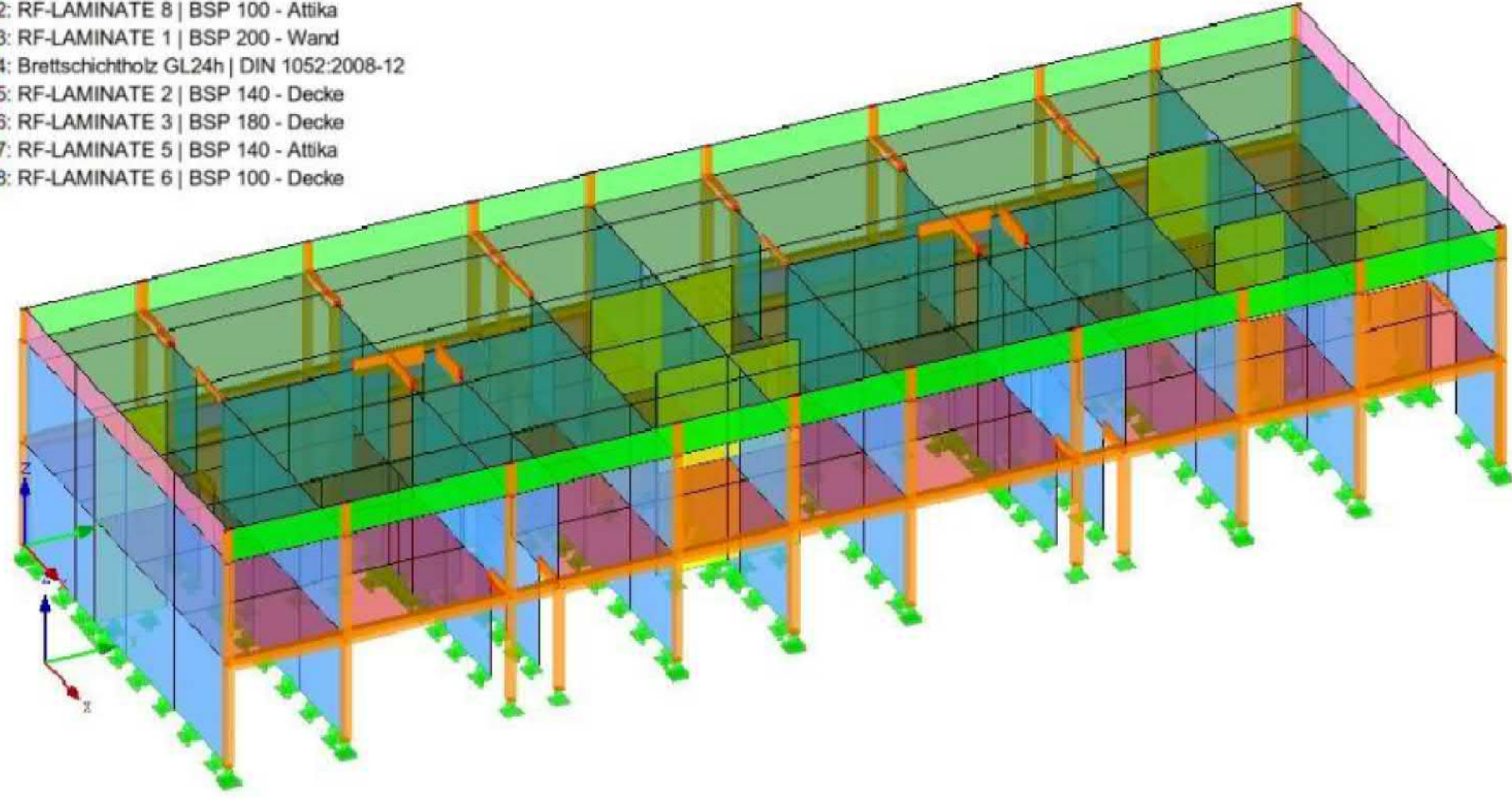


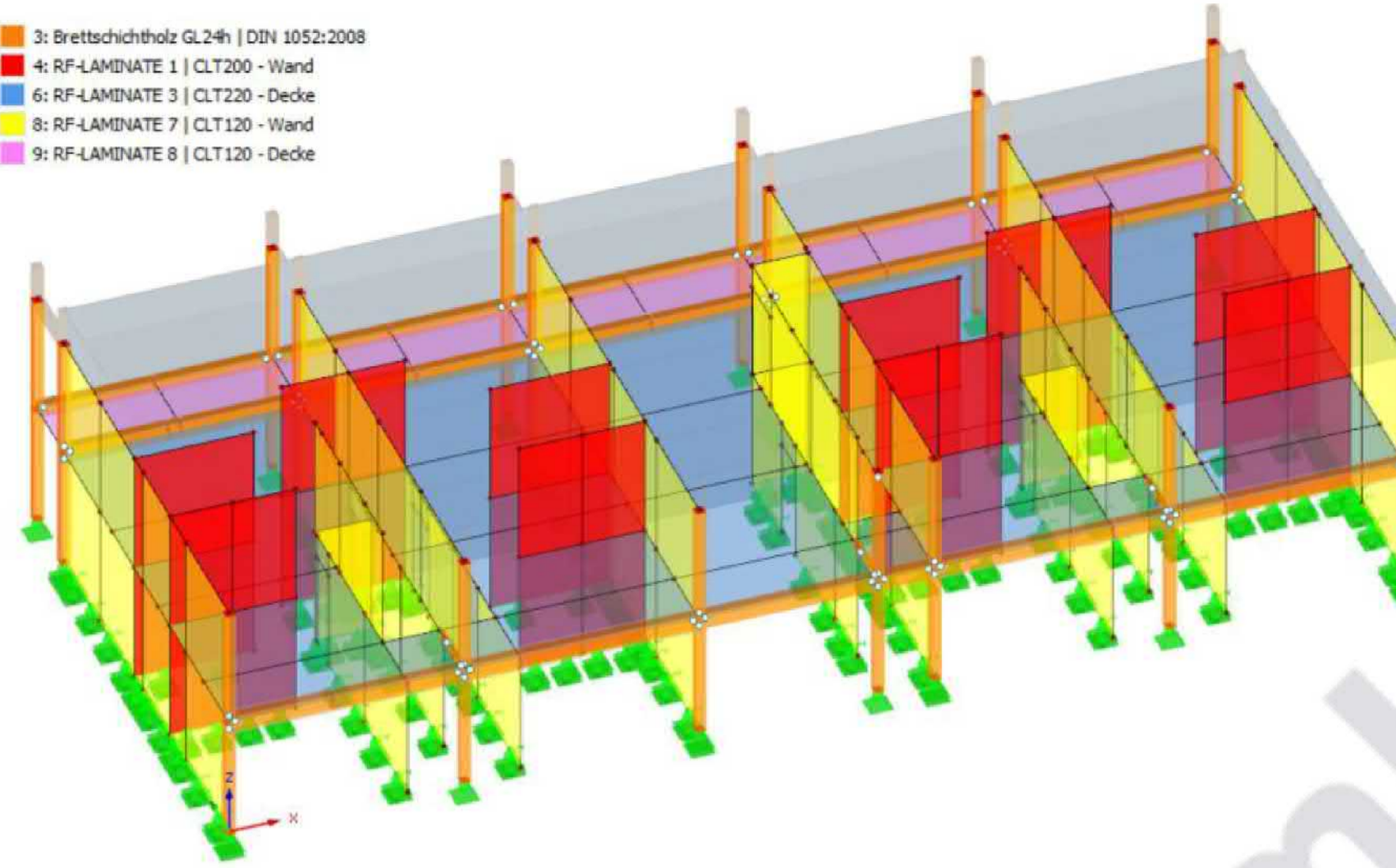
### Haus B,D

- 1: RF-LAMINATE 7 | BSP 120 - Wand
- 2: RF-LAMINATE 8 | BSP 100 - Attika
- 3: RF-LAMINATE 1 | BSP 200 - Wand
- 4: Bretttschichholz GL24h | DIN 1052:2008-12
- 5: RF-LAMINATE 2 | BSP 140 - Decke
- 6: RF-LAMINATE 3 | BSP 180 - Decke
- 7: RF-LAMINATE 5 | BSP 140 - Attika
- 8: RF-LAMINATE 6 | BSP 100 - Decke



