verschraubungen der Alu-Unterkonstruktion der hinterlüfteten Fassade wurden mittels Teflonscheiben zusätzlich abgedichtet.
- (C) Fassadenbahn
- (D) Vertikale Fugen der Fassadenbeplattung aus Eternit wurden mit Hutprofilen hinterlegt
- (E) Zu- und Abluftöffnungen geschoßweise

Fensteranschlussdetail

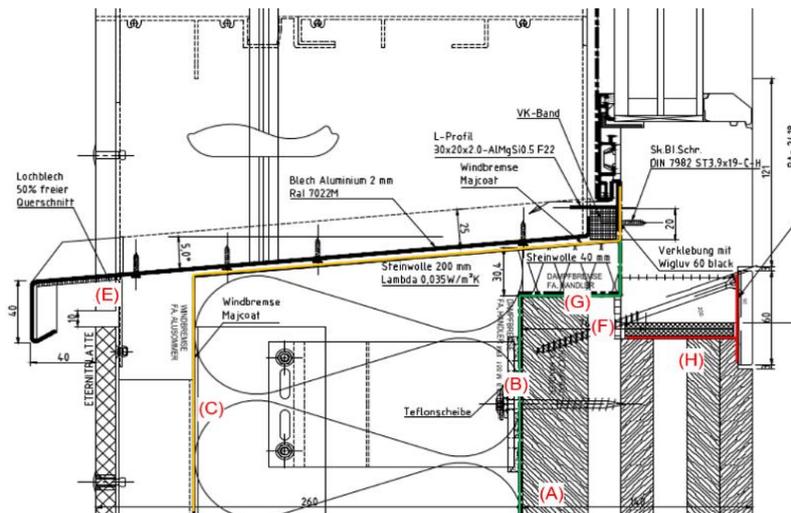


Abbildung: Fensteranschlussdetail

Bei der Prüfung des Fassadenbauteils im Prüfstand wurde die Fensteranschlussfuge mit-geprüft, um die Tauglichkeit zu verifizieren und etwaige Schwachstellen vorzeitig zu erkennen. Maßgebende beim Fensteranschluss war, dass

- (F) ein umlaufender in einer Ebene liegender Anschlagfalz im Brettsperrholz für die Fenstermontage vorhanden war,
- (G) eine durchgängige Verklebung der Fenster hin zur Feuchteschutzebene (A) zwischen Dämmung und BSP sichergestellt wurde,
- (H) eine stirnseitige Abklebung des BSP in Fensterstockebene erfolgte, um die Luftdichtheit trotz etwaiger Holzrisse sicherzustellen und konvektiven Feuchteintrag in die Bauteilanschlussfuge zu vermeiden.

Der Einbau der Fenster und die Verklebung der Anschlussfugen erfolgte werksseitig unter optimalen Bedingungen, um eine bestmögliche Qualität sicherzustellen.

Prüfergebnisse

Mit der Klassifizierung und Einreihung der Prüfergebnisse der Eternitfassade konnte belegt werden, dass die Anforderungen an die Fassade für das Projekt HOHO erfüllt werden.

Klassifizierung Fassadenprüfung

Leistungseigenschaft ÖNORM EN 13830	Anforderung	Einreihung / Ergebnis	Beurteilung
Luftdurchlässigkeit	≥ Klasse 4 Prüfung bis 1050 Pa	Klasse AE 1050	✓
Schlagregendichtheit	Klasse E 1050 A	Klasse RE 1050	✓
Widerstand gegen Windlast	Sog -2950 Pa / Druck +2090 Pa	Sog -3000 Pa / Druck +2090 Pa	✓
Sicherheitsprüfung	-	Sog -4425 Pa / Druck +3135 Pa	✓

Mit den Prüfergebnissen aus dem Prüfstand konnte betreffend Schallschutz ein ausreichender Schallschutz der Außenbauteile nachgewiesen werden.

