

Wohn- und Gewerbebau Buggi 52

Planung, Konstruktion und Ausführung des achtgeschossigen Gebäudes in Holzbauweise

Herbert Duttlinger, Holzbau Bruno Kaiser GmbH

Benedikt Ganter, Die HOLZBAUINGENIEURE GmbH

Zusammenfassung

Bei dem achtgeschossigen Holzbau „Buggi 52“ ist es den Architekten gelungen, auf knapp 900 m² Grundfläche einen Supermarkt, und in den Holzgeschossen darüber (mit je 400 m² Grundfläche) einen Kindergarten und 30 Wohnungen unterzubringen. Erd- und Untergeschoss des etwa 25 m hohen Neubaus in der Bugginger Straße 52 im Freiburger Stadtteil Weingarten wurden in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Darauf setzen sieben weitere Geschosse in reiner Holzbauweise auf. Errichtet wurden sie – inklusive der Erschließung – innerhalb weniger Wochen, überwiegend als ressourceneffizienter Holzrahmenbau. Aufgrund der Gebäudehöhe und die daraus resultierende Einstufung in die Gebäudeklasse 5 (Sonderbau) hatte der Mehrgeschosser besondere Anforderungen an den Brand- und Schallschutz zu erfüllen. Dies schlug sich in vielen Konstruktionsdetails des Holztragwerks nieder, unter anderem auch in der Wahl der Holzrahmenbauweise für die Gebäudehülle und die Flurwände in Kombination mit Treppenhäusern und Aufzugschächten aus Brettsperrholz als Aussteifungselemente. Hinzu kommt der Einsatz von hoch belastbarem Buchen-Furnierschichtholz, auch als BauBuche bekannt, für Schwelle und Rähm in den Holzrahmenbau-Elementen sowie nicht glimmbare Dämmstoffe für die Holzfassade aus Weißtanne. Buggi 52 wurde in serieller Bauweise weitgehend vorgefertigt und aus regional verfügbaren Materialien erstellt. Damit ist es nicht nur ein KfW 55-Gebäude, sondern wurde auch als erstes Bauvorhaben Deutschlands FSC-zertifiziert.

Projektentwicklung: sutter3 GmbH & Co. KG, Freiburg

Generalunternehmen Holzbau: Holzbau Bruno Kaiser GmbH, Bernau im Schwarzwald

Architektur: Weissenrieder Architekten BDA, Freiburg

Tragwerksplanung: Die Holzbauingenieure, Titisee-Neustadt, mit Albrecht und Schneider, Freiburg

Auszeichnungen: Deutscher Holzbaupreis 2023, Holzbaupreis Baden-Württemberg 2022, Freiburger Holzbaupreis 2022, Beispielhaftes Bauen 2022

Stichworte mehrgeschossiger Holzbau, Buggi 52, Holzrahmenbau, Brettsperrholz, Buchen-Furnierschichtholz

1 Projektidee und Entstehung

Nach Willi Sutter, Wohnbau Bogenständig eG

1.1 Soziale Stadt Weingarten West

- Aufnahme 2006 in das Sanierungsprogramm „Soziale Stadt“
- Sanierungsfläche ca. 27 ha
- hoher Anteil Bewohner mit Migrationshintergrund
- hoher Anteil Transferleistungsempfänger
- hoher Sanierungsbedarf im Bestand

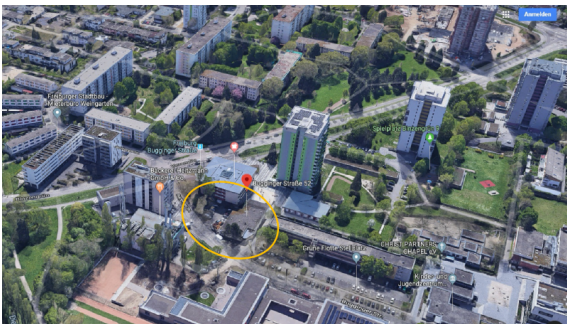


Abb. 1: Luftbild des Baugrundstücks im Freiburger Stadtteil Weingarten



Abb. 2: Das Grundstück des Buggi vor Baubeginn



Abb. 3: Das Grundstück des Buggi vor Baubeginn

1.2 Bugginger Straße 52 steht für:

- Bezahlbarer Mietwohnraum
- Soziale Vielfalt der Bewohner*innen
- Nachversorgung mit Lebensmitteln
- Kita zur Familienfreundlichkeit
- Klimaschützendes Bauen
- Wertschöpfung aus & für die Region
- Impulsgeber zu einer innovativen Quartiersentwicklung in Freiburg-Weingarten!

