

Die Tragwerksplanung ist des Pudels Kern im urbanen Holzbau

Henning Klattenhoff
ASSMANN BERATEN + PLANEN GmbH
DE-Hamburg



Die Tragwerksplanung ist des Pudels Kern im urbanen Holzbau

1. Einleitung

Ein Titel der es in sich hat: Was in Goethes Faust die Metamorphose Mephistos vom unscheinbaren Kläffer zum dämonischen Monster umschreibt, soll hier – selbstverständlich positiv besetzt – den oft unterschätzten Stellenwert der Tragwerksplanung im urbanen Holzbau ins rechte Licht rücken.

Denn die grundlegenden Entscheidungen vom Beginn bis zur Ende des Planungsprozesses, wie zum Beispiel Sichtbarkeit von tragendem Holz, Brandschutzkonzept, Schallschutzanforderungen oder die Verwendung von verformungsempfindliche Fassaden, haben gravierende Konsequenzen für die Detaillierung des Tragwerks. Schließlich ist es die Tragwerksplanung, die federführend im Zusammenbringen vieler Fachplaneraspekte und damit zu einer zentralen Schnittstelle der Fachplanungsdisziplinen wird.

2. Drei Viergeschosser in Holz für Hamburg

Hamburg ist für den modernen Holzbau irgendwas zwischen rotem Tuch und unbestelltem Feld: Der ruinöse Stadtbrand von 1842 hatte es den Norddeutschen eingebläut: Holz gehörte besser nicht in die Stadt – solange man das Geld hatte mineralisch zu bauen. Und Hamburg hatte Geld.

Gegenwärtig hat der Holzbau im Wohnungsbau des Stadtstaats einen Anteil von gut 5% (Bundesdurchschnitt: über 15%) und dabei sind auch ländlichen Bereichen eingerechnet. Im urbanen Hamburg liegt dieser Wert vermutlich deutlich tiefer.

Aber es gibt sie eben doch: Entwicklungen.



Abbildung 1: Visualisierung der drei Stadthäuser in Brettsperrholz (Grafik: Spine Architects, Hamburg)

2009 entschließt sich die Baugruppe „Plan A“ bestehend aus 11 Parteien unter Beteiligung und Planung des Architekturbüros Spine Architects aus Hamburg drei Viergeschosser mit einer oberirdischen BGF von 1.600 m² in Holzbauweise zu errichten.

Die sich durch die großen Öffnungen ergebenden Wandausschnitte werden für den Bau einer gemeinschaftlichen Leselaube verwendet.

Die Häuser sollen ein individuelles Erscheinungsbild abgeben, ihr Innenraum hell, offen, großzügig und flexibel nutzbar sein.

Neben dem Willen möglichst nachhaltig zu bauen und einer generellen Affinität zum Baustoff Holz, sieht die Baugruppe Vorteile bei seiner Verwendung zum Beispiel in einem verbesserten Wohnklima und der hohen Wärmedämmung. Einige der zukünftigen Bewohner sind Architekten und interessiert, die Herausforderung des urbanen Holzbaus in Hamburg anzunehmen.

3. Wahl des Tragwerks

Gleich zu Beginn des Planungsprozesses steht die Entscheidung zu Gunsten einer Holzbauweise: alles bis auf Keller und Treppenhaus soll aus dem nachwachsenden Rohstoff hergestellt werden. Die zunächst angedachte Lärchenfassade wird Opfer von Einsparmaßnahmen und durch ein Wärmdämmverbundsystem ersetzt.

Das Material für das Tragwerk wird unter Anderem aufgrund folgender Parameter gewählt:

- Die Bauherrenschaft wünscht z. T. sichtbare Holzoberflächen von Decken und Wänden keine Vorsatzschalen für Elektroleitungen o. Ä.
- Der bauliche Brandschutz soll durch Ansatz einer Abbrandrate und dem Nachweis des verbleibenden Restquerschnitts geführt werden, um eine aufwendige und kostspielige Kapselung zu vermeiden.
- Das Brandschutzkonzept sieht vor, dass der Treppenhauskern aus nichtbrennbarem Material bestehen soll.
- Die Deckenspannweiten betragen zwischen 5,1 und 5,8 m. Teilweise können sie als Durchlaufdecke konzipiert werden.