Fassadenprüfung Schalldämm-Maß

Bauteil	Anforderung	Ergebnis	Beurteilung
Bewertetes Schalldämm-Maß opaker Außenbauteile	$R_w \geq 44$ dB	$R_w \geq 46$ dB	✓
Bewertetes Schalldämm-Maß opaker Außenbauteile + Fenster	$R_{res,w} \geq 39$ dB	$R_{res,w} \geq 45$ dB	✓

6.1. Trenndeck – Holz-Beton-Verbunddecke mit Hohlraumboden

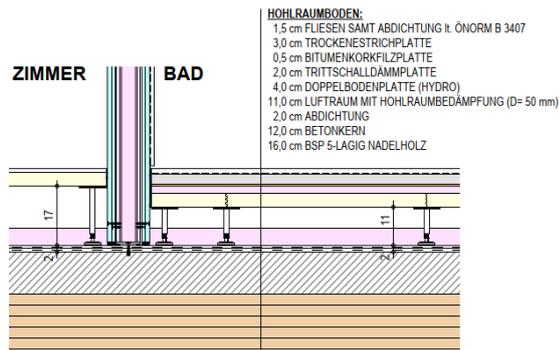


Abbildung: Aufbau Trenndecke

Neuheit der Holz-Beton-Verbund-Deckenelemente für das HOHO lag vorwiegend am stark reduzierten Anteil an Stahlverbindungsmitteln und der Vorfertigung, realisiert durch den Einsatz neuartiger Verbindungen zwischen Holz und Beton. Dadurch wurden Kosten sowie Bauzeit reduziert.

Seitens Bauphysik wurde die Kombination aus den vorgefertigten HBV-Elementen mit Hohlraumbodenaufbau hinsichtlich Trittschallschutz untersucht.

Verbesserungsmaßnahmen, wie eine abgehängte Decke, war aufgrund der Sichtholz-Anforderung nicht möglich. Optimierungspotential bestand in der Entkoppelung der Hohlraumboden-Stützen, sowie im Aufbau (inkl. Belag) über dem Hohlraumboden.

Aufbauvarianten

Im Trittschallprüfstand der TU-Graz wurden unterschiedliche Bodenvarianten geprüft und optimiert. Anbei ein Auszug der relevanten Aufbauten:

Bodenaufbauten - Trittschall

Nr:	Aufbau	$L_{n,w}$
2	<ul style="list-style-type: none"> - 15 mm Parkettboden auf Granulatmatte (d = 5 mm) - 40 mm Hohlraumbodenplatte (FLOOR and more, G40) auf Stellfüßen mit Entkopplungsmaterial - 200 mm Luftzwischenraum bis UK Doppelbodenplatte mit Hohlraumbedämpfung (d = 50 mm) - 120 mm Betonkern - 160 mm BSP 5-lagig (Nadelholz) 	54 dB
4	<ul style="list-style-type: none"> - 10 mm Teppichfliesen - 40 mm Hohlraumbodenplatte (FLOOR and more, G40) auf Stellfüßen mit Entkopplungsmaterial - 200 mm Luftzwischenraum bis UK Doppelbodenplatte mit Hohlraumbedämpfung (d = 50 mm) - 120 mm Betonkern - 160 mm BSP 5-lagig (Nadelholz) 	48 dB
9	<ul style="list-style-type: none"> - ohne Belag - 30 mm Trockenestrich (Norit TE30) - 4-6 mm Bitumenkorkfilz (K1) - 20 mm Trittschalldämmung (TPE20) - 40 mm Doppelbodenplatte (FLOOR and more, G40) auf Stellfüßen mit Entkopplungsmaterial - 150 mm Luftzwischenraum bis UK Doppelbodenplatte mit Hohlraumbedämpfung (d = 50 mm) - 120 mm Betonkern - 160 mm BSP 5-lagig (Nadelholz) 	48 B

Integrale Aspekte – Entkoppelung Stützenfüße

Grundvoraussetzung für die trittschalltechnische Funktion des Hohlraumbodens auf der «leichten» HBV-Decke ist die optimale Entkoppelung der Stelzenauflager des Bodensystems. Hierfür war eine intensive Abstimmung erforderlich um die

- mögliche Belastbarkeit (Statik) zu gewährleisten ohne die
- Gebrauchstauglichkeit (Hersteller) des Bodensystems einzuschränken (Einfederung aufgrund der elastischen Entkoppelung) und dabei eine
- bestmögliche Entkoppelung des Bodensystems hinsichtlich Trittschall sicherzustellen.



