



Mehrgeschossige Holzbauten

*Peter Makiol
Dipl. Holzbau-Ingenieur HTL / SISH
Makiol + Wiederkehr
Beinwil am See, Schweiz*

Mehrgeschossige Holzbauten

Einleitung

Der mehrgeschossige Holzbau nimmt im europäischen Raum einen immer grösseren Stellenwert ein.

In der Schweiz gab es nach der Einführung der letzten Brandschutznormen einen markanten Aufschwung im mehrgeschossigen Wohnungsbau.

Dieser Markt ist für den Holzbau sehr interessant, da es sich oft um grosse, umfassende Aufträge handelt. Die Anforderungen sind aber genauso auch eine Herausforderung für Planer und Ausführende. Neben den Aspekten des Brand- und Schallschutzes sind auch die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Bauteile, sowie die Gesamtstabilität auf hohem Anforderungsniveau zu lösen.

Der Sprung vom einfachen „Hausbau“ zum **mehrgeschossigen** Holzbau ist dementsprechend beträchtlich.



Abbildung 1: Südfassade



Abbildung 2: Nordfassade mit Treppenhaus



Abbildung 3: Innenansicht mit Aussteifungskreuz



Abbildung 4: Balkonbereich

Objekt:	Mehrfamilienhaus Simmen, Brugg
Architektur:	Architektengemeinschaft 4 GmbH, Aarau
Ingenieur:	Makiol + Wiederkehr, Beinwil am See
Foto:	Makiol + Wiederkehr Architektengemeinschaft 4 GmbH R. Rötheli, Baden

Einwirkung

Die Einwirkungen auf Bauwerke werden in den Normen sowie in Richtlinien geregelt und festgehalten. Für mehrgeschossige Bauten sind das die Einwirkungen auf Tragwerke wie in der SIA Norm 261 beschrieben.

Einwirkungen wie Lärm oder Feuer werden in den Schall- und Brandschutznormen behandelt. Schall- und Brandschutz haben keinen direkten Einfluss auf die Stabilisierung von Bauteilen und Gebäude im statischen Sinn, sehr wohl jedoch auf die konstruktive Ausbildung und Detaillierung.

Anforderungen

Statische und konstruktive Anforderungen

- Gesamtstabilität infolge horizontalen Einwirkungen wie Wind und Erdbeben
 - Das Bauwerk soll stabil und steif sein damit Windeinwirkungen nicht zu spürbaren Schwankungen führen.
 - Gleichzeitig muss sich das gesamte Holztragwerk duktil verhalten um unter Erdbebeeinwirkung nicht zu versagen.
 - Im Lignatec „Erdbebengerechtes Entwerfen und Konstruieren von mehrgeschossigen Holzbauten“ wird detailliert darauf eingegangen. Wir reden von konstruktiv einfachen, duktilen und robusten Tragwerke.
- Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der einzelnen Bauteile
 - Besonderes Augenmerk gilt dem Schwingungsverhalten der Geschosstrenndecke
- Vertikale Lastabtragung und Verankerung
 - Hier stehen setzungsfreie, praktikable Detaillösungen im Vordergrund. Ausführung, Montage und Bauleranzen sind zu beachten.



Abbildung 5: MFH Holzhausen, Steinhausen

- Berücksichtigung der Setzungsverhalten unterschiedlicher Materialien
 - Es besteht evtl. (bei entsprechendem Aussteifungskonzept) die Möglichkeit die Trag-systeme aus unterschiedlichen Baustoffen gänzlich zu entkoppeln und mit Dilatationsfugen zu versehen.
 - Vermeiden von liegendem, setzungsempfindlichem Holz.
 - Richtige Ausbildung der Schnittstellen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Materialeigenschaften.

Brandschutzanforderungen

- Massgebend für die Bauteile sind die Feuerwiderstandsanforderungen für Tragwerk und Brandabschnitte je nach Geschosszahl und Nutzung. Diese können zum Beispiel dem Lignatec „Bauteile in Holz – Brandschutzanforderungen“ entnommen werden.
- Der Detaillösungen ist hinsichtlich der Brandschutzanforderungen besondere Beachtung zu schenken.