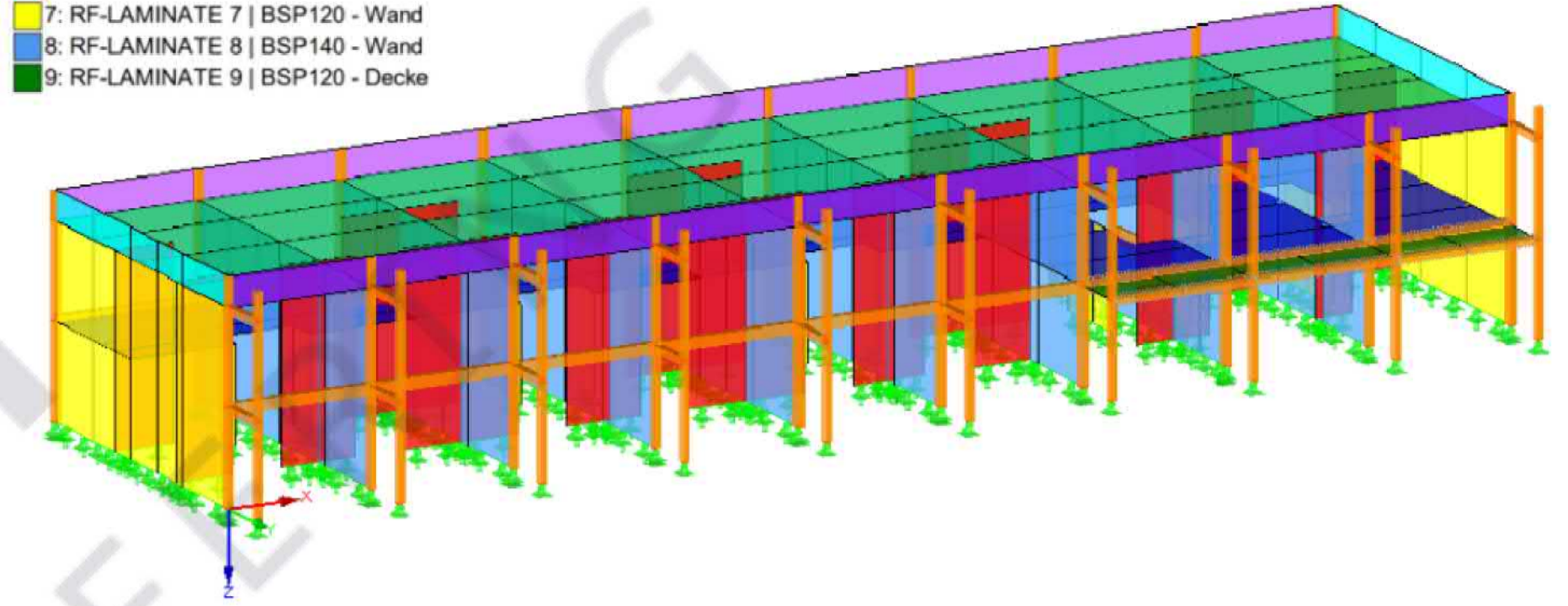
### Haus C

- 3: Bretttschichholz GL24h | DIN 1052:2008
- 4: RF-LAMINATE 1 | CLT200 - Wand
- 5: RF-LAMINATE 3 | CLT200 - Decke
- 6: RF-LAMINATE 7 | CLT120 - Wand
- 9: RF-LAMINATE 8 | CLT120 - Decke



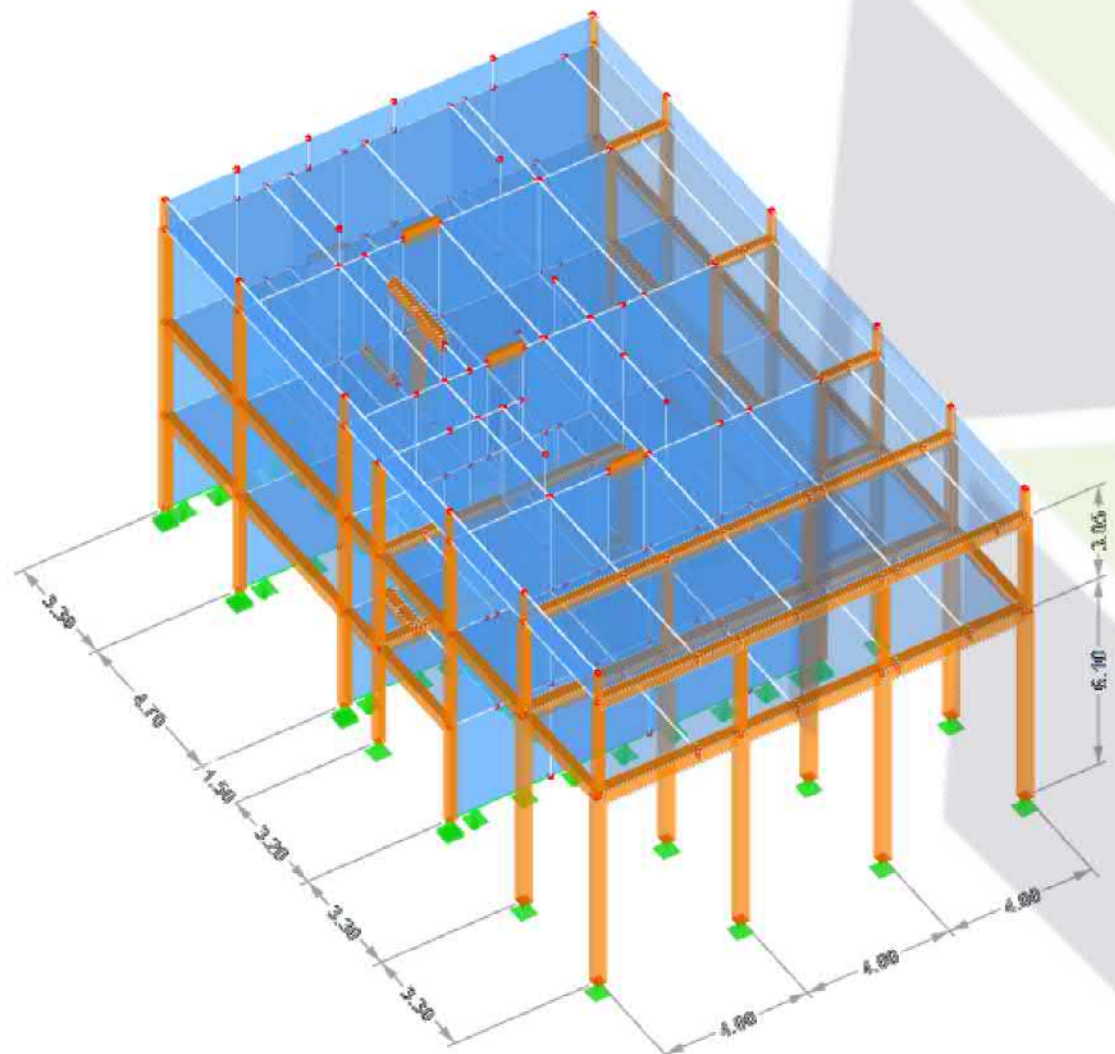
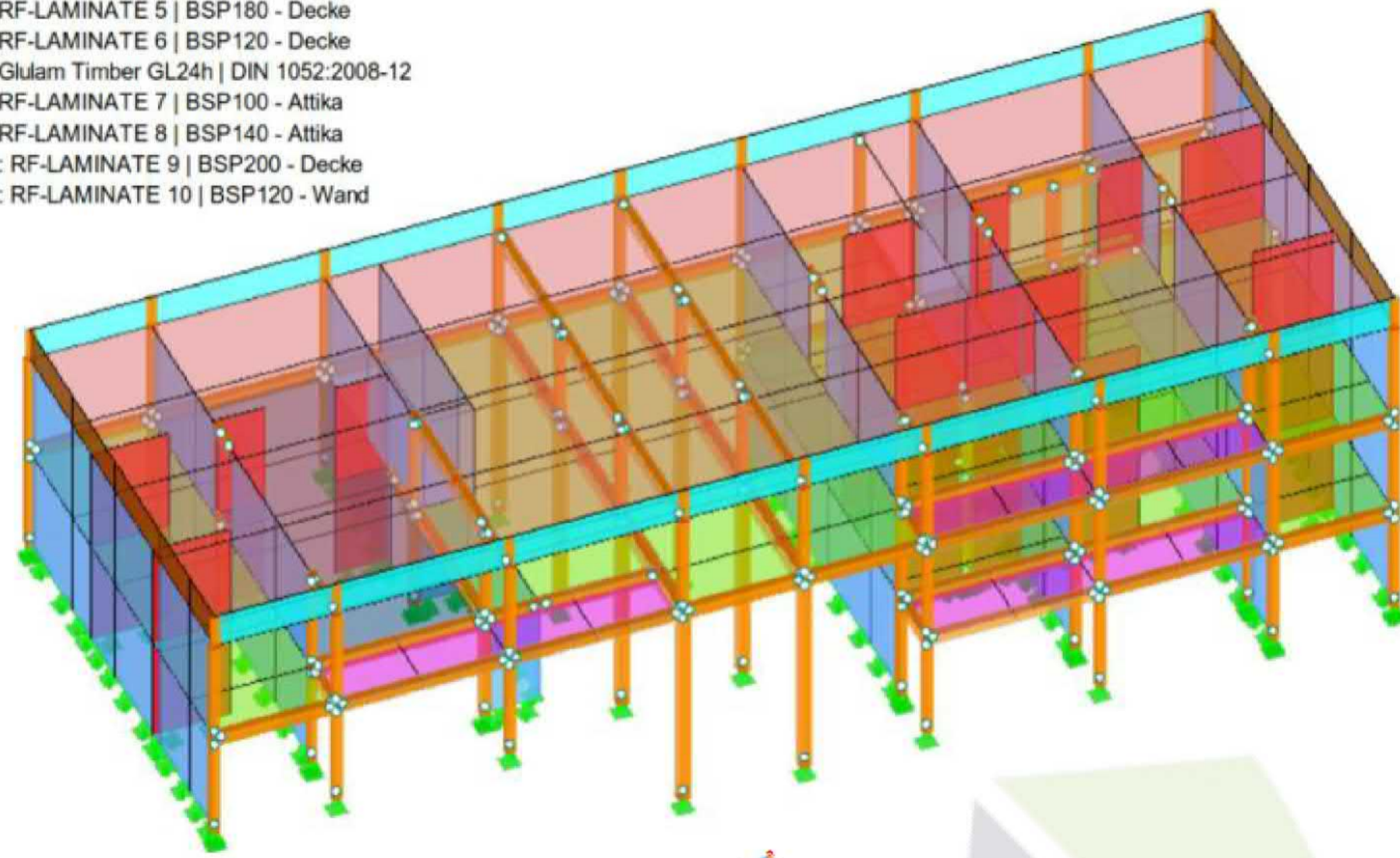
### Haus E