Für das Holztragwerk wird Brettsperrholz gewählt. Insbesondere im Hinblick auf die ersten beiden Spiegelstriche ist die Verwendung von Massivholz geboten. Brettsperrholz bietet außerdem vergleichsweise folgende Vorteile:

- Reduktion von Einbaufeuchte und Beschleunigung und Vereinfachung der Montage im Gegensatz zur Verwendung von Stahlbetonverbunddecken,
- Geringe Dicke des gesamten Wandaufbaus im Vergleich zum konventionellen Bauen mit Mauerwerk und Stahlbeton, daher Gewinn an Nutzfläche,
- Lastquerabtragungspotential der Brettsperrholz-Bauteile für Öffnungen im Gegensatz zu Stapeldecken,
- Flexibilität beim Anbringen erhöhter Lasten an die Wände, keine Durchdringung einer Dichtschicht,
- Flexibilität beim Einbau von Elektroinstallationen.

Auf einem Grundriss von 11 m mal 11 m sollen jeweils 4 Wohngeschosse entstehen. In der Regel bewohnt eine Familie ein Geschoss, zwei Familien benötigen eineinhalb Geschosse. Die Außenwände können dank des Brettsperrholzes unregelmäßig gestaltet werden mit verschiedenen großen Fenstern, 2,4 m breiten Balkonöffnungen und Erkern, die auf einer Breite von 3,0 m aus dem Kubus extrudieren.

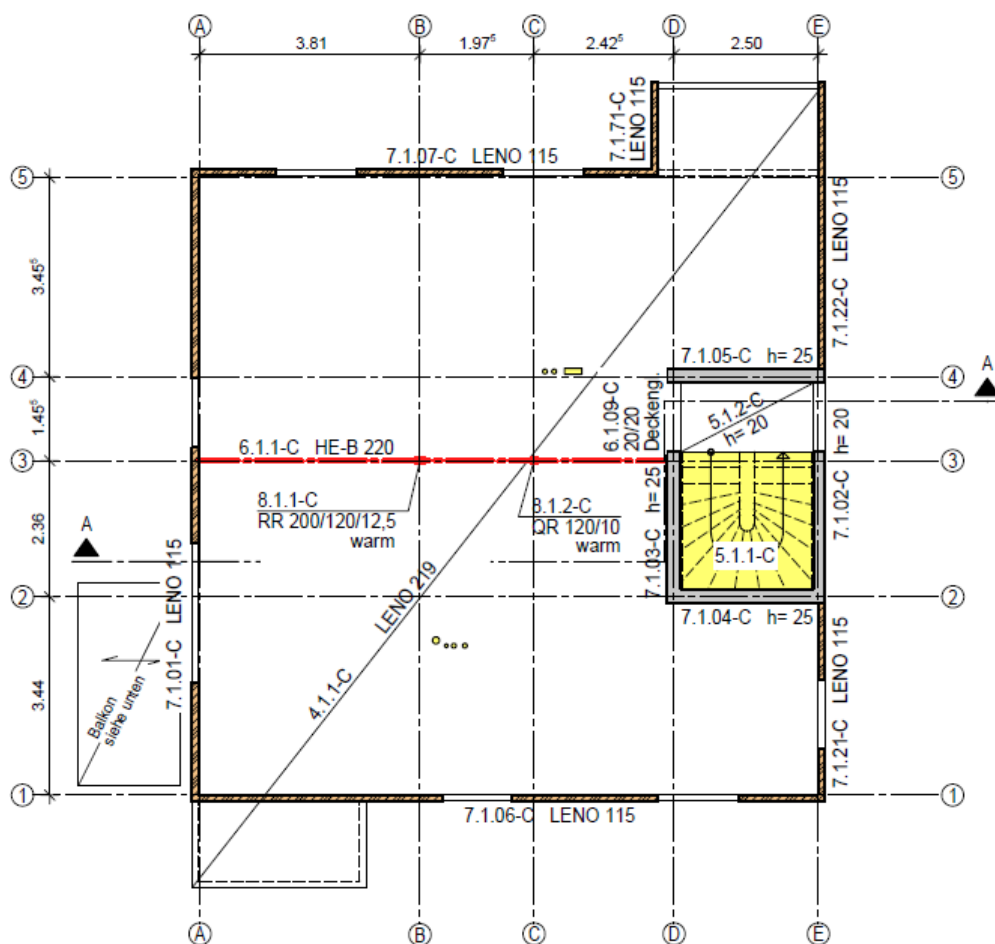


Abbildung 2: Positionplan des 1. Obergeschosses, Haus C

Im Zuge der Genehmigungsplanung wird mit der Zulassung des Brettsperrholzproduktes Leno vom Hersteller Finnforest-Merk gerechnet. Im Ausschreibungsverfahren setzt sich jedoch die Zimmerei Terhalle mit dem Produkt CLT vom Hersteller Stora Enso durch. Diese Umstellung bedeutet Anpassungen der Bauteilstärken und einen statischen Nachweis der Gleichwertigkeit beider Produkte, die durch ein vom Auftragnehmer beauftragtes Statikbüro geleistet wird.