Beispiel: Übergang Geschosstrenndecke – Aussenwand Anforderung an das Bauteil Decke sowie deren Anschlussdetails



Abbildung 6: Übergang Geschosdecke - Aussenwand

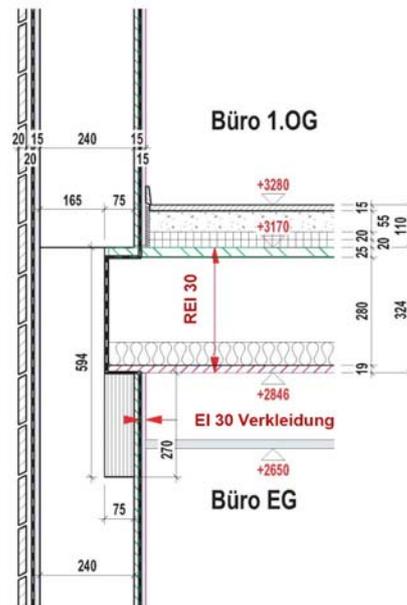


Abbildung 7: Übergang Geschosdecke – Aussenwand

- Qualitätssicherung:

Die Schweizerischen Brandschutzvorschriften bedingen, dass 5- und 6-geschossige Holzbauten durch einen anerkannten Fachingenieur zu begleiten sind, dass vor Baubeginn ein Brandschutzkonzept vorliegt, und dass die mit der Ausführung beauftragte Unternehmung über ein Qualitätssicherungssystem verfügen muss. Als Ergebnis der Auseinandersetzung mit dieser Auflage in einer Arbeitsgruppe aus Vertretern von Lignum, der Brandschutzbehörden und der Branchenverbände entstanden als Grundlage ein Dokument, welches die Qualitätssicherung im Zusammenhang mit dem Brandschutz über den gesamten Holzbau betrachtet und für den 5- 6-geschossigen Holzbau verbindlich regelt. Zweck des Dokumentes „Bauen mit Holz – Qualitätssicherung und Brandschutz“ ist:

 - Die Brandsicherheiten von Holzbauten und Holzbauteilen zu gewährleisten
 - Die brandschutzrelevanten Qualitätsstandards bei der Planung und Ausführung von Holzbauten festzulegen
 - Diese Standards durch eine kontinuierliche Eigen- und stichprobenartige Fremdüberwachung zu sichern und überprüfen
 - Hilfsmittel für Bauherren, Planende und Ausführende zur Vermeidung von Fehlern, bei der Anwendung der Regelwerke sowie zur Rationalisierung der Arbeiten bereitzustellen
 - Die Auflagen der VKF für 5- und 6-geschossige Holzbauten zu erfüllen

Schallschutzanforderungen

- Schallschutzanforderungen sind stark von der Nutzung abhängig.
Oft spielen sie im mehrgeschossigen Holzbau eine entscheidende Rolle

	Lärmbelastung durch Innenlärm (Luftschall)			
	klein	mässig	Stark*	sehr stark*
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung	Geräuscharme Nutzung: Lese-, Warte-, Patienten-, Sanitätszimmer, Archiv usw.	Normale Nutzung: Nutzung normal: Wohn-, Schlafräum, Küche, Bad, WC, Korridor, Aufzugsschacht, Treppenhaus, Büro- raum, Konferenzraum, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Lärmige Nutzung: Hobbyraum, Versammlungsraum, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Heizung, Einstellgarage, Maschinenraum, Restaurant ohne Beschallung, usw.	Lärmintensive Nutzung: Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Turnhalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswert D_i^{**}			
gering	42	47	52	57
mittel	47	52	57	62
hoch	52	57	62	67

Abbildung 8: Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von Innen (Auszug aus SIA 181 Tab. 4)