2 Entwurf und Hürden der Genehmigung

Nach Jochen Weissenrieder, Weissenrieder Architekten BDA (Stand Nov 2021)

2.1 Städtebau und Konzeption



Abb. 4: Grundfläche des Buggi 52 auf dem Bauplatz

Einstufung des Bauvorhabens nach LBO:

FF Ebene 7 = 21,98 m: Gebäudeklasse 5

Sonderbau 1: Gewerbebau Erdgeschoss da Nutzungseinheit < 400 m²

Sonderbau 2: Kita im 1. Obergeschoss



Abb. 5: Nutzung der verschiedenen Geschosse

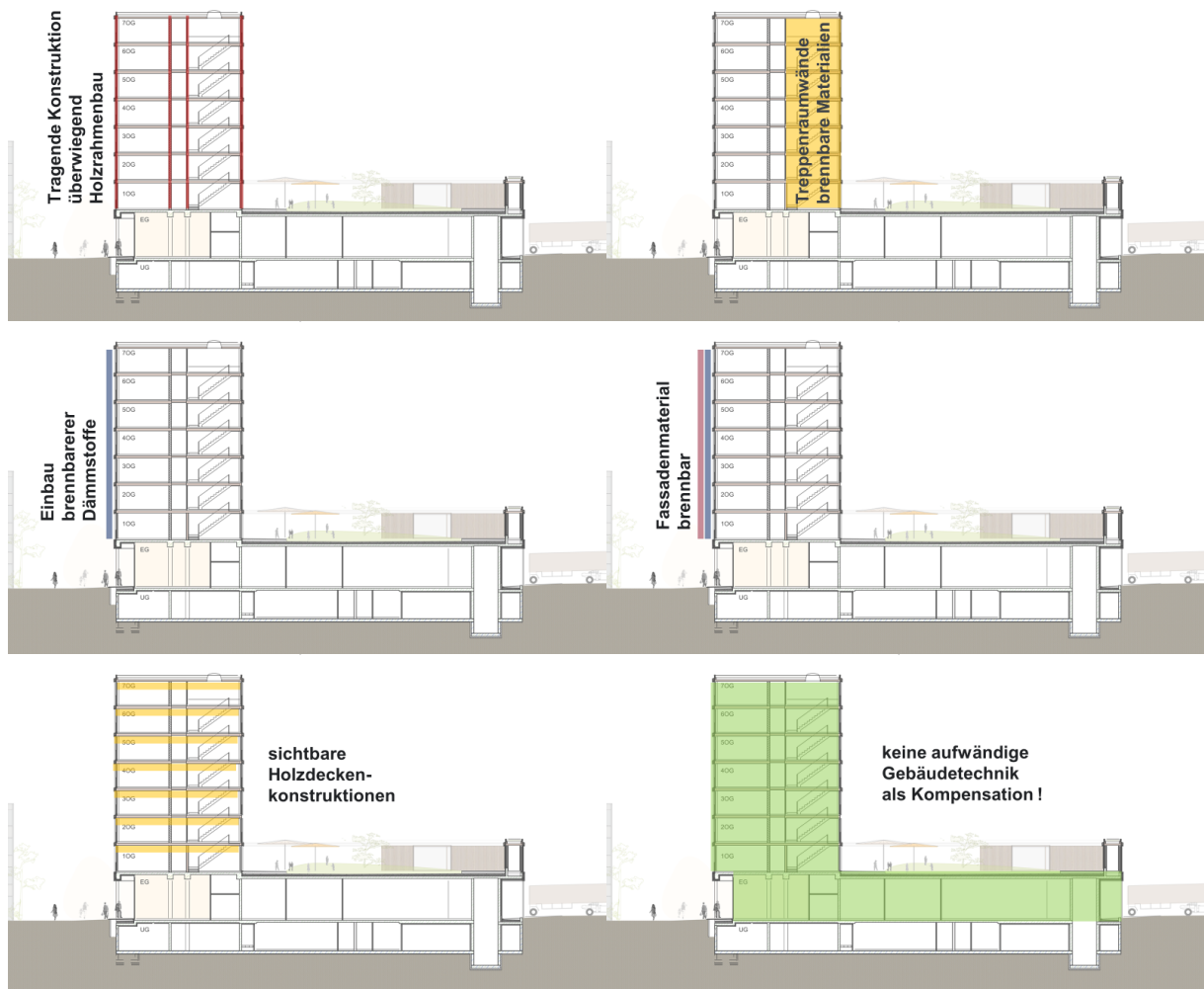


Abb. 6: Besondere Anforderungen an das Bauwerk

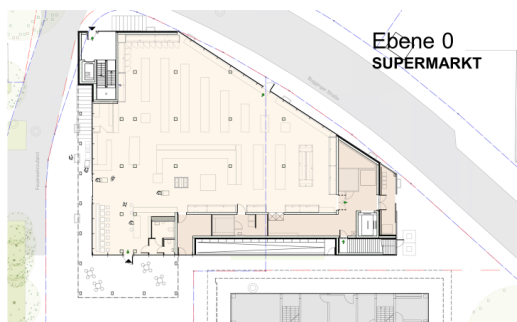


Abb. 7: Grundriss des Erdgeschosses



Abb. 9: Grundriss des 2.-7. Obergeschosses



Abb. 8: Grundriss des 1. Obergeschosses

2.2 Baurechtliche Beurteilung

2015 LBO BW Novellierung

tragende oder aussteifende Wände, die hochfeuerhemmend und feuerbeständig sind als brennbare Baustoffe nun möglich, wenn die geforderte Widerstandsklasse nachgewiesen wird

-> theoretisch Gebäude jeder Gebäudeklasse in Holzbauweise ohne Höhenbegrenzung nun möglich

-> sichtbarer Einsatz von Holzmaterialien möglich

2019 Entwurf MHolzBauRL

Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5

Aktueller Gesetzentwurf zur Regelung von Konstruktionen in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklasse 4+5

2019 Entwurf MHolzBauRL

Gebäudeklasse 5

Rahmen- und Tafelbauweise nicht zugelassen, tragende Konstruktionen nur in Holz-Massivbauweise in feuerbeständiger Bauweise

notwendige Treppenträume in feuerbeständiger Holz-Bauweise nicht zugelassen

2019 welche Rechtsvorschriften?