Abbildung: Hohlraumboden; Stützenfuß

Messergebnisse

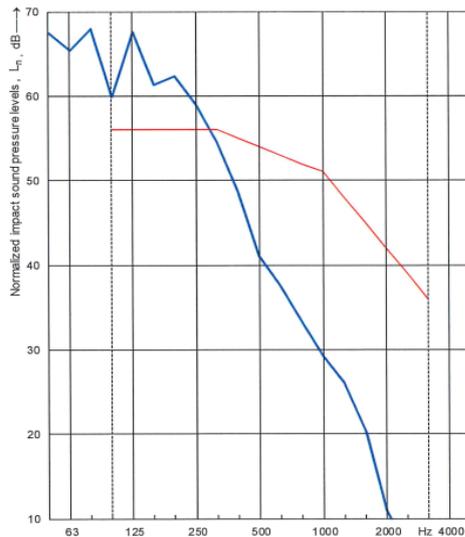


Abbildung: Trittschall Aufbau Nr. 2

Zur Einhaltung des erforderlichen bewerteten Standard-Trittschallpegels $L_{nT,w}$ wurden bei der Umrechnung der Versuchsergebnisse (bewerteter Norm-Trittschallpegels $L_{n,w}$) die unterschiedlichen Parameter der Empfangsräume vom HOHO (Raumvolumen, Korrekturfaktor für Flankenübertragung, Messtoleranz) berücksichtigt. Aufgrund konstanter Raumhöhe wurden Trittschall betreffende Grenzwerte, bezogen auf erforderliche Raumgrößen (m^2), bestimmt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kombination HBV-Decke - Hohlraumboden im tieffrequenten Bereich eine markante Schwächung bei 125 Hz aufweist, weshalb besonders bei kleinvolumigen Empfangsräumen (z.B. Hotelzimmern) der herkömmliche Hohlraumbodenaufbau verbessert werden musste. In diesen Räumen war über dem Hohlraumboden ein zusätzlicher entkoppelter Trockenestrich erforderlich.

Die in der Versuchsreihe optimierten Aufbauten weisen eine unterschiedliche Qualität der Trittschalldämmung auf. Abhängig von der Raumkonfiguration des Empfangsraums und der geplanten Nutzung wurden entsprechende Aufbauten mit ausreichender Qualität gewählt. Im Planungsprozess konnte die Anzahl unterschiedlicher Aufbauten so reduziert werden.

Trittschallkennwerte

Mindestfläche *	Aufbauvarianten		Bew. Norm-Trittschallpegel aus Prüfung $L_{n,w}$ (Prüfwert →)	Bew. Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ umgerechnet)
≥ 18 m ²	Aufbau Nr. 4 bzw. 7: Doppelboden + Teppichfliesen	Aufbau Nr. 9: Doppelboden + Trockenestrich mit TSD + Bitumenkorkfilz; Belag nach Wahl	≤ 48,1 dB	48 dB
≥ 40 m ²	Aufbau Nr. 8: Doppelboden + Trockenestrich mit TSD; Belag nach Wahl		≤ 51,5 dB	48 dB
≥ 70 m ²	Aufbau Nr. 2: Doppelboden + Parket auf Gummigranulat (Silentparkett)		≤ 54,0 dB	48 dB
≥ 100 m ²	Aufbau Nr. 5: Doppelboden + Parket auf Gummigranulat (Silentparkett)		≤ 55,5 dB	48 dB
≥ 120 m ²	Aufbau Nr. 6: Doppelboden + Belag nach Wahl		≤ 56 dB	48 dB

Systemknoten und schalltechnische Trennung von Nutzungseinheiten

Systemknoten

Basierend auf den neuartigen Lösungen für vorgefertigte Decken- & Fassadenelemente wurde ein neues Knoten-detail (Anschluss Decke-Wand) für das HOHO entwickelt. Der neue Systemknoten stellt die konstruktive Verbindung der in einem Knoten angrenzenden Bauteile dar und sollte dabei ein Optimum aus Anforderung hinsichtlich Schallschutz, Brandschutz und Robustheit, aber auch Wirtschaftlichkeit bzw. kurze Bauzeit darstellen und ohne nachträgliche Schutzanstriche oder Beplankung funktionieren.