Erhöhte Anforderungen + 3 dB

Lärmbelastung	Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall			
	klein	mässig	stark	sehr stark
Lärmempfindlichkeit gemäss Ziffer 2.3	Archiv, Warte-, Leseraum usw.	Wohn-, Schlafräum, Küche, Bad, WC, Büro, Heiz- und Klimaraum, Korridor, Treppe, Laubengang, Passage, Terrasse, Einstellgarage	Restaurant, Saal, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Turnhalle, Werkstatt, Musikübungsraum und zugehörige Erschliessungsräume	Die in der Stufe «stark» festgehaltenen Nutzungen, wenn diese auch in der Nacht von 19.00 h bis 07.00 h vorkommen.
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L'			
gering	63	58	53	48
mittel	58	53	48	43
hoch	53	48	43	38

Abbildung 9: Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall (Auszug aus SIA 181 Tab. 5)

Erhöhte Anforderungen: - 3 dB
Umbauten: - 2 dB

- Neben den Bauteilen selber müssen im Holzbau insbesondere die Nebenwegübertragungen beachtet werden.
Auch die Schalllängsleitung und Körperschallübertragungen sind bei Nutzungsübergreifenden kraftschlüssigen Bauteilen ein entscheidender Punkt.

Aussteifungskonzepte und Entwurfskriterien

Die Aussteifung mehrgeschossiger Holzbauten erfolgt in der Regel über die Wand- und Deckenscheiben. Entscheidend kommt dazu, ob der Treppenhaustrakt, der ab vier Geschossen aus brandschutztechnischen Gründen massiv ausgebildet ist, mit ins Aussteifungskonzept einbezogen wird oder nicht.

Die Steifigkeitsunterschiede der unterschiedlichen Materialien sind beträchtlich und haben auf das ganze Verformungsverhalten und die Lastverteilung einen grossen Einfluss. Auch die unterschiedlichen Konstruktionsarten in Holzbauweise, vom Holzrahmenbau über Massivholzplatten bis hin zu Holz-Betonverbundsysteme weisen unterschiedliche Steifigkeiten auf und müssen dementsprechend berücksichtigt werden und im Berechnungsmodell einfließen. Torsionsbeanspruchungen sind möglichst zu vermeiden, dementsprechend sollten Masse- und Steifigkeitsschwerpunkte nahe beieinander liegen.



Abbildung 10: MFH Holzhausen, Steinhausen



Abbildung 11: MFH Holzhausen, Steinhausen

Als wichtigste Entwurfskriterien die auch auf die Architektur einen Einfluss haben gelten folgende Punkte:

- Durchlaufende Wände von den Obergeschossen bis ins EG.
- Grössere Wandbreiten anstelle vieler kleinen Wandstücken (Verankerungskräfte)
- Symetrische Anordnung der Wandscheiben, möglichst auch in den Aussenwänden
- Grundrisse bzw. Deckenscheiben möglichst kompakt und „ausgewogen“

Daraus geht hervor, dass die Zusammenarbeit des Architekten mit den Ingenieuren bereits in der Entwurfsphase stattfinden muss, da diese Entwurfskriterien das gestalterische Konzept beeinflussen.