- 1: Bretttschichholz GL24h | DIN 1052:2008-12
- 2: RF-LAMINATE 1 | BSP180 - Decke
- 3: RF-LAMINATE 2 | BSP200 - Wand
- 4: RF-LAMINATE 4 | BSP140 - Decke
- 5: RF-LAMINATE 5 | BSP140 - Attika
- 6: RF-LAMINATE 6 | BSP100 - Attika
- 7: RF-LAMINATE 7 | BSP120 - Wand
- 8: RF-LAMINATE 8 | BSP140 - Wand
- 9: RF-LAMINATE 9 | BSP120 - Decke



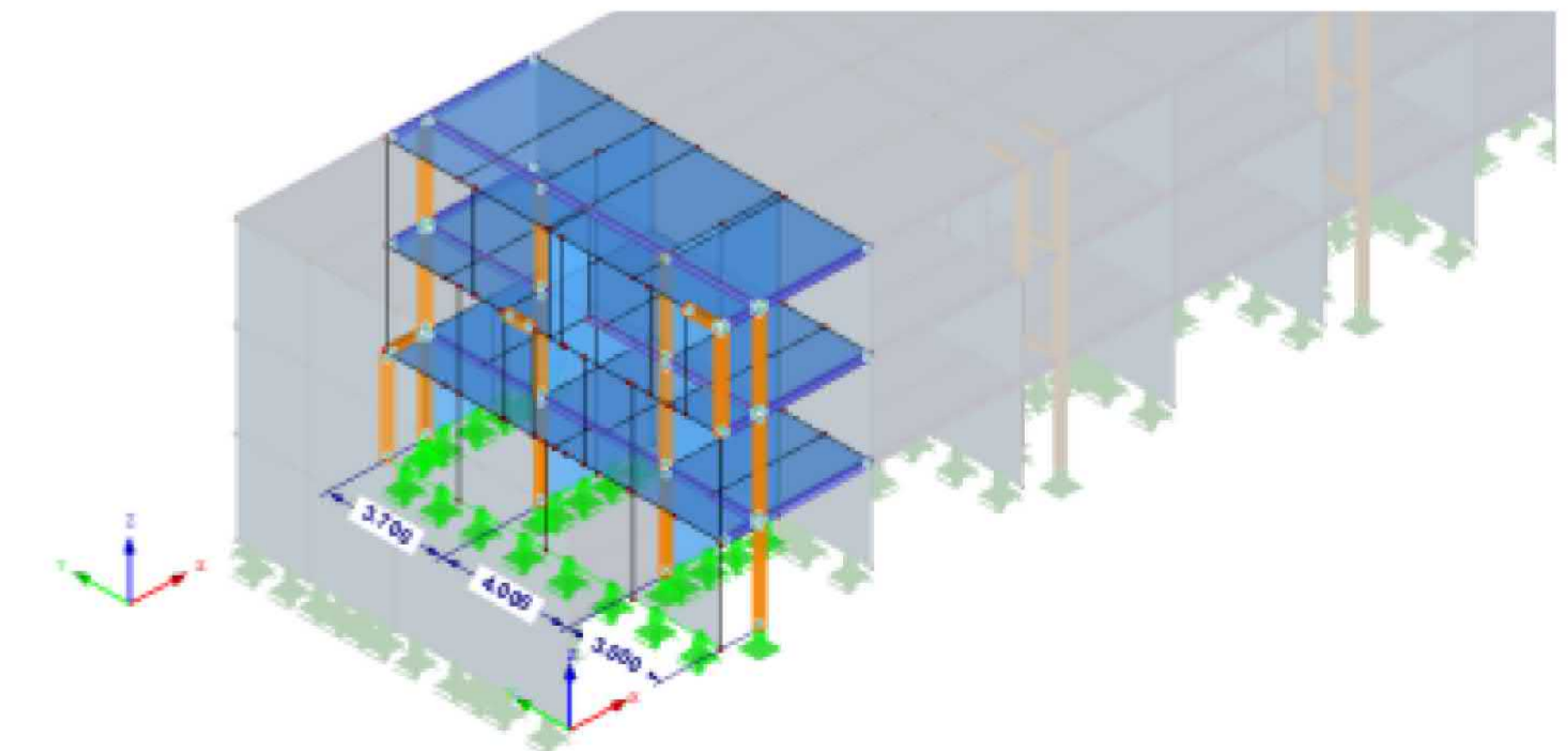
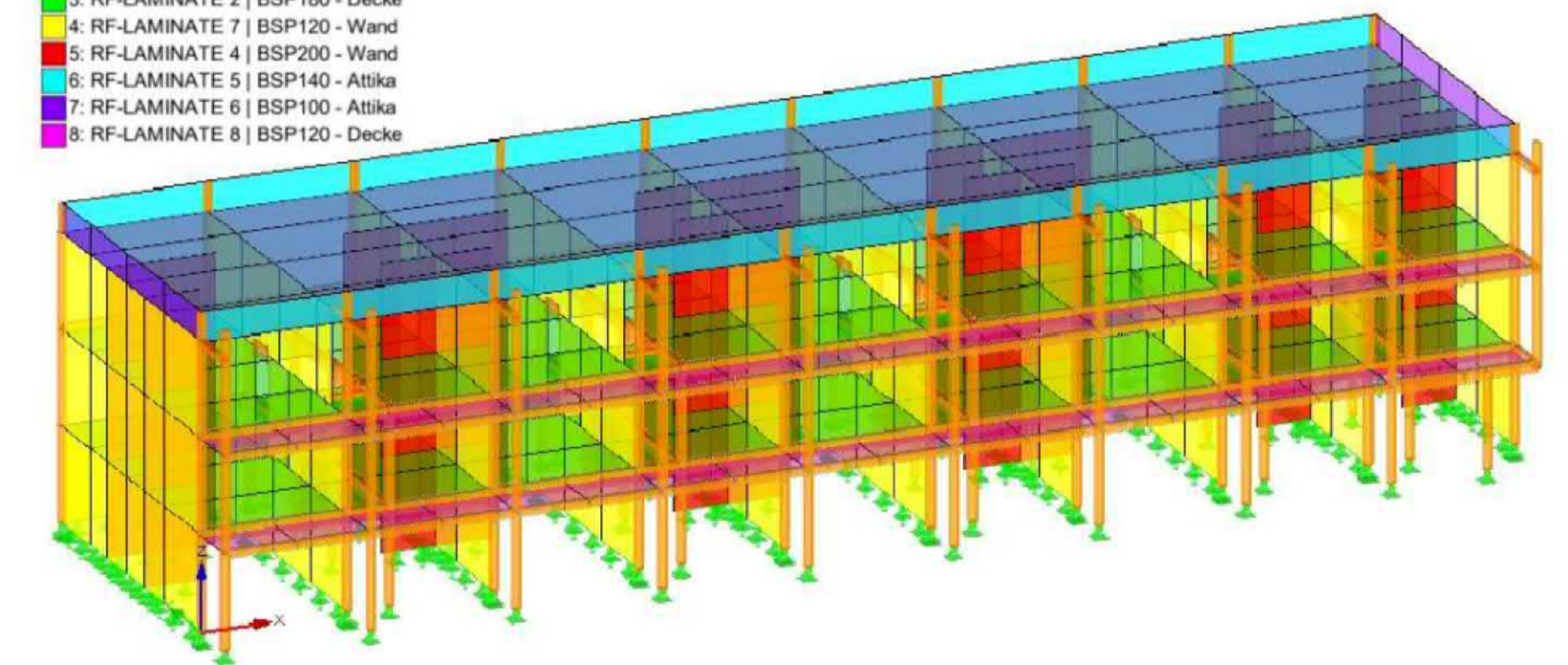
### Haus A