HFHHolzR eingeführt nur Gebäudeklasse 4, kein Stand der Technik, veraltet

MHolzBauR auf Bundesebene eingeführt, jedoch nicht Stand der Technik

LBO BW §26 Definition des Machbaren

§26 LBO Anforderung an Brandverhalten

§26 (3) brennbare Baustoffe möglich, wenn Nachweis

Tragfähigkeit, Standsicherheit, Raumabschluss, Anschlüsse

§2 LBO Begriffe

§2 (10) Bauprodukt

Produkte, Baustoffe, Bauteile und Anlagen... die hergestellt werden, um dauerhaft in baulichen Anlagen eingebaut zu werden ...

§2 LBO Begriffe

§2 (11) Bauart

Bauart ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen ...

§16a LBO Bauarten

§16a (2)

falls eine wesentliche Abweichung der Bauart von den Technischen Baubestimmungen §73a (2) LBO bzw. den allgemein anerkannten Regeln der Technik vorliegt: Erstellen allgemeine oder vorhabenbezogen Bauartgenehmigung

§16a LBO Bauarten

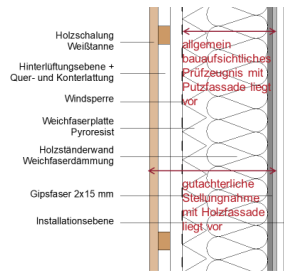
§16a (3) anstelle:

allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (AbP) für Bauarten, wenn nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden kann. (Prüfverfahren gem. VwV TB, Abschnitt C4)

Konstruktion: Fallbeispiel Außenwand

AUSSENWAND

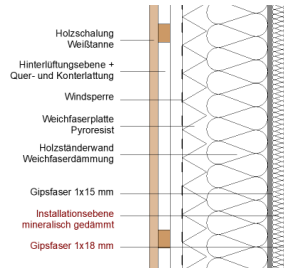
tragendes Bauteil
gemäß Gebäudeklasse 5



ursprünglich
geplanter
Wandaufbau

AUSSENWAND

tragendes Bauteil
gemäß Gebäudeklasse 5

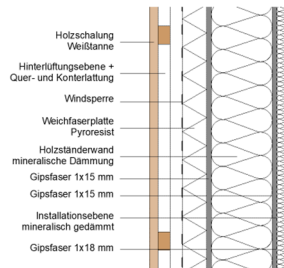


Verbesserung raumseitig durch
Ausbildung K260-Aufbau

„Auseinanderziehen“ der
Installationsebene und Einbau
mineralische Dämmung bringt
weitere Sicherheit und
Raumgewinn