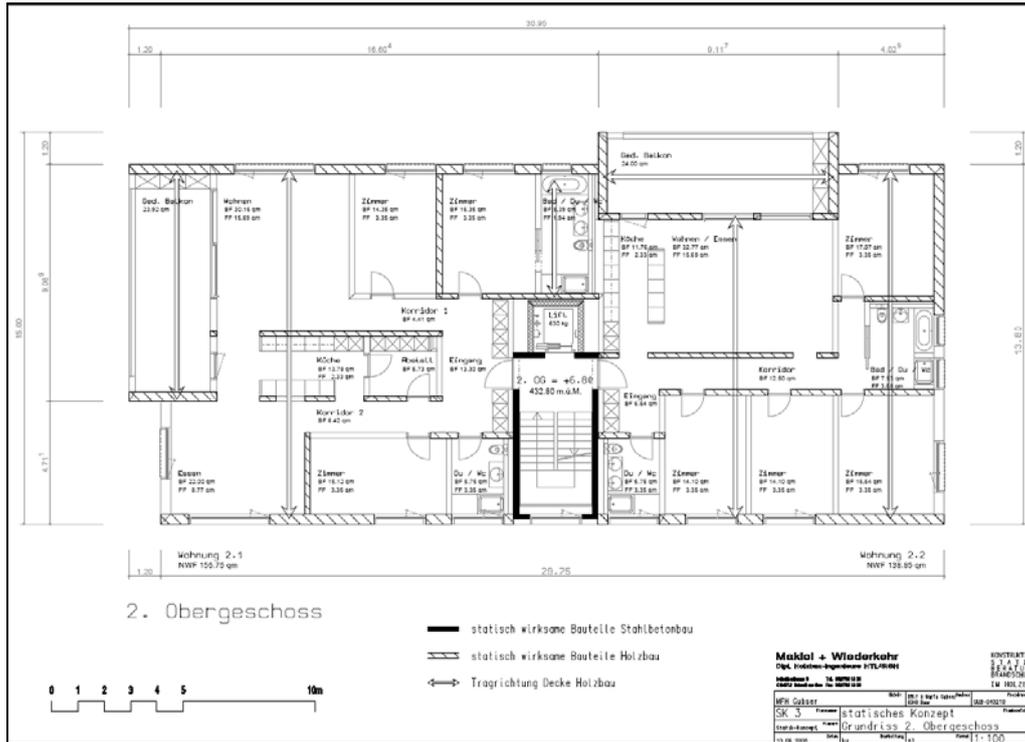


Abbildung 12: statisches Konzept, tragende/nichttragend Wände

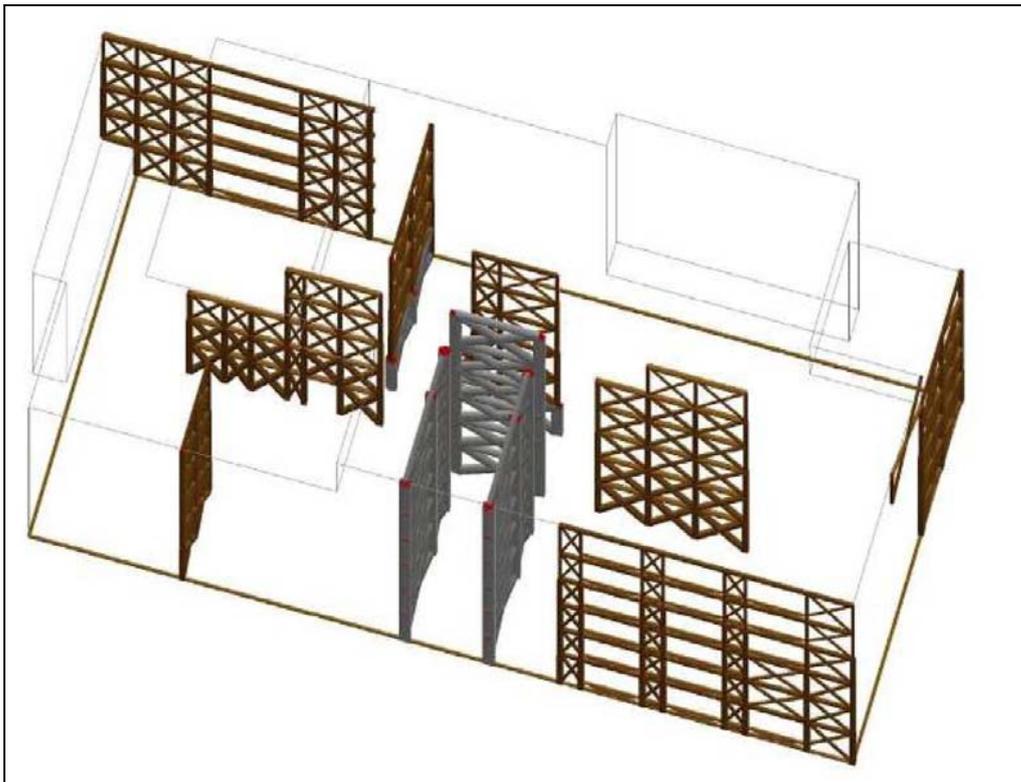


Abbildung 13: Übersicht der aussteifenden Wände (Schematische Darstellung)