- Materials
- 1: RF-LAMINATE 1 | BSP140 - Decke
  - 3: RF-LAMINATE 3 | BSP200 - Wand
  - 5: RF-LAMINATE 5 | BSP180 - Decke
  - 6: RF-LAMINATE 6 | BSP120 - Decke
  - 7: Glulam Timber GL24h | DIN 1052:2008-12
  - 8: RF-LAMINATE 7 | BSP100 - Attika
  - 9: RF-LAMINATE 8 | BSP140 - Attika
  - 10: RF-LAMINATE 9 | BSP200 - Decke
  - 11: RF-LAMINATE 10 | BSP120 - Wand



### Haus F

- 1: Bretttschichholz GL24h | DIN 1052:2008-12
- 2: RF-LAMINATE 1 | BSP140 - Decke
- 3: RF-LAMINATE 2 | BSP180 - Decke
- 4: RF-LAMINATE 7 | BSP120 - Wand
- 5: RF-LAMINATE 4 | BSP200 - Wand
- 6: RF-LAMINATE 5 | BSP140 - Attika
- 7: RF-LAMINATE 6 | BSP100 - Attika
- 8: RF-LAMINATE 8 | BSP120 - Decke



The following pages present selected extracts from the structural engineering report, including:

- Technical descriptions,
- FEM analysis,
- CLT Designer results,
- Connection Verifications.



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorbemerkungen .....</b>	<b>A-1-01</b>
1.1. Allgemeine .....	A-1-02
1.2. Hinweise zur Seitennummerierung.....	A-1-02
1.3. Grundlagendokumente .....	A-1-03
1.4. Normen und Zulassungen .....	A-1-03
1.5. Verwendete Software .....	A-1-07
1.6. Literatur.....	A-1-07
<b>2. Baubeschreibung.....</b>	<b>A-2-01</b>
2.1. Technische Beschreibung .....	A-2-02
2.1.1. Beschreibung der Konstruktion .....	A-2-03
2.1.2. Lastabtrag .....	A-2-08
2.1.3. Baustoffe.....	A-2-09
2.1.4. Materialklassen der konstruktiven Elemente .....	A-2-09
2.2. Überprüfung der Tragfähigkeit (GZT) .....	A-2-10
2.2.1. Stabilitätsprüfung .....	A-2-10
2.2.2. Lagerreaktionen.....	A-2-12
2.3. Überprüfung der Gebrauchstauglichkeitskriterien (GZG) .....	A-2-13
2.4. Brandschutz.....	A-2-15
2.4.1. Brandschutz für konstruktive Elemente .....	A-2-15
2.4.2. Überprüfung der Tragfähigkeit von feuerexponierten Elementen .....	A-2-20
2.4.3. Handberechnung der Abbrandtiefe von Holz .....	A-2-22
2.4.4. Notwendige Treppen und Rettungsweges .....	A-2-23
2.5. Stahlbetontragwerk - Parkdeck.....	A-2-26
<b>3. Lastannahmen.....</b>	<b>A-3-01</b>
3.1. Ständige Last .....	A-3-02
3.2. Nutzlast .....	A-3-02
3.3. Imperfektionen .....	A-3-06
3.4. Wind- und Schneelast .....	A-3-08
3.5. Erdbebenlast .....	A-3-16
<b>4. Nachweise mithilfe der Software CLTDesigner .....</b>	<b>A-4-01</b>
4.1. Wände zwischen den Wohnungen.....	A-4-03
4.2. Außenwände .....	A-4-09
4.3. Aussteifungswände in Längsrichtung .....	A-4-15
4.4. Geschossdecke .....	A-4-21
4.5. Dachdecke .....	A-4-50
4.6. Balkondecke .....	A-4-67
4.7. Attika .....	A-4-85

<b>5. Bemessung der Tragkonstruktion.....</b>	<b>A-5-01</b>
5.1. Treppen .....	A-5-03
5.1.1. Eingabedaten .....	A-5-04
5.1.2. Treppen Bemessung .....	A-5-09
5.2. Steifigkeit der Verbindungen .....	A-5-20
5.2.1. Längsverbindung zwischen zwei BSP-Paneelen .....	A-5-21
5.2.2. Verbindung zwischen zwei BSP 200 7s Wand (Aussteifungswände) – Typ 1 .....	A-5-22
5.2.3. Verbindung zwischen zwei BSP 120 5s Wand – Typ 2 .....	A-5-24
5.3. Nachweis der GZT und GZG .....	A-5-26
5.3.1. Eingabedaten.....	A-5-27
5.3.2. Schnittgrößen .....	A-5-71
5.3.3. Bemessung von Stützen und Trägern .....	A-5-174
5.3.4. Bemessung von BSP-Elementen .....	A-5-331
5.4. Nachweis der Tragfähigkeit von BSP unter Brandbedingungen .....	A-5-380
5.4.1. Eingabedaten für die Dimensionierung bei Brand .....	A-5-381
5.4.2. Bemessung von BSP-Elemente bei Brand .....	A-5-394
5.5 Attika .....	A-5-442
5.5.1. Eingabedaten.....	A-5-443
5.5.2. Schnittgrößen .....	A-5-448
5.5.3. Bemessung .....	A-5-456
<b>6. Nachweis der Verbindungen .....</b>	<b>A-6-01</b>
6.1. CLT- Deckenplatte zu Fassadenbalken .....	A-6-03
6.2. Fassadenbalken zu Fassadenstützen .....	A-6-06
6.3. Balkonbalken zu Balkonstützen .....	A-6-10
6.4. BSH Balken 320x400 zu BSH Stützen 320x320.....	A-6-14
6.5. BSH Balken 240x320 zu BSH Stützen 240x260.....	A-6-18
6.6. BSH Balken 240x400 zu BSH Stützen 240x280.....	A-6-22
6.7. BSH Balken 240x400 zu BSH Stützen 240x260.....	A-6-26
6.8. BSH Balken 240x320 zu BSH Stützen 200x280.....	A-6-30
6.9. BSH Balken 280x400 zu BSH Balken 240x280 .....	A-6-34
6.10. BSH Balken 280x400 zu BSH Balken 280x400 .....	A-6-39
6.11. BSP- Deckenplatte zu BSP- Deckenplatte – Typ 1 ( Dachplatte BSP 140 5s) .....	A-6-43
6.12. BSP- Deckenplatte zu BSP- Deckenplatte – Typ 2 (Geschossdecke BSP 180 5s) .....	A-6-46
6.13. BSP- Deckenplatte zu BSP- Deckenplatte – Typ 3 (Dachplatte BSP 140 5s) .....	A-6-49
6.14. BSP- Deckenplatte zu BSP- Deckenplatte – Typ 4 (Geschossdecke BSP 180 5s) .....	A-6-53
6.15. BSP- Deckenplatte zu BSP- Wandplatte auf Dachdecke – Typ 1 (BSP 120 5s) .....	A-6-56
6.16. BSP- Deckenplatte zu BSP- Wandplatte auf Dachdecke – Typ 2 (BSP 200 7s) .....	A-6-62
6.17. Horizontale Verbindung zwischen zwei BSP- Wandplatte – Typ 1 (BSP 120 5s) .....	A-6-68
6.18. Horizontale Verbindung zwischen zwei BSP- Wandplatte – Typ 2 (BSP 200 7s) .....	A-6-77
6.19. BSP- Wandplatte zu Beton - Typ 1 (BSP 120 5s) .....	A-6-87
6.20. BSP- Wandplatte zu Beton - Typ 2 (BSP 200 7s) .....	A-6-93
6.21. Attika - Längsseite: BSP-Platte - an - BSH-Stütze .....	A-6-99
6.22. Attika - Querseite: BSP-Konsolplatte .....	A-6-103
6.23. Hilti PROFIS Bericht - 2 x HST3-M12 - Zug 12kN .....	A-6-107
6.24. Hilti PROFIS Bericht - 2 x HST3-M16 - Schub 22kN .....	A-6-116
6.25. Hilti PROFIS Bericht - 2 x HST3-M16 - Zug 17kN .....	A-6-127
6.26. Hilti PROFIS Bericht - 2 x HST3-M20 - Schub 29kN .....	A-6-136