AUSSENWAND

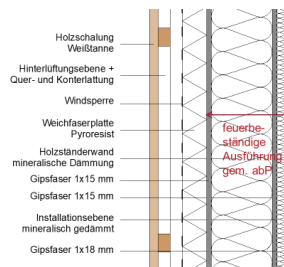
Brandausbreitung



§5(1) LBOAVO
nicht brennbare Ausführung

AUSSENWAND

Brandausbreitung



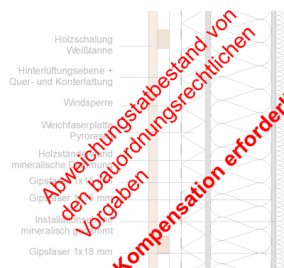
§5(1) LBOAVO
nicht brennbare Ausführung

bzw.

aus brennbaren Baustoffen
zulässig, wenn als Raum-
abschluss feuerhemmend

AUSSENWAND

Aussenwandbekleidung



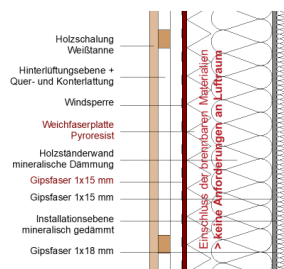
„Hinterlüftung“

VwV TB (4)
(Verlärterverordnung
Techn. Baubestimmungen)

MVV TB (6)
(Mittelverlärterverordnung
Techn. Baubestimmungen)

AUSSENWAND

Aussenwandbekleidung



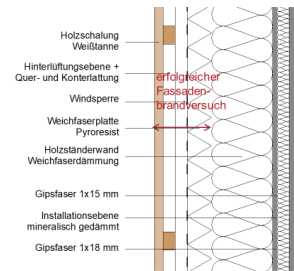
§5(2) LBOAVO
Bekleidung und Dämmstoffe
mindestens schwerentflammbar

und

besondere Maßnahmen
bei geschoßüber-
greifenden Hohlräumen

AUSSENWAND

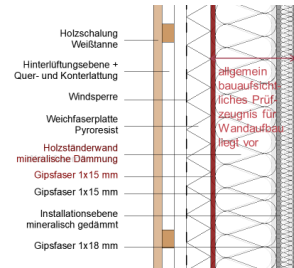
tragendes Bauteil
gemäß Gebäudeklasse 5



Bauvorhaben bezogener
Brandversuch mit Holzfassade
bestätigt Schutzziel:
keine geschoßweise
Brandausbreitung und
Weiterleitung

AUSSENWAND

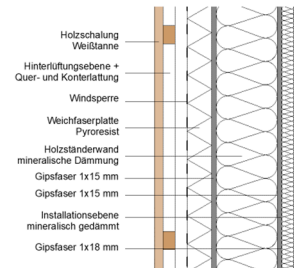
tragendes Bauteil
gemäß Gebäudeklasse 5



trotz genormten Prüfverfahren:
Bedenken eines
unkontrollierbaren
„Gefachebrandes“ seitens des
Baurechtsamtes konnten nicht
ausgeräumt werden.