Objekt: Mehrfamilienhaus Holzhausen, Steinhausen
 Architektur: Scheitlin – Syfrig + Partner Architekten AG, Luzern
 Ingenieur: Makiol + Wiederkehr, Beinwil am See
 GU: Renggli AG, Sursee
 Fotos: Renggli AG, Sursee

Konstruktive Umsetzung / Details

Aus den unterschiedlichen Anforderungen, die teilweise im Gegensatz zu einander stehen gilt es nun praktikable, robuste, sichere und wirtschaftliche Bauteile und Details zu entwickeln. Da es sich im mehrgeschossigen Holzbau meist um massgeschneiderte Einzellösungen handelt, sozusagen Projekt-Unikate, sind oft auch innovative Ideen gefragt.

Beispiel: Lastübertragung vertikal bei Innenwänden

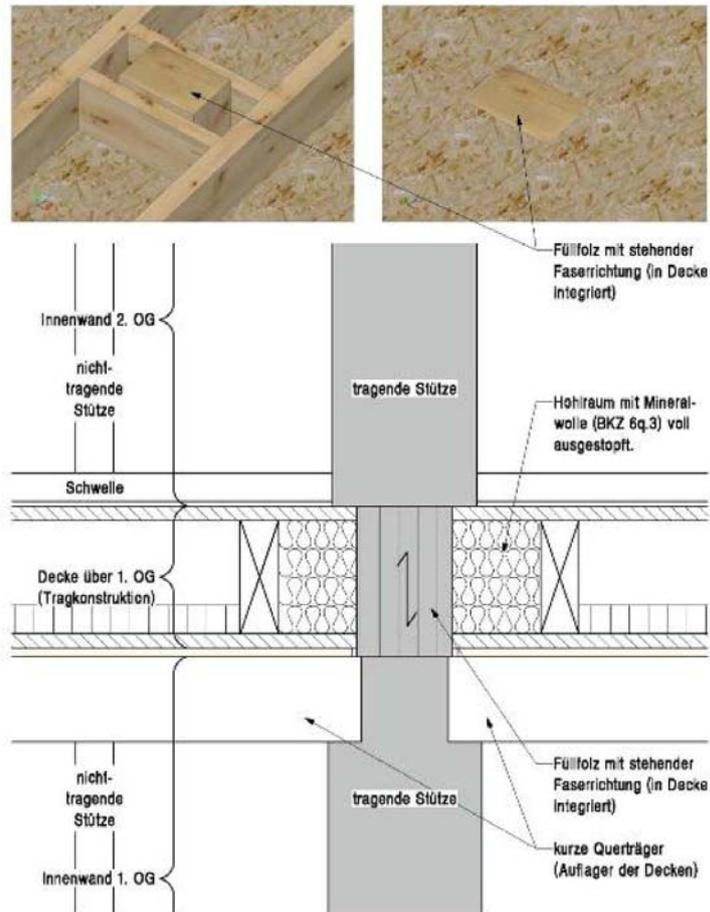


Abbildung 14: Die Lastabtragung durch die durchlaufenden Geschossdecken wird mit stehenden Hölzern, welche in den Deckenelementen eingebaut sind, gewährleistet.