## 7. Schlussblatt .....A-7-01

### ANHÄNGE

#### A. BERICHTE

- A1. - Haus A - G, Q, S - 2025.01.20.pdf
- A2. - Statische Berechnung - Erdbeben-Lagerreaktionen (2025.04.14).pdf
- A3. - Schwerpunkt, Massen, Bauwerkssteifigkeit - 2024.13.01.pdf
- A3.1 - Schwerpunkt, Massen, Bauwerkssteifigkeit + Seis. Besch. (as) SB-02 - 2025.02.03.pdf A4.  
TP21-013 LP4 2.Nachtrag\_Erdbebennachweis Bestand\_28.02.2025.pdf

#### B. ZULASSUNGEN UND TECHNISCHE DATENBLÄTTER

- B01.1 Rothoblaas NINO - ETA220089.pdf
- B01.2 Rothoblaas NINO - Technisches Datenblatt.pdf
- B02.1 Rothoblaas LBV - DOP EN14545.pdf
- B02.2 Rothoblaas LBV - Technisches Datenblatt.pdf
- B03.1 Rothoblaas WHT PLATE T - DOP EN14545.pdf
- B03.2 Rothoblaas WHT PLATE T - Technisches Datenblatt.pdf
- B04.1, 05.1, 06.1, 07.1 Rothoblaas HBS\_HBS PLATE\_VGZ\_VGS - ETA110030.pdf
- B04.2 Rothoblaas HBS - Technisches Datenblatt.pdf
- B05.2 Rothoblaas HBS PLATE - Technisches Datenblatt.pdf
- B06.2 Rothoblaas VGZ - Technisches Datenblatt.pdf
- B07.2 Rothoblaas VGS - Technisches Datenblatt.pdf
- B08.1 Rothoblaas LBA - ETA220002.pdf
- B08.2 Rothoblaas LBA - Technisches Datenblatt.pdf
- B09.1 Rothoblaas SBD - DOP EN14592.pdf
- B09.2 Rothoblaas SBD - Technisches Datenblatt.pdf
- B10.1 Rothoblaas FIRE FOAM - ETA.pdf
- B10.2 Rothoblaas FIRE FOAM - Technisches Datenblatt.pdf
- B11.1 Hilti HST3 - ETA980001.pdf
- B11.2 Hilti HST3 - Technisches Datenblatt.pdf
- B12.1 HASSLACHER - CLT - Allgemeine Bauartgenehmigung - Z-9.1-905.pdf
- B12.2 HASSLACHER - CLT - Technisches Datenblatt.pdf
- B13.1 Knauf Feuerschutzplatte GKF - DOP.pdf
- B13.2 Knauf Feuerschutzplatte GKF - Technisches Datenblatt.pdf
- B14.1 Knauf Fireboard - DoP EN\_15283-1.pdf
- B14.2 Knauf Fireboard - Datenblatt.pdf
- B14.3 Knauf Fireboard - Ingenieurmaessiger\_Brandschutz\_2023-03.pdf
- B15.1 PROMAT - Konstruktion 445.pdf
- B15.2 PROMAT - Konstruktion 445 - Konstruktionsdetail - P 21466 B.pdf
- B16.1 SCHWERE SCHÜTTUNG – CW2000 (CEMWOOD GmbH) - Technisches Datenblatt.pdf
- B17.1 ETA150187\_Pitzl\_HVP\_Connectors\_r3\_2023

## Inhaltsverzeichnis der Zeichnungen

<b>ZEICHNUNGSCODE</b>	<b>ZEICHNUNGSNAME</b>
2024-P04_A-01_PP-01_a	HAUS A - ALLGEMEINE HINWEISE
2024-P04_A-02_PP-02_a	HAUS A - POSITIONSPLAN WÄNDE 2.OG
2024-P04_A-03_PP-03_a	HAUS A - VERBINDUNGSELEMENTE FÜR STB.-PLATTE und WÄNDE 2.OG
2024-P04_A-04_PP-04_a	HAUS A - POSITIONSPLAN DECKE ÜBER 2.OG
2024-P04_A-05_PP-05_a	HAUS A - VERBINDUNGSELEMENTE zwischen DECKE ÜBER 2.OG und WÄNDE 2.OG
2024-P04_A-06_PP-06_a	HAUS A - POSITIONSPLAN WÄNDE 3.OG
2024-P04_A-07_PP-07_a	HAUS A - VERBINDUNGSELEMENTE zwischen DECKE ÜBER 2.OG und WÄNDE 3.OG mit STB.-PLATTE
2024-P04_A-08_PP-08_a	HAUS A - POSITIONSPLAN DECKE ÜBER 3.OG
2024-P04_A-09_PP-09_a	HAUS A - VERBINDUNGSELEMENTE zwischen DECKE ÜBER 3.OG und WÄNDE 3.OG
2024-P04_A-10_PP-10_a	HAUS A - POSITIONSPLAN WÄNDE 4.OG
2024-P04_A-11_PP-11_a	HAUS A - VERBINDUNGSELEMENTE zwischen DECKE ÜBER 3.OG und WÄNDE 4.OG
2024-P04_A-12_PP-12_a	HAUS A - POSITIONSPLAN DECKE ÜBER 4.OG
2024-P04_A-13_PP-13_a	HAUS A - VERBINDUNGSELEMENTE FÜR ATTIKA
2024-P04_A-14_PP-14_a	HAUS A - POSITIONSPLAN WÄNDE FÜR ATTIKA
2024-P04_A-15_PP-15_a	HAUS A - SCHNITT 1
2024-P04_A-16_PP-16_a	HAUS A - SCHNITT 2
2024-P04_A-17_PP-17_a	HAUS A - SCHNITT 3
2024-P04_A-18_PP-18_a	HAUS A - SCHNITT 4
2024-P04_A-19_PP-19_a	HAUS A - SCHNITT A
2024-P04_A-20_PP-20_a	HAUS A - SCHNITT B
2024-P04_A-21_PP-21_a	HAUS A - SCHNITT C
2024-P04_A-22_PP-22_a	HAUS A - SCHNITT D
2024-P04_A-23_PP-23_a	HAUS A - STAHLELEMENTE
2024-P04_A-24_DET-01_a	HAUS A - DETAILS 01
2024-P04_A-25_DET-02_a	HAUS A - DETAILS 02
2024-P04_A-26_DET-03_a	HAUS A - DETAILS 03
2024-P04_A-27_DET-04_a	HAUS A - DETAILS 04
2024-P04_A-28_DET-05_a	HAUS A - DETAILS 05
2024-P04_A-29_DET-06_a	HAUS A - DETAILS 06
2024-P04_A-30_DET-07_a	HAUS A - DETAILS 07
2024-P04_A-31_DET-08_a	HAUS A - DETAILS 08
2024-P04_A-32_DET-09_a	HAUS A - DETAILS 09
2024-P04_A-33_DET-10_a	HAUS A - DETAILS 10

2024-P04_A-34_DET-11_a	HAUS A - DETAILS 11
2024-P04_A-35_DET-12_a	HAUS A - DETAILS 12
2024-P04_A-36_SPE-01_a	HAUS A - SPEZIFIKATION
2024-P04_A-37_TR-01_a	HAUS A - TREPPE - POSITIONSPLAN
2024-P04_A-38_TR-02_a	HAUS A - TREPPE - VERBINDUNGSDetail
2024-P04_A-39_TR-03_a	HAUS A - TREPPE 101 - BAUGRUPPE
2024-P04_A-40_TR-04_a	HAUS A - TREPPE 101 - EINZELTEILE UND SPEZIFIKATION
2024-P04_A-41_TR-05_a	HAUS A - TREPPE 102 - BAUGRUPPE
2024-P04_A-42_TR-06_a	HAUS A - TREPPE 102 - EINZELTEILE UND SPEZIFIKATION



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 1. Vorbemerkungen



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 1.1. Allgemeines

Die statischen Untersuchungen in diesem Dokument beinhalten die Standsicherheit des Tragwerks als Gesamtobjekt im Endzustand. Die Standsicherheit im Bauzustand ist gesondert nachzuweisen. Werden Teile der statischen Berechnungen durch Dritte erbracht, so sind diese der vorliegenden Hauptstatik nachzustellen.