AUSSENWAND

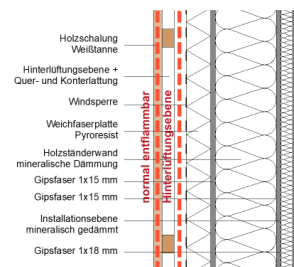
Brandausbreitung



§5(1) LBOAVO
nicht brennbare Ausführung

AUSSENWAND

Aussenwandbekleidung



§5(2) LBOAVO
Bekleidung und Dämmstoffe
mindestens schwerentflammbar

und

besondere Maßnahmen
bei geschoßüber-
greifenden Hohlräumen

AUSSENWAND

Aussenwandbekleidung



Empfehlungen des
Abschlußbericht des
Forschungsprojektes

„Holzbau der Zukunft“

„Brandsicherheit mehr-
geschossiger Holzbau“

Tabelle 5: Unterteilung der Bekleidungstypen

Bekleidungs- typ	Bezeichnung	Baustoff/ Bauteil	Schemaskizze Ausrichtung		Ausführungs- beispiele
			horizontal	vertikal	
A	Flächiger Holzwerkstoff	<ul style="list-style-type: none"> Rohdichte $\geq 330 \text{ kg/m}^3$ Fläche geschlossen Plattendicke $\geq 18 \text{ mm}$ Kantenlänge $\geq 200 \text{ mm}$ Plattenfläche $\geq 0,20 \text{ m}^2$ 			<ul style="list-style-type: none"> Massivholzplatten Brettspertholz Furnierspertholz Furnierschichtholz OSB Holzspanplatten
B	Form-schlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> Beplankungsdicke $\geq 18 \text{ mm}$ Brettbreite: kernfrei $\leq 160 \text{ mm}$ Halbrift oder Rift $\leq 250 \text{ mm}$ Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> Restdicke $\geq 10 \text{ mm}$ Querschnittsfläche der Entlastungsnut $\leq 40 \text{ mm}^2$ Achsabstand der Entlastungsnuten $\geq 30 \text{ mm}$ 			<ul style="list-style-type: none"> Deckleistenschalung mit Profil Nut und Feder
C	Kraft-schlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> Restdicke $\geq 10 \text{ mm}$ Achsabstand der Entlastungsnuten $\geq 30 \text{ mm}$ Beplankungsdicke $\geq 18 \text{ mm}$ Brettbreite frei 			<ul style="list-style-type: none"> Schalung überfäzt Stülpchalung T-Leistenschalung
D	Offene Schalungen	<ul style="list-style-type: none"> Brettdicke $\geq 18 \text{ mm}$ Brettquerschnittsfläche $\geq 1000 \text{ mm}^2$ Dicke Abdeckleisten $\geq 10 \text{ mm}$ Brettbreite frei 			<ul style="list-style-type: none"> Offene Schalung Leistenschalung Deckelschalung Stülpchalung Deckleistenschalung


Abb. 10: Kraftschlüssige Außenschalung mit Brandschutzbeschichtung

Tabelle 3-1: Abschottung mit horizontaler Schürze - Ausführung als hinterlüftete Konstruktion, Anforderungen an Material und Befestigung

a) Blechschürze		Fassadentyp
	Stahlblech, kein Aluminium	A _H und A _V X $\geq 10 \text{ mm}$
	Dicke $t \geq 1,5 \text{ mm}$ für freie Auskragung $x \leq 160 \text{ mm}$ Dicke $t \geq 2,0 \text{ mm}$ für freie Auskragung $x > 160 \text{ mm}$	B _H und B _V X $\geq 10 \text{ mm}$
	Befestigung mit Stahlschrauben $\phi \geq 4 \text{ mm}$, $e \leq 300 \text{ mm}$ für $t < 2,0 \text{ mm}$ $\phi \geq 4 \text{ mm}$, $e \leq 400 \text{ mm}$ für $t \geq 2,0 \text{ mm}$	C _H X $\geq 100 \text{ mm}$
		C _V , D _H und D _V X $\geq 150 \text{ mm}$
b) Mineralische Schürze		Fassadentyp
	Mineralisch gebundene Platten (z.B. zementgebundene Spanplatte, zementgebundene Faserplatte)	A _H und A _V X $\geq 10 \text{ mm}$
	Dicke $t \geq 15 \text{ mm}$ für freie Auskragung $x \leq 250 \text{ mm}$	B _H und B _V X $\geq 10 \text{ mm}$
	Befestigung mit Stahlschrauben $\phi \geq 4 \text{ mm}$, $e \leq 400 \text{ mm}$	C _H X $\geq 100 \text{ mm}$
		C _V , D _H und D _V X $\geq 150 \text{ mm}$


Abb. 11: Blechschürze zur Brandabschottung bei den Geschossübergängen

2.3 Bauen mit Holz in Gebäudeklasse 5

sorgsame Betrachtung der Bauaufgabe

ist eine Holzbauweise für das Projekt angemessen?

rechtzeitige Absprachen mit Bauaufsichtsbehörde

nur ein früher Dialog schafft Transparenz und Planungssicherheit

frühzeitige Klärung der baurechtlichen Zulässigkeit der Konstruktionen

umfassende Kenntnis der aktuellen konstruktiven Entwicklungen erforderlich

qualifiziertes Planungsteam

hoher Aufwand für Hochbau- und Fachplanung, erweiterte Fachkenntnis

Auswahl von qualifizierten und verlässlichen Holzbau-firmen

Ausführungssicherheit und zusätzlicher Sachverstand

3 Statik und Planung

Benedikt Ganter, Die HOLZBAUINGENIEURE GmbH

Zu Beginn der Planung wurden durch das Projektteam die Anforderungen gesammelt. Diese stammten aus unterschiedlichen Motivationen. Zum einen gibt es die gesetzlichen Anforderungen und Bestimmungen, zum anderen die Wünsche der Bauherrschaft und auch Ziele aus dem Ehrgeiz oder der Überzeugung der Beteiligten Planer heraus. Diese konnten schlussendlich in drei Kategorien einteilt werden.