Abbildung 15: Ausführung der Verbindung von aussteifenden Wänden

Beispiel: Lastübertragung vertikal bei Aussenwänden

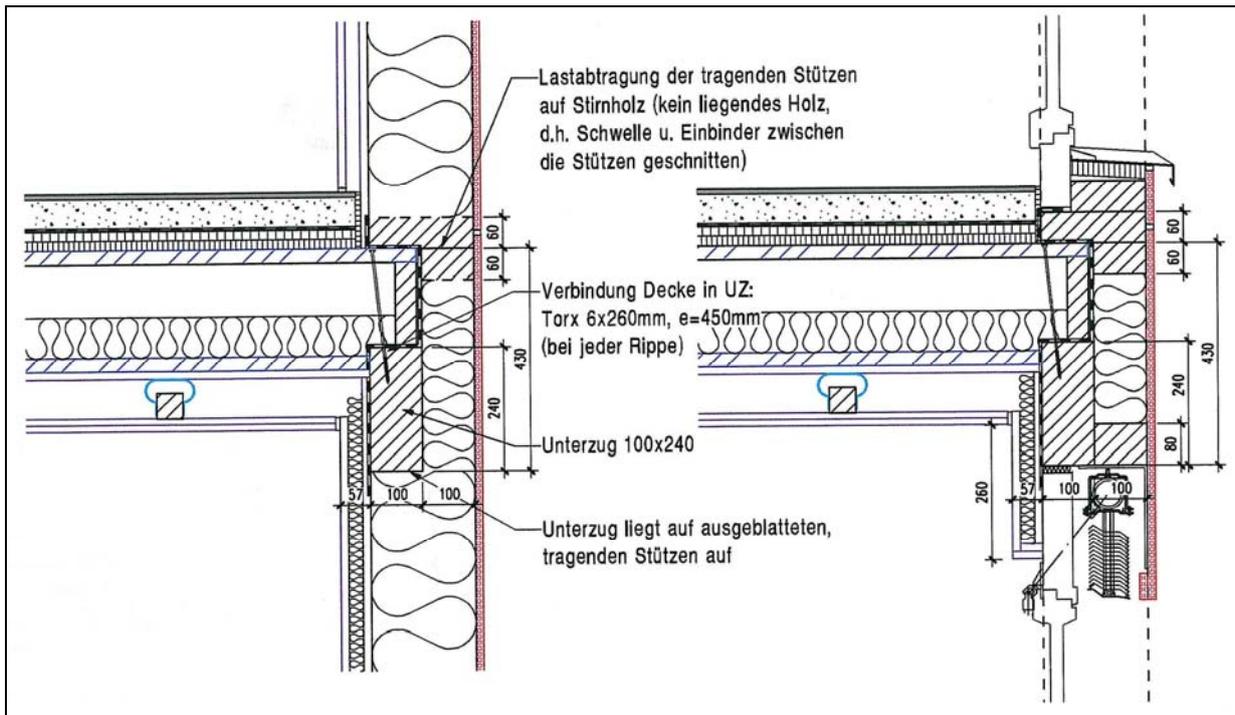


Abbildung 16: Wohnungstrenndecke