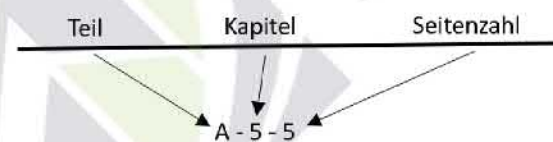
Das Fassadenprojekt ist nicht Teil dieses Projekts. Die Planung, einschließlich der Art und Weise der Verbindung der Fassade mit dem Gebäude, muss Gegenstand eines unabhängigen Projekts durch ein spezialisiertes Unternehmen sein.

Das Projekt der Solarpanels ist nicht Teil dieses Projekts. Ihre Dimensionierung, einschließlich der Art der Verbindung mit der Konstruktion und möglichem Abheben durch Wind, muss ebenfalls Gegenstand eines unabhängigen Projekts durch ein spezialisiertes Unternehmen sein.

Die gesamte Dokumentation und IFC für diesen Teil des Projekts ist über einen Link bis Ende des Jahres 2025 verfügbar:

## 1.2. Hinweise zur Seitennummerierung

### SEITENNUMMERIERUNG



### AUSTAUSCHSEITEN

Austauschseiten werden mit Index a, b, c usw. bezeichnet und ersetzen die vorhandenen Seiten vollständig:  
z. B. 5-17a

### ERGÄNZUNGSSEITEN

Nachträglich erstellte Ergänzungsseiten werden durch Anhängen einer zusätzlichen Ziffer eingefügt: z. B.: 5-17.1

### 1.3. Grundlegendokumente

Architektenpläne:

Vorläufige-Präliminare statische Berechnungen:

Brandschutzkonzept:

Globale Erdbebenanalyse vom Stb. Tragwerk und Bestimmung der Erdbebenkräfte der BSP-Häuser „A4. TP21-013 LP4 2.Nachtrag\_Erdbebennachweis Bestand\_28.02.2025.pdf“

Geotechnischer Bericht

### 1.4. Normen und Zulassungen

Grundlage der statischen Berechnung sind die technischen Baubestimmungen des entsprechenden Bundeslandes des Bauvorhabens. Nachfolgend sind auszugsweise Normen zusammengestellt, welche in den Listen der technischen Baubestimmungen enthalten sind und für das vorliegende Projekt insbesondere verwendet wurden. Ergänzende Normen, Richtlinien, bauaufsichtliche Zulassungen oder sonstige Fachliteratur als Bemessungsgrundlage sind in den entsprechenden Kapiteln aufgeführt. Für die Anwendung der Eurocodes gilt jeweils die Norm nur in Zusammenhang mit dem zugehörigen nationalen Anhang (nicht explizit vermerkt).

## NORMEN FÜR LASTEN UND ERDBEBEN

Norm	Bezeichnung der Norm
DIN EN 1990:2010-12 DIN EN 1990/NA:2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991-1-1:2012-12 DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015-05	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
DIN EN 1991-1-2:2012-12 DIN EN 1991-1-2 Ber.1:2013-08 DIN EN 1991-1-2/NA/2015-09	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-3:2012-12 DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12 DIN EN 1991-1-3/NA/2019-04	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten
DIN EN 1991-1-4:2012-12 DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
DIN 4149:2002-10	Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
DIN EN 1998-1:2010-12 DIN EN 1998-1/NA:2023-11	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

## HOLZKONSTRUKTIONEN

Norm	Bezeichnung der Norm
DIN EN 1995-1-1:2010-12 DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1995-1-2:2010-12 DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 16351:2021-06	Holzbauwerke - Brettsper Holz - Anforderungen
DIN EN 14080:2013	Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen
DIN 1052: 2004-08	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
DIN EN 338:2016-07	Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen
DIN EN 300 :2006-09	Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) - Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen

## WÄRMESCHUTZ, LUFTDICHTHEIT UND HOLZSCHUTZ

Norm	Bezeichnung der Norm
DIN 4108-7	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
DIN EN 12114	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Luftdurchlässigkeit von Bauteilen
DIN 68800	Holzschutz

## **METALLKONSTRUKTIONEN**

Norm	Bezeichnung der Norm
DIN EN 1993-1-1:2010-12 DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 DIN EN 1993-1-1/NA:2018-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1993-1-2:2010-12 DIN EN 1993-1-2/NA:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1993-1-8:2010-12 DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
DIN EN 1090	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken
DIN EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen
DIN EN ISO 8501	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit
DIN EN ISO 5817:2023-07	Schweißen
DIN EN ISO 12944	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme

## **BRANDSCHUTZ**

Norm	Bezeichnung der Norm
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN EN 13501	Klassifizierung v. Bauprodukten u. Bauarten zu ihrem Brandverhalten
MholzBauRL 2020-10	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise
MholzBauRL 2024	Konsolidierter Entwurf zur Neufassung der Muster-Holzbaurichtlinie (M HolzBauRL) vom 24. September 2024



## ZULASSUNGEN UND TECHNISCHE DATENBLÄTTER

Nr.	Produktbezeichnung	Zertifikatsnummer
B.01	NINO UNIVERSELLER WINKELVERBINDER FÜR SCHER- UND ZUGKRÄFTE	ETA-22/0089 of 2024/12/13
B.02	LBV LOCHBLECH	DoP - EN-14545:2008
B.03	WHT PLATE T ZUGPLATTE	DoP - EN-14545:2008
B.04	HBS - SENKKOPFSCHRAUBE	ETA-11/0030 of 2024/09/30
B.05	HBS PLATE - SCHRAUBE MIT KEGELUNTERKOPF FÜR PLATTEN	ETA-11/0030 of 2024/09/30
B.06	VGZ - SCHRAUBE MIT VOLLGEWINDE UND ZYLINDERKOPF	ETA-11/0030 of 2024/09/30
B.07	VGS - VOLLGEWINDE-VERBINDER MIT SENK- ODER SECHSKANTKOPF	ETA-11/0030 of 2024/09/30
B.08	LBA-ANKERNAGEL	ETA-22/0002 of 2022/01/24
B.09	SBD-SELBSTBOHRENDER STABDÜBEL	DoP - EN-14592:2008
B.10	FIRE FOAM - ABDICHTENDER POLYURETHANSCHAUM MIT HOHEM FEUERWIDERSTAND	ETA-19/0359 of 30/09/2019
B.11	HST3 - EXPANSION ANCHOR	ETA-98/0001 of 2023-07-20
B.12	HASSLACHER - CLT - Allgemeine Bauartgenehmigung	Z-9.1-905
B.13	Knauf Feuerschutzplatte GKF	DoP
B.14	Knauf Fireboard	DoP
B.15	PROMAT - Konstruktion 445	Prüfzeugnis – P-3802/8029-MPA BS
B.16	SCHWERE SCHÜTTUNG – CW2000	CEMWOOD GmbH
B.17	Pitzl HVP connectors	ETA-15/0187 of 2023/11/28



## 1.5. Verwendete Software

Programm	Firma	Version
Dlubal RFEM	Dlubal Software GmbH Am Zellweg 2 93464 Tiefenbach, Germany	5.25
CLTDesigner	Holz.bau forschungs gmbh Inffeldgrasse 24 8010 Graz, Austria	8.4.6
PROFIS Engineering Suite	Feldkircher Strasse 100 Postfach 333 9494 Schaan Liechtenstein	3.0.16