3.1 Anforderungen Baurecht

- Einstufung in Gebäudeklasse 5 LBO BW (OK FFB 7.OG 21,98m)
- Brandschutz
 - o Tragende, Aussteifende und raumabschließende Bauteile mit 90 Minuten Brandwiderstand
 - o Treppenläufe aus nichtbrennbaren Materialien
 - o Genauere Definition über ein Brandschutzgutachten.

3.2 Anforderungen von Bauherrenseite

- Holzfassade
- Energiestandard KfW 55

3.3 Ziele der Projektbeteiligten

- komplettes Gebäude in Holzkonstruktion
- Holzeinsatz möglichst Ressourcen schonend
- erhöhte Schallschutzwerte nach DIN 4109- 2
- sichtbare Decken in heimischer Weißtanne
- ökologische Dämmstoffe
- diffusionsoffene Bauteile
- platzsparende Konstruktion

Da jede Anforderung für sich schon oft in einem Holzbau, aber noch nie alle in Kombination in einem Gebäude zur Geltung gekommen sind, wurde anschließend evaluiert, wie und ob dies möglich ist umzusetzen.

Einen wesentlichen Teil hierbei stellen die Bauteile dar. Wichtig war uns hierbei wie schon bei den Zielen beschrieben der möglichst effiziente Einsatz des Holzes. Unter anderem deswegen bietet sich das Deckensystem der Firma Lignotrend an. Durch die Konstruktion als Rippendecke, ist das Material dann

den Stellen des Querschnittes, wo es statisch gebraucht wird. Der Clou dabei ist, dass die dadurch resultierenden Hohlräume auch für die Beschwerung genutzt werden kann und somit schlanke Aufbauten erreicht werden. Durch eine bautechnische Zulassung wurde auch bestätigt, dass trotz hochwertiger Holzuntersicht ein ausreichender Brandwiderstand erreicht wird.

Für die Außenwände wurde der weiter oben im Bericht erwähnte Aufwand gewählt.

Als Novum in einem Gebäude dieser Höhe wurde auch das Treppenhaus in Holz verwirklicht. Da Holzrahmenwände in F90-M sehr aufwendig in der Herstellung sind, wurde hier Aufbau mit Brettsperholz gewählt. Dieses hat durch die hohe Steifigkeit auch den Vorteil, dass die für die Aussteifung maßgebend hinzugezogen werden kann. Während die Treppenläufe als Betonfertigteile ausgeführt wurden, konnte der Fahrstuhlschacht auch in Brettsperholz verwirklicht werden. Um eine Übertragung der Fahrgeräusche zu vermeiden, wird dieser freistehend eingebaut.

Für die Innenwände konnten in Zusammenarbeit mit Fermacell auch geeignete Aufbauten bestimmt werden.

Ein weiterer Punkt ist neben den Aufbauten ein holzbaufreundlicher Grundriss. Hier war die gute und intensive Zusammenarbeit zwischen Architekten, Holzbauingenieur und Zimmerei essenziell für das Gelingen des Projektes.

So wurden in enger Zusammenarbeit die Tragachsen uns somit eine klare Tragstruktur über alle Geschosse definiert werden.

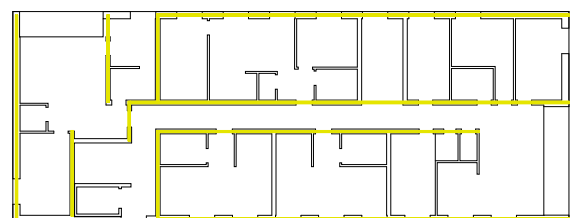


Abb. 12: Grundriss mit Tragachsen

Ein weiterer Punkt ist die Lage der beiden Treppenhäuser. Durch die Anordnung der Treppenhäuser und

die im Verhältnis hohe Steifigkeit der Brettspertholz-wände kann die Gebäudeaussteifung so auch gut gelöst werden. Vereinzelt wurden dennoch weitere Holzrahmenwände als aussteifend angesetzt. Da die Deckenscheibe eine gewisse Nachgiebigkeit hat, helfen diese die Verformung zu reduzieren. Die Massivholzwände haben in den Bereichen, in denen sie eingesetzt werden somit mehr Rollen, womit die Effizienz gesteigert werden kann.