3.1. Außenwände und tragende Mittelachse

Die Stärken der Brettsperrholz-Außenwände betragen durchgängig 120 mm. Mit der Dämmlage von 20 cm ergibt sich ein gesamter Wandaufbau von 32 cm zuzüglich einer Gipskartonlage in den Wohnungen, in denen das Holz nicht sichtbar bleibt. Wird dies mit einer konventionellen Bauweise von 20 cm verputztem Mauerwerk oder Ähnlichem verglichen, ergibt sich eine höhere Nutzfläche in den Wohnungen von etwa 3 %.

In der Mittelachse wird ein Stabtragwerk bestehend aus Stahlträgern und Stahlstützen eingeführt, um die gewünschte Flexibilität des Innenraums zu ermöglichen. Die Stahlträger liegen in der Holzwand mit der vollen Breite auf, nur in einem Fall muss ein Träger durch einen Stahlsturz über einer 2,4 m großen Öffnung abgefangen werden.



Abbildung 3: Innenraum während der Bauphase

3.2. Decken und Erker

Die Deckenspannweiten von maximal 5,8 m und der schwere Deckenaufbau mit Estrich, Trittschalldämmung und Schüttung erfordern Deckenstärken bis zu 240 mm. Maßgebend wird die Bauteildicke über das Schwingungsverhalten der Decke bestimmt:

Der Eurocode 5 fordert für Wohnungsdecken eine Schwingungsbegrenzung auf über 8 Hertz oder eine „besondere Untersuchung“, da zu geringe Frequenzen von den Nutzern als unangenehm empfunden werden können. Eine Frequenz von über 8 Hz ist für die schwere Decke kaum ökonomisch zu erreichen, daher wird der Weg der besonderen Untersuchung gewählt: Als Grundlage dafür dienen die Ergebnisse aus weitgehenden Untersuchungen an der Technischen Universität München, in denen eine Behaglichkeitsbewertung in Abhängigkeit zu den physikalischen Eigenschaften der Deckenschwingung vorgenommen wird, die eine Minimalfrequenz bis zu 4,5 Hz zulassen.

Das Reizvolle im Umgang mit Brettsperrholzelementen ist die Möglichkeit, das Scheibenwirkungspotential zu nutzen: So ist es möglich, dass die Decken der Erkerbereiche, die mit einer Öffnungsbreite von 3 m einen statthaften Sturz erfordern würden, elegant von der über der Decke befindlichen Wandscheibe abgehängt werden kann.



Abbildung 4: Abhängung der Decke von der darüber befindlichen Wandscheibe.

Bei solchen Maßnahmen ist seitens des Ausführenden jedoch große Präzision erforderlich: Die auf Herausziehen beanspruchten Schrauben müssen in die Querlagen der Schmalflächen eingebracht werden. Die in manchen Zulassungen noch vorhandene Bemerkung, der Nachweis eines Widerstandes auf Herausziehen könne auch im Hirnholz bei einer Abminderung von beispielsweise 25% erfolgen, ist nach neueren Erkenntnissen nicht unbedingt auf der sicheren Seite.

3.3. Balkonien

Die stützenfreie Balkonanbindung stellt sowohl Planer wie auch Ausführende vor eine Herausforderung. Von einer auskragenden Brettsper Holzdecke wurde aufgrund des Holzschutzes abgesehen. Da die Balkone quer zur Deckenspannungsrichtung aus dem Gebäude stoßen, war auch an die Nutzung eines anderen Materials, das über eine Momentenverbindung mit der Massivholzdecke verbunden würde, nicht zu denken.

Daher sind die Balkone über vertikale Stähle, die sich in dem nur sehr knapp bemessenen Wandaufbau von 32 cm verstecken, abgehängt – unter Einhaltung einer aus bauphysikalisch vertretbaren Mindestdämmung und einer sauberen thermischen Detaillierung in den Aufhängepunkten.