## 1.6. Literatur

Titel	Verlag	Jahr
pro:Holz Brettsperrholz Bemessung Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode	Dr.-Ing. Markus Wallner-Novak, Dipl.- Ing Josef Koppelhuber, Dipl.-Ing Kurt Pock	2013
pro:Holz Brettsperrholz Bemessung Band II Anwendungsfälle	Dr.-Ing. Markus Wallner-Novak, Dipl.- Ing Josef Koppelhuber, Dipl.-Ing Kurt Pock	2018
Holzbau Handbuch Leitdetails für Bauteilanschlüsse in den Gebäudeklassen 4 und 5	Prof. Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ludger Dederich Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, Rottenburg / Neckar Lehr- und Forschungsgebiet Holzbau	2021
Holzbau Handbuch Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen	Holzbau Deutschland - Institut e.V. Kronenstraße 55-58 10117 Berlin www.institut-holzbau.de	2019
The BSP Handbook	Swedish Wood	2019
Technical expertise 2434/2012 - BB: failure time $t_f$ of gypsum fire boards (GKF) according to ON B 3410		
Schneider Bautabellen, 26. Auflage	Reguviss	2024

## 2. Baubeschreibung



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 2.1. Technische Beschreibung

Es ist der Bau von sechs Gebäuden (A bis F) vorgesehen, wobei die Gebäude B, D, C und E zweigeschossig und die Gebäude A und F dreigeschossig sein werden. Alle Gebäude werden in leichter Holzbauweise (BSP) mit Flachdächern ausgeführt. Zwei Gebäude sind spiegelbildlich zueinander angeordnet (B und D).

Für jedes Gebäude sind Stahlbalkone vorgesehen, die als Feuerfluchtausgänge dienen werden. In der Zone zwischen den Gebäuden A und F werden Stahlplattformen für den täglichen Gebrauch installiert, während zwischen den Gebäuden E und F eine Stahlplattform mit minimaler Belastung und niedrigem Grünbewuchs vorgesehen ist. Diese Fläche wird nicht begehbar sein, und ihre Hauptfunktion wird es sein, den Raum zwischen den Gebäuden E und F zu schließen.

Aufgrund des großen Umfangs des Projekts wird es in 5 Teile für die **Gebäude** und 6 Teile für die **Stahlpositionen** unterteilt:

- Teil C – Haus C
- Teil B – Haus B und D
- Teil E – Haus E
- **Teil A – Haus A - Gegenstand dieses Projekts**
- Teil F – Haus F
- Teil FC – Fluchtbalkon vor Haus C
- Teil FBD – Fluchtbalkon vor Haus B und D
- Teil FE – Fluchtbalkon vor Haus E
- Teil SA – Fluchtbalkon und Stahlplattform vor Haus A
- Teil SF – Fluchtbalkon vor Haus F
- Teil SP – Stahlplattform zwischen den Häusern E und F

Die Aufteilung des gesamten Projekts in diese Teile wird einen optimierteren Fortschritt in der Planung ermöglichen. Alle eventuellen Kommentare während der ersten Überprüfungen werden auch auf die anderen Teile des Projekts angewendet.

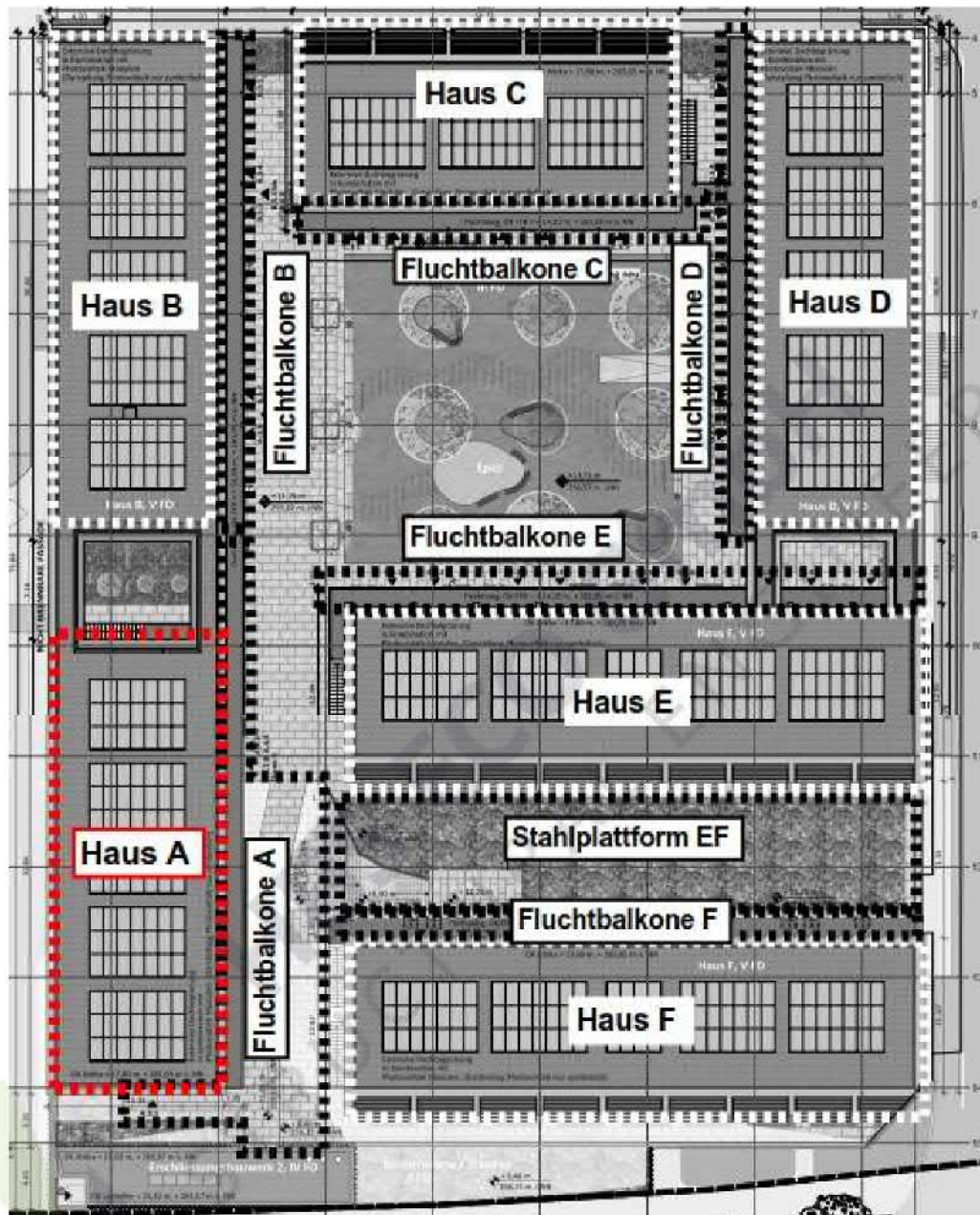
Gebäude C ist ein zweigeschossiges BSP-Gebäude. Die Gesamtfläche von Gebäude A beträgt ca. 920 m<sup>2</sup>, und die Abmessungen sind wie folgt:

Länge: ca. 32,00m

Breite: ca. 12,00m

Höhe: ca. 10,00m und 7,05m

## Lageplan:



Gegenstand dieses Berichts ist das Haus A.

### 2.1.1. Beschreibung der Konstruktion

Die tragende Konstruktion ist hauptsächlich aus BSP-Paneelen gefertigt, aufgrund ihres geringen Gewichts. In Absprache mit dem Auftraggeber und dem Architekten wurde der Hersteller „HASSLACHER NORICA TIMBER“ ausgewählt.

Die konstruktiven Elemente sind:

- BSP-Wände
- BSP-Decken
- Balken aus Brettschichtholz
- Stützen aus Brettschichtholz

Die Dachdecke ist aus BSP-Paneelen des Typs BSP 140 5s mit einer typischen Spannweite von 4,70 m gefertigt. Ein Gründach mit der Minimum Begrünung und Solarpaneelen ist geplant.