Die Neuheit dabei war vor allem die Einsatzmöglichkeit des Werkstoffs Holz als tragendes Element im Bereich von Hochhäusern und den damit verbundenen erhöhten Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit.

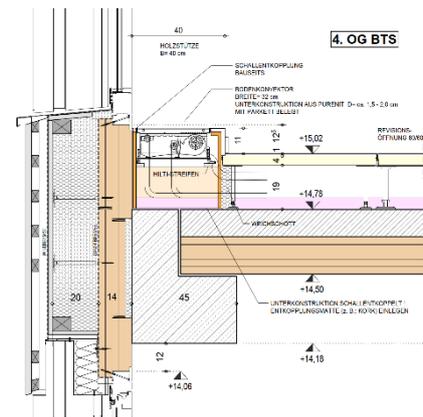


Abbildung: Schnitt Systemknoten

Schalltrennfugen / Entkoppelungen

Nutzungseinheiten im HOHO wurden durch Trockenbauwände getrennt, die parallel zur Spannrichtung der HBV-Decken vom STB-Kern bis an die Fassade verlaufen.

Schalltechnisch wurden in den angrenzenden Holzbauteilen Schalltrennfugen vorgesehen, um im Anschlussbereich der Trennwände eine Reduktion der Schalllängsleitung und Flankenübertragung zu erreichen.

Der umlaufende und nicht getrennte Randbalken (Beton-Fertigteil) hatte aufgrund seiner hohen Masse schalltechnisch untergeordneten Einfluss auf den Schallschutz zwischen Nutzungseinheiten.



Abbildung: Schalltrennfugen

Durchgängige Trennfugen wurden in den Stützen- und Fassadenelementen aus Holz umgesetzt. (Doppelstützen; geteiltes Fassadenelement).

Bei den HBV-Deckenelementen war aufgrund der notwendigen, statisch wirkenden, horizontalen Schubaussteifung eine Trennung nur im Holz, nicht aber im Stahlbeton möglich.

Die Auswirkung hinsichtlich des Schallschutzes der teilgetrennten HBV-Decke wurde an der TU-Graz untersucht und geprüft.

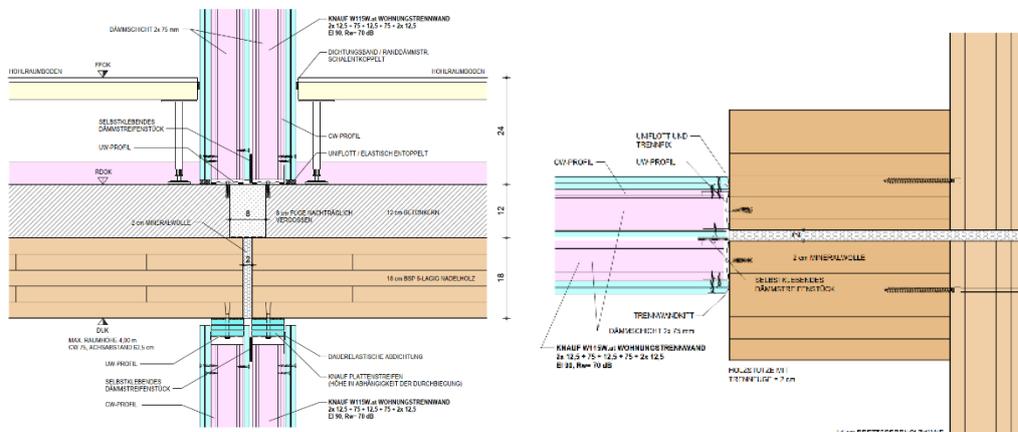
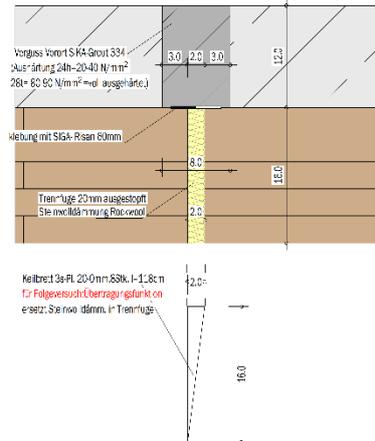