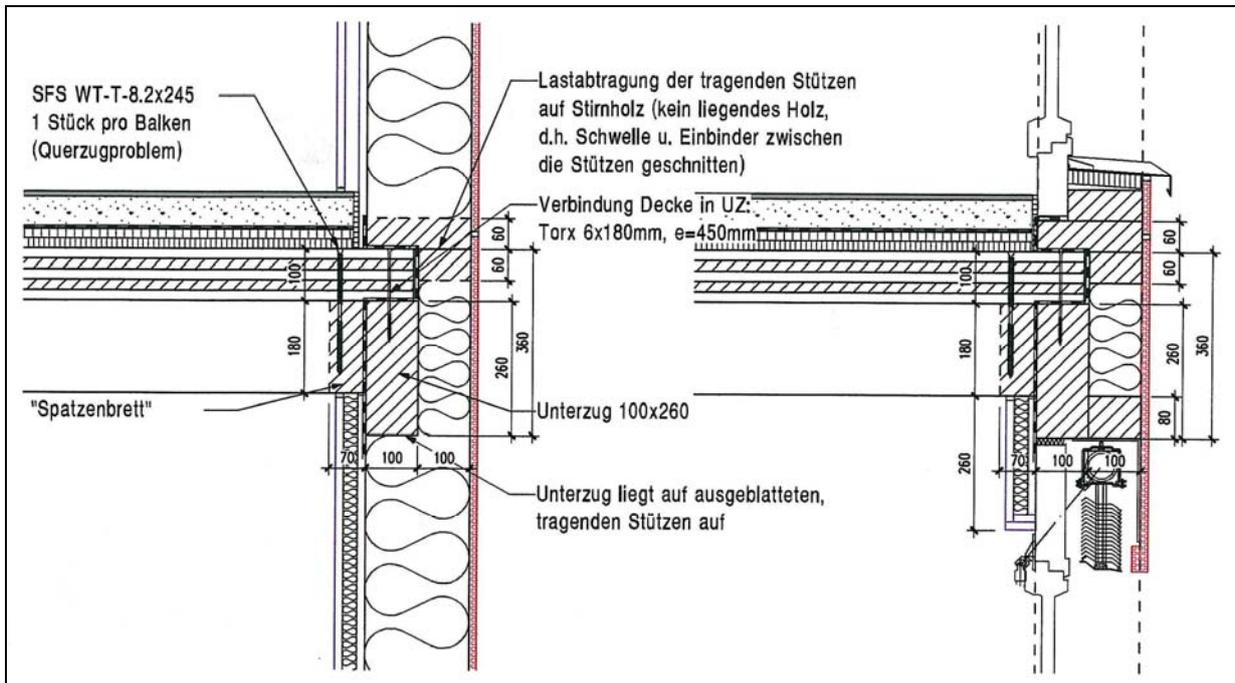


Abbildung 17: Wohnungsinterne Decke

Beispiel: Verankerung an Bodenplatten

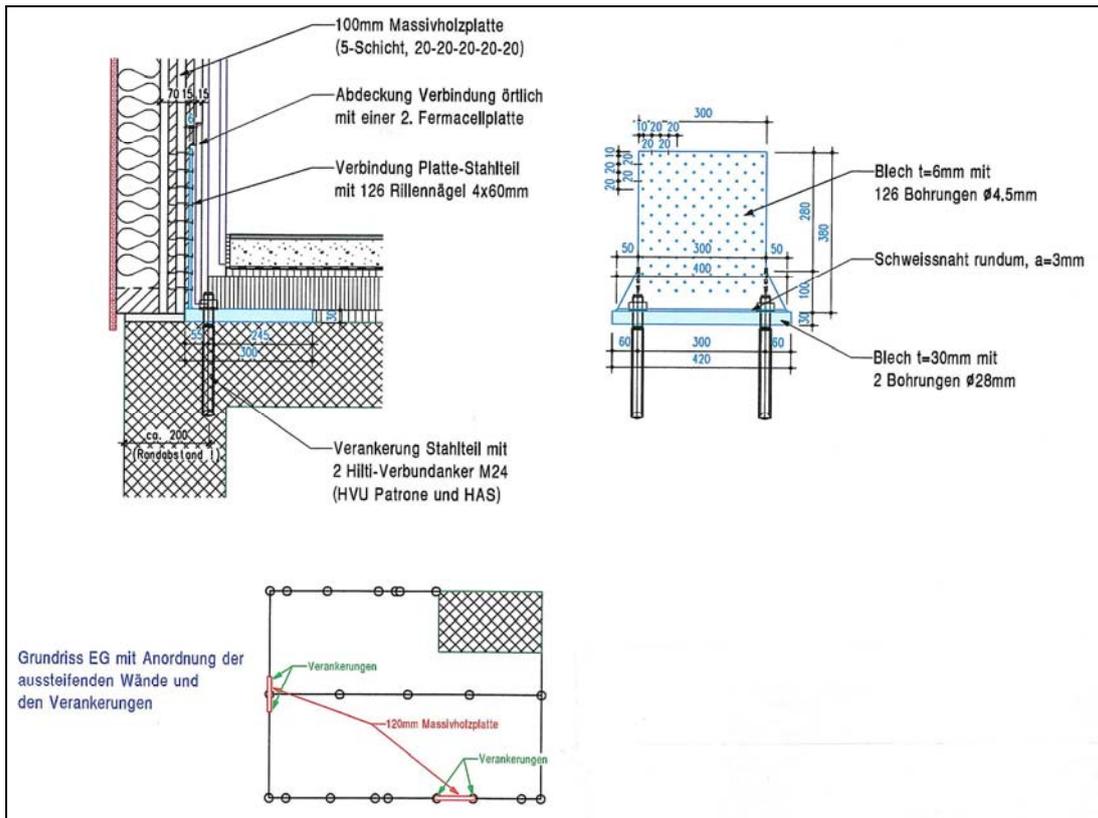


Abbildung 18: MFH in Bubikon, Anschluss brandschutztechnisch geschützt