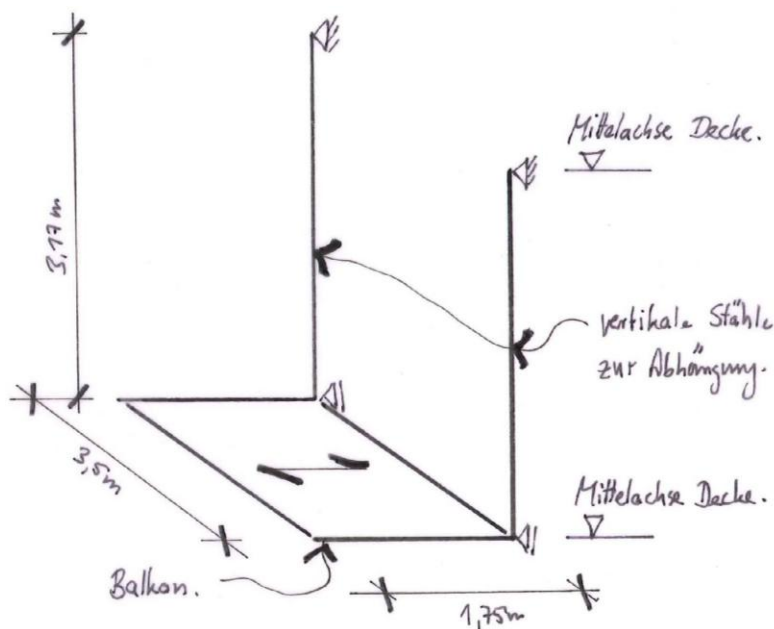


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Balkonabhängung.

4. Interaktionen zuden anderen Fachplanern

4.1. Objektplanung und Tragwerk

Einige Entscheidungen der Bauherren oder des Architekten haben gravierenden Einfluss auf die Detaillierung des Tragwerks.

Der Traum vom Eigenheim mit sichtbarem Holztragwerk funktioniert nur, weil statisch erforderliche Details so geplant werden, dass sie weitestgehend von den Holzelementen verdeckt bleiben. Auch Schraubenköpfe oder Teile anderer Verbindungsmittel sind in der Regel von außen angebracht.

Verformungssensible Aufbauten wie zum Beispiel das gewählte WDV-S erfordern nahezu schlupffreie Verbindungen, die von auf Abscheren bemessenen Schrauben und Nägeln oder die bei Verwendung von Standard-Winkelverbindern nicht ohne Weiteres erreicht werden können. Abhilfe schaffen hier diagonal eingebrachte Schrauben und die Verwendung von speziell gefertigten Stahlverbindern.

4.2. Brandschutz und Tragwerk

Das Brandschutzkonzept eröffnet den Planern trotz der Gebäudeklasse 4 eine Einstufung in die Brandanforderung F60-B, sowohl die Decken wie auch die Wände können sichtbar bleiben und müssen nicht gekapselt werden. Das Tragwerk wird im Brandfall durch eine gemäß Eurocode angenommene Verkohlungsschicht des Massivholzes von knapp 50 mm gewährleistet. Eine planungs- und kostenintensive Kapselung mit Brandschutzplatten und kniffligen Details bleibt so den Beteiligten erspart. Für die Wohnungen, in denen das Holztragwerk nicht sichtbar bleiben soll, reicht also eine normale Gipskartonlage aus, die keinen Brandschutzansprüchen genügen muss.

Für die Detaillierung in der Tragwerksplanung heißt dies jedoch, dass alle Verbindungen wiederum auch für den Brandfall gesondert zu betrachten sind: Schraubenabstände müssen auch hier eingehalten sein und der Einsatz von Stahlteilen ist im Verkohlungsbereich in der Regel nicht ohne Weiteres möglich. Diese müssen um die Abbrandrate versetzt eingebaut werden.