Abbildung: Anschluss Trennwand

Prüfaufbauten

In einer ersten Voruntersuchung wurden im Schallprüfstand 2 Hybrid-Deckenelemente jeweils mit und ohne Kopplungselement in der Stoßfuge der Brettsperrholzschicht und durchgängiger Betondeckschicht untersucht, um den Einfluss der Fuge zu analysieren. Ein Element wurde mittels Shaker bzw. Impulshammer an unterschiedlichen Stellen angeregt. Folgend wurden die resultierende Schwingungsschnellen mittels Beschleunigungssensor bestimmt, um daraus die Stoßstellendämmung zu ermitteln. Die Untersuchungen fanden jeweils mit und ohne Koppelungselement sowie mit Anregung von der Ober- und Unterseite statt.



Im Hauptversuch wurde der Kreuzstoß der teilentkoppelten Trenndecke mit Trennwänden in Trockenbauweise in realer Größe an einem Mockup untersucht:

- Zuerst wurde hierbei unter Berücksichtigung von Ausbreitungsdämpfung und Modendicht in der HBV-Decke das Stoßstellendämm-Maß gemessen.
- Im 2. Teil der Untersuchung wurde das Mockup um den Raumabschluss erweitert, um die Standardschallpegel-Differenz zu messen.

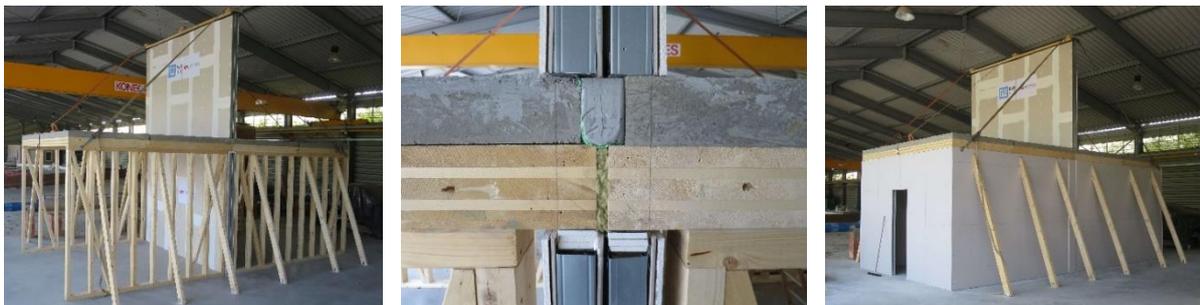


Abbildung: Prüfaufbau

Integrale Aspekte

Bei der schalltechnischen Trennung von Nutzungseinheiten und den damit erforderlichen konstruktiven Maßnahmen waren besonders die architektonischen und bauherrenseitigen Anforderungen an die gewünschten Sichtoberflächen von Decke und Fassade sowie die statischen Anforderungen in Einklang zu bringen. Folgende konstruktive Maßnahmen wurden daher unter Beachtung wirtschaftlicher Kriterien integral abgestimmt und umgesetzt:

- ARCH: Abgehängte Decken oder Vorsatzschalen waren aufgrund der Sichtholzoptik nicht gewünscht
- BPH / TWP: Stützen bzw. Fassadenelemente wurden bei angrenzenden Nutzungseinheiten statisch so bemessen, dass eine schalltechnische Trennung möglich war.
- BPH / TWP: Trenndecken wurden zwischen angrenzenden Nutzungseinheiten teilweise getrennt und die Funktion im Prüfstand schalltechnisch bestätigt sowie seitens Statik geprüft.