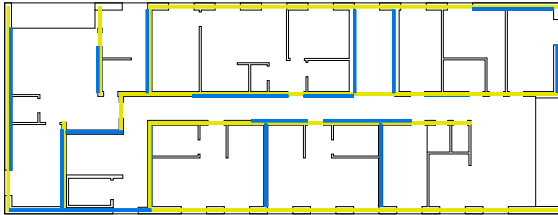


Abb. 13: Grundriss mit eingezeichneten Treppenhäusern

Die Tragsysteme der Decken wurden bei diesem Bauwerk bewusst alle Decken als Einfeldträger ausgebildet und somit auf allen Wohnungstrennwänden getrennt. Dies hat mehrere Gründe.

1. Liegendes Holz verursacht Setzungen
2. Ungenügende Querdruckfläche in der Decke
3. Schallbrücken werden reduziert.

Aus diesem Grund wurde der Wandkopf wie unten dargestellt ausgeblattet und somit mit minimalem Querholzanteil ein Deckenaufleger geschaffen.

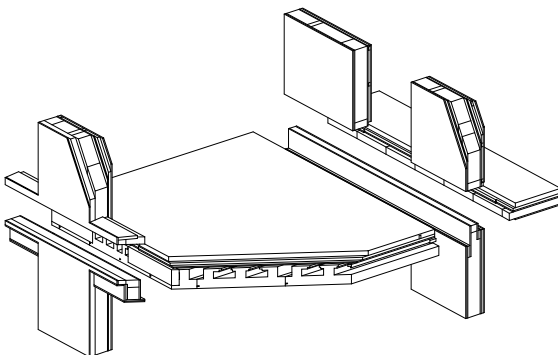


Abb. 14: Detail: Ausblatten des Wandkopfs

Gleichzeitig sind die Schwellen und Rähm in BauBuche ausgeführt, womit zum einen die Tragfähigkeit wesentlich erhöht und zum anderen Setzungen minimiert werden konnten.

Generell wurden so viele Holz-Holzverbindungen wie eingesetzt. Diese können heutzutage mit modernen,

CNC-gestützten Fertigungsprozessen ohne Weiteres mit hoher Präzision nahezu zum Nulltarif hergestellt werden.

Dasselbe gilt auch für die hochbelasteten Massivholzwände an den Treppenhäusern. Durch die Verzahnung der Platten konnte eine Vielzahl an Blechverbindern eingespart werden. Für das Deckenaufleger musste hier allerdings trotzdem ein Stahlträger verwendet werden. Trotz dessen konnte bei diesem Projekt weitestgehend auf Blechwinkel und ähnliches verzichtet werden und das Gebäude noch mehr zu einem „reinen Holzbau“ gemacht werden.

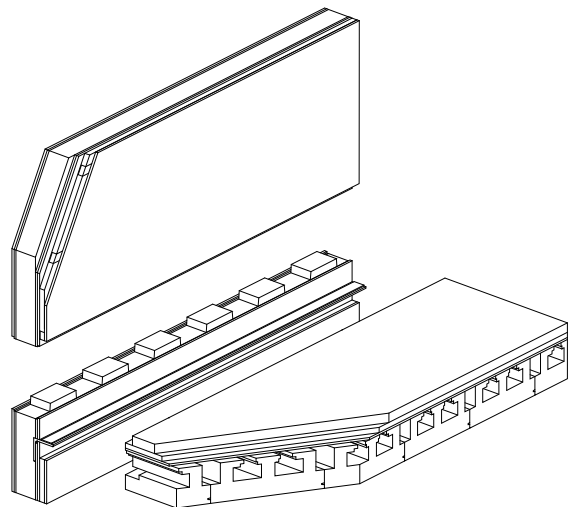


Abb. 15: Detail: Verzahnte Holzverbindung der Massivholzwände in den Treppenhäusern

4 Vorfertigung und Ausführung

Herbert Duttlinger, Holzbau Bruno Kaiser GmbH

4.1 Konstruktionsdetails und Bauteilfügungen

Beispiele für Herausforderungen

Verbindungen der vorgefertigten Bauteile auf der Baustelle:

Einzelne Wandelemente können nur bis zu einer Länge von max. 13 m transportiert werden und müssen dann beim Aufrichten nahtlos miteinander verbunden werden.