Beispiel: Anschluss an Treppenhaukern

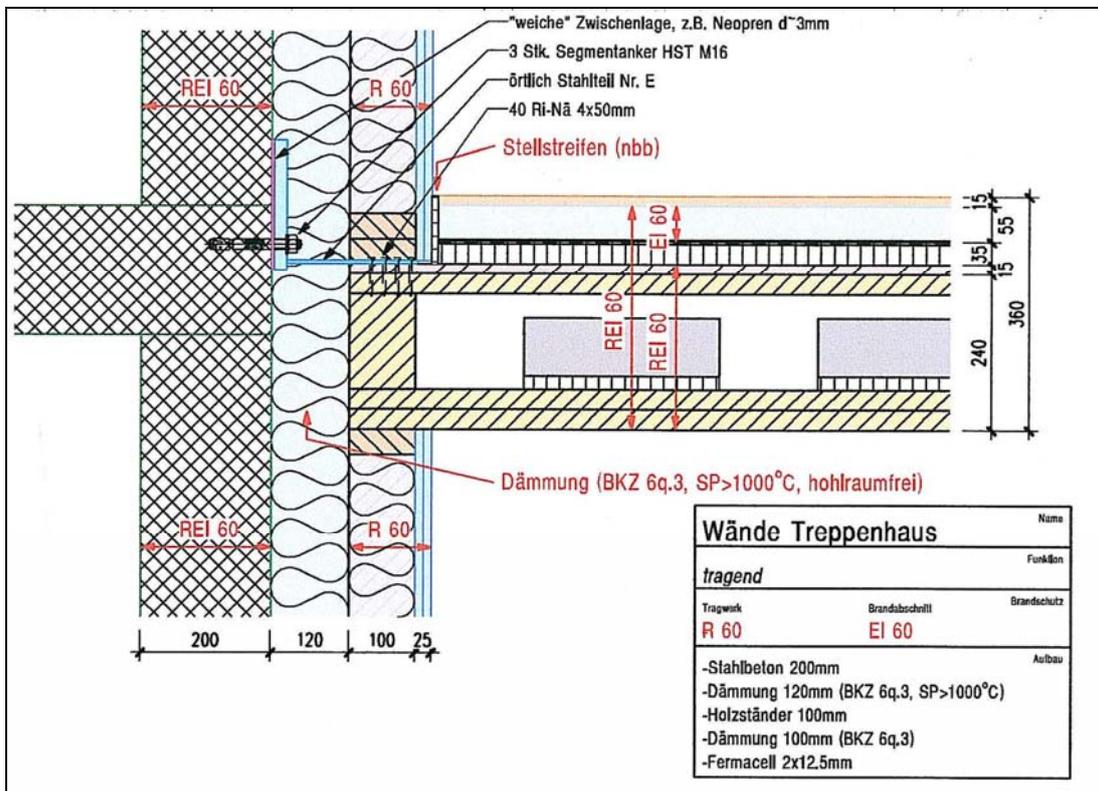


Abbildung 19: MFH Stichmatt, Sisseln, Vertikal verschieblicher Anschluss mit Schallschutzmassnahmen