Prüfergebnisse und Anwendung

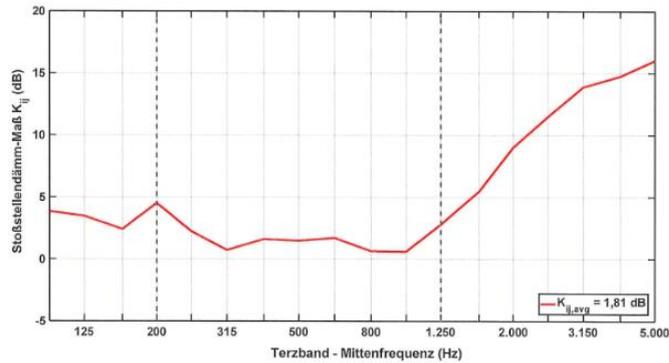


Abbildung: Res. Stoßstellendämm-Maß; Anregung des BSP

Die Voruntersuchungen zeigten, dass mit der nur teilweise getrennten HBV-Decke mit durchgängiger massigen Betonschicht nur ein geringes Stoßstellendämm-Maß erreicht werden kann.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass aufgrund eines ausgeprägten Eigenschwingverhaltens des Deckensystems dieses bei tiefen Frequenzen nur bedingt die theoretische Basis erfüllte. Die Kombination des Brettspertholzes mit dem Beton führte dazu, dass eine für Brettspertholz ansonsten typische Ausbreitungsdämpfung im hochfrequenten Bereich weitgehend aufgehoben wurde. Der hier untersuchte Deckenaufbau zeigte eine sehr starke Kopplung, welche auf den durchlaufenden Betonteil in der Stoßstelle zurückzuführen war.

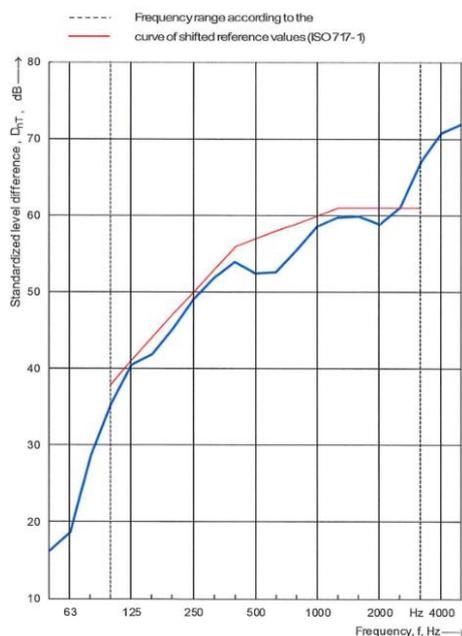


Abbildung: Messkurve Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ – Mockup

Im Anwendungsfall HOHO und den dort zugrundeliegenden Anforderungen war es notwendig, auch Optimierungsmaßnahmen mit geringer Auswirkung zur Anwendung zu bringen, um die geforderten Grenzwerte garantieren zu können. Entsprechend wurde die Teiltrennung umgesetzt. Dies wurde auch durch die im zweiten Schritt erfolgte Messung der Standardpegeldifferenz im Mockup und der späteren Verifikationsmessung im Gebäude bestätigt.

Im Versuchsaufbau des Mockups wurde aufgrund des minimalen Raumvolumens als maßgebend beurteilt. Es konnte eine bewertete Standard-Schallpegeldifferenz von $D_{nT,w}$ 57 dB erreicht werden. Die Messungen im Gebäude übertrafen diesen Wert je nach Raumkonstellation um 1 bis 5 dB.

7. Schlussbemerkung

Das HoHo Wien stellt ein Pionierprojekt für den Holzbau dar und zeigt, dass der ressourcenschonende Baustoff Holz mithilfe der entwickelten modularen Tragwerkslösung unter Einhaltung der Anforderungen an Schallschutz, Brandschutz und Robustheit, aber auch Baulogistik und Wirtschaftlichkeit, für den Einsatz im Hochhausbau geeignet ist.