Verbindungen der Deckenelemente bei den Geschossübergängen:

Wichtig ist, den horizontalen Holzanteil auf ein Minimum zu beschränken. Nachträglich Setzungen werden so minimiert und durch die Kombination Holzständer in Fichte und Schwelle-Rähm in Baubuche können maximale Lasten abgetragen werden.

4.2 Planung und Arbeitsvorbereitung

Herausforderungen

Parallellaufender Planungsprozess erfordert optimale Abstimmung zwischen Planern und der Arbeitsvorbereitung

Lösungen

Integrierter Planungsprozess z.B. der Elektro- und Haustechnikplanung durch hauseigenes Planungsbüro

Maximale Exaktheit durch Building Information Modelling (BIM) mit entsprechender Software – 3D-Modell des Gebäudes entsteht als digitaler Zwilling am Computer und wird an die Produktionsanlagen übergeben

4.3 Fertigung

Abbund

- CNC-gestützte Abbundanlage Hundegger K2i
- Stäbe werden passgenau zugeschnitten und gefräst

Vormontage

- CNC-gestützter Elementbauroboter Technowood-Mill E
- Zugeschnittene Hölzer werden auf der Produktionslinie zu Rahmen zusammengesteckt und verschraubt
- Erste Seite wird beplankt und millimetergenau zugeschnitten
- Bauteile werden gewendet
- Installationsebene wird eingebaut und Dämmmaterial wird eingeblasen
- Zweite Seite wird beplankt und millimetergenau zugeschnitten

Endmontage

Fenster, Jalousien und verschiedene Anschlüsse werden eingebaut und an den Außenwänden wird die Schalung angebracht

= Fertige Wandelemente werden auf Wechselbrücken verladen

Herausforderungen

Bauteilfügungen mussten bspw. bei Fassade, Fenstern, Geschossübergängen und Brandriegeln exakt berücksichtigt werden, sodass die Bauteile auf der Baustelle passgenau zusammengefügt werden konnten

Lösungen

Hochtechnologischer und präziser Produktionsablauf durch CNC-gestützten Maschinenpark

Logistik und Transport

Herausforderungen

- Aufrichten der Wandelemente nimmt weniger Zeit in Anspruch als die Produktion
- Elemente von bis zu 13 m Länge mussten just-in-time von Bernau nach Freiburg auf die Baustelle transportiert werden
- Enge Baustellenverhältnisse in der Stadt

Lösungen

- Drei Geschosse wurden vorproduziert und eingelagert
- Eigener Fuhrpark mit LKW und lenkbarem Auflieger, der optimal auf den Transport der Elemente abgestimmt ist
- Zwei unterschiedliche Kräne im Einsatz: Schnellbaukran für die leichten Deckenelemente, Obendreherkran für die schwereren Wandelemente und die oberen Geschosse

Aufrichten

Herausforderungen

- EG in Massivbauweise: Maßtoleranzen bis 1,5 cm, aber Hochhausgrenze durfte nicht erreicht bzw. überschritten werden
- Regenereignisse während der Bauzeit

Lösungen

- Passgenaues Ausrichten und Einmessen vom 1. - 7. OG + Maßtoleranzen wurden mit druckfestem Quellschutt ausgeglichen
- Witterungsschutz durch Planen und Abstimmung der Aufrichtarbeiten je nach Wetterbericht (Decken mussten montiert sein, bevor der Witterungsschutz angebracht werden konnte)



Abb. 16: Einmessen mit dem Tachymeter



Abb. 17: 1. OG des Treppenhauses in Massivholzbauweise



Abb. 18: Außenwand mit fertiger Fassade und Bauteilstoß



Abb. 19: Einführen des Wandelements in die Zugstangen



Abb. 20: Deckenelement wird aufgelegt



Abb. 21: „H-Element“ zur Aufnahme und Ableitung der Schubkräfte



Abb. 22: Witterungsschutz

Autoren

Herbert Duttlinger

Holzbau Bruno Kaiser GmbH
Gewerbegebiet Gässle 7
79872 Bernau im Schwarzwald

Kontakt:
info@bruno-kaiser.de

Benedikt Ganter

Die HOLZBAUINGENIEURE GmbH
Wilhelm-Stahl-Straße 11
79822 Titisee-Neustadt

Kontakt:
info@die-holzbauingenieure.de