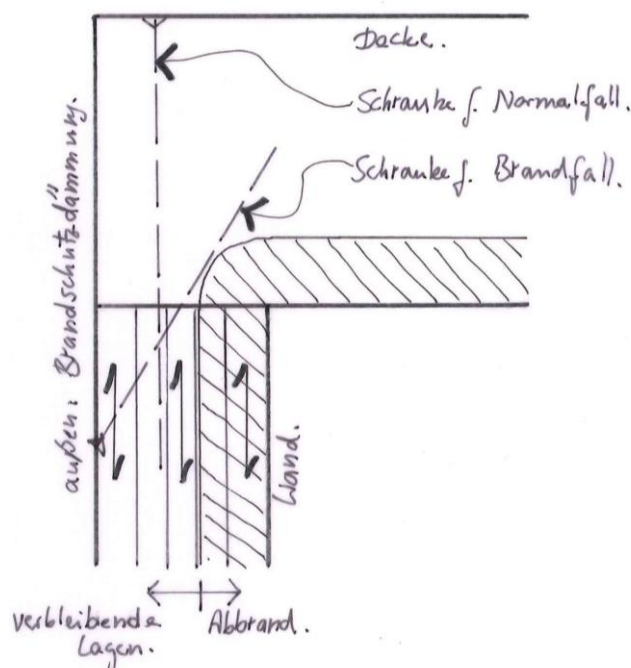


Abbildung 6: Decke-Wand Verbindung mit Verkohlungsbereich (schraffiert).

Für die Abbrandbemessung sind Brettsperrholzwände von mindestens fünf Lagen erforderlich, wovon im Idealfall die äußeren beiden Lagen und die Mittellage vertikal verlaufen und die zwei Lagen jeweils dazwischen horizontal. Im Brandfall fällt eine der vertikalen Lagen aus, so dass nur noch zwei vertikale Lagen verbleiben – das Minimum für die Gewährleistung der Standsicherheit. Es ergeben sich so Wandstärken von in der Regel mindestens 100 mm.

Dennoch führt die Abbrandschicht nicht zwangsläufig zu einer Verdickung des statisch erforderlichen Massivholzquerschnitts, da für den Brandfall geringere Lasten und höhere Materialwiderstände angesetzt werden dürfen. Höher belastete Wände erfordern ohnehin eine Stärke von 100 mm und mehr und nur selten wird hier der Brandfall maßgebend. Nur bei gering belasteten Wänden – wie zum Beispiel im obersten Geschoss – könnten statisch auch dreilagige Querschnitte von deutlich unter 100 mm zum Einsatz kommen, die sich jedoch nicht für einen Abbrandnachweis eignen. Solche Wände wären durch Kapselung zu schützen und dann erhöht sich die Wandstärke wiederum sehr schnell auf 100 mm oder mehr.

4.3. Schallschutz und Tragwerk

Der Schallschutz wird zum Großteil durch den oben beschriebenen Deckenaufbau und die Tatsache gewährleistet, dass eine Partei in der Regel eine komplette Etage bewohnt, so dass akustische Trennwände nicht erforderlich sind. Die Schallnebenwege, insbesondere die geschossübergreifenden Flankenübertragungen über die Außenwände, werden durch akustische Lager unterbrochen.

Für die Tragwerksplanung heißt diese akustische Trennlage jedoch auch eine Trennung der statischen Wandscheiben:

Die dem Stahlbetonkern gegenüber liegende Holzwand wird als statisch wirksame Scheibe zur Aufnahme horizontaler Lasten ausgebildet. Die Anforderungen sind scheinbar nicht miteinander zu vereinbaren: Einerseits soll die Wandscheibe horizontal geschossweise durch ein weiches Elastomer-Lager akustisch entkoppelt werden, andererseits sollen Windbemessungslasten bis zu 180 kN durch diese Geschossfugen geleitet werden und das alles bei nur minimal zulässigen Verformungen. Das WDVS darf schließlich keinen Schaden nehmen. Die Lösung liegt in außenseitig angebrachten Stahlbeschlägen, die paarweise zur Aufnahme der H-Lasten bei kleinsten Verformungen bemessen werden und andererseits eine Flankenübertragung des Schalls so weit wie möglich unterbinden.

5. Fazit

Die Entwicklung im modernen urbanen Holzbau geht sicher nur in eher geringer Zahl in die Hochgeschossigkeit von 8, 10 oder gar 20 Etagen. Dennoch nimmt die Tragwerksplanung auch für die in größerer Zahl zu erwartenden Wohnhäuser mit 3-5 Geschossen eine Schlüsselstellung in der Planung, insbesondere in der Detaillierung, ein.

Denn einerseits treten auch bei solchen Bauwerken erhebliche Lasten auf, andererseits kommt das urbane Bauen heutzutage mit vergleichsweise hohen Ansprüchen, wie zum Beispiel Sichtoberflächen oder erhöhten Schallschutzanforderungen, daher. Die Lösungen werden in der Regel in der Anwendung relativ neuer Holzbauverbindungen und Materialien aus dem Ingenieurholzbau gefunden, sowie einer engagierten Detaillierung des Tragwerksplaners, die die Anforderungen anderer Fachplaner maßgebend integriert.