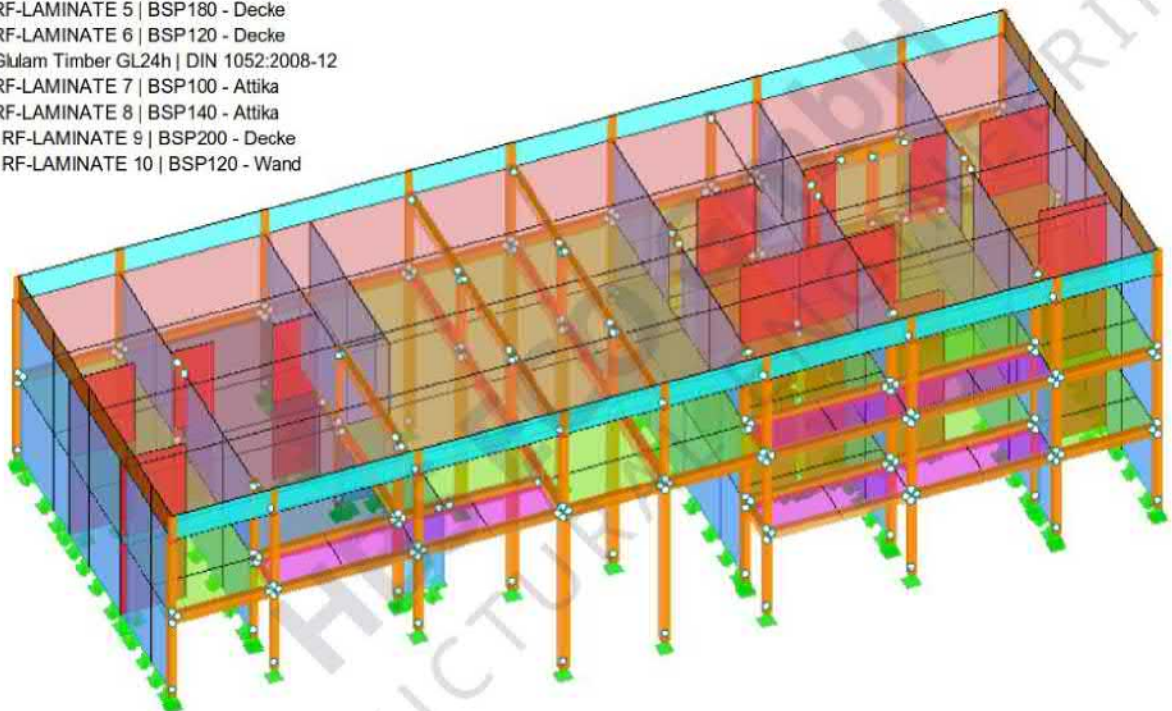
Die Zwischendecken ist aus BSP-Paneelen des Typs BSP 180 5s mit einer typischen Spannweite von 4,70 m gefertigt. Zwischen den Achsen 13 und 14 wurde aufgrund der Auflagerung der BSP-Platte auf dem Träger eine größere Plattendicke BSP 200 7s vorgesehen.

Die Balkondecke ist aus BSP-Paneelen des Typs BSP 120 5s mit einer typischen Spannweite von 1,6 m gefertigt.

Die Wände zwischen den Wohnungen bestehen aus BSP-Paneelen des Typs BSP 120 5s, Aussteifungswände in Längsrichtung bestehen aus BSP-Paneelen des Typs BSP 200 7s

#### Materials

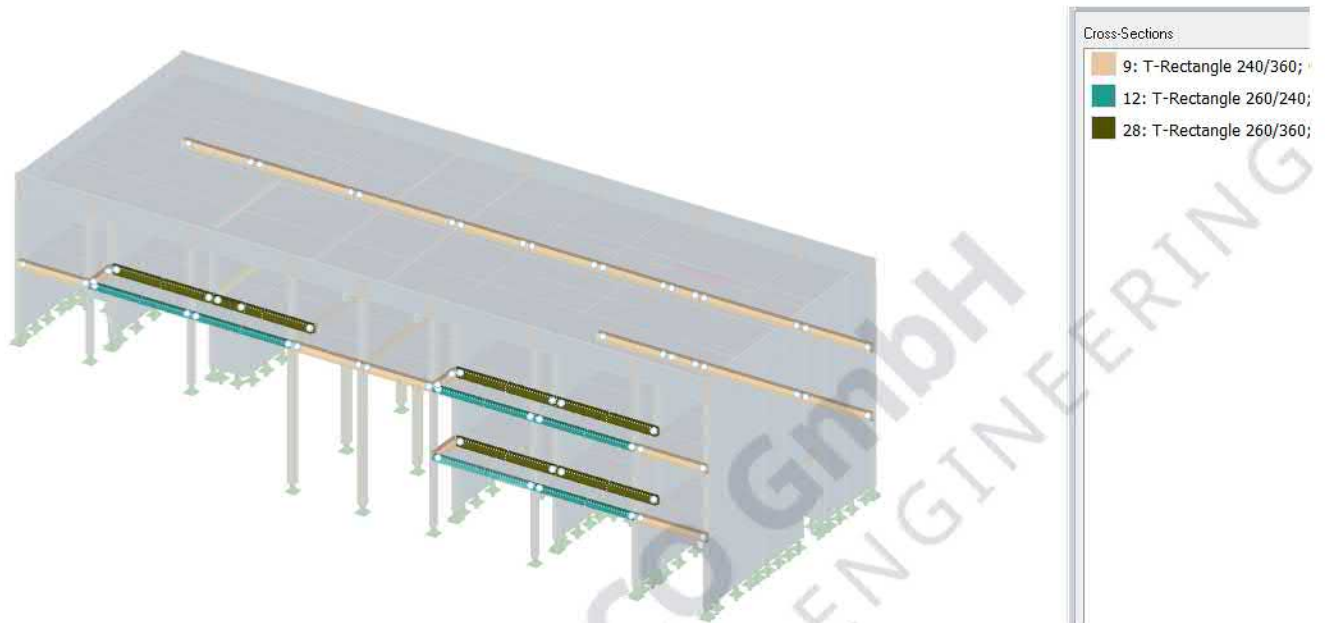
- 1: RF-LAMINATE 1 | BSP140 - Decke
- 3: RF-LAMINATE 3 | BSP200 - Wand
- 5: RF-LAMINATE 5 | BSP180 - Decke
- 6: RF-LAMINATE 6 | BSP120 - Decke
- 7: Glulam Timber GL24h | DIN 1052:2008-12
- 8: RF-LAMINATE 7 | BSP100 - Attika
- 9: RF-LAMINATE 8 | BSP140 - Attika
- 10: RF-LAMINATE 9 | BSP200 - Decke
- 11: RF-LAMINATE 10 | BSP120 - Wand



STRUCTURE RING

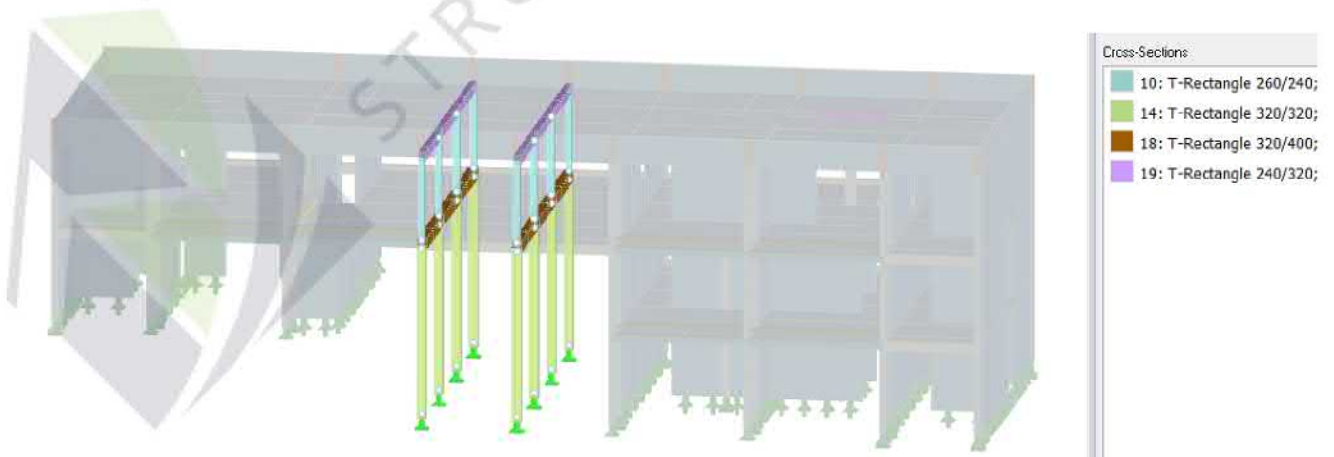
### Die BSH-Balken und BSH-Stützen:

Die Fassaden- bzw. Randträger haben die Abmessungen 240/360 mm. An den Stellen der zurückversetzten Balkone ändert sich ihre Breite auf 260/360 mm, um die Trägerbreite an die Breite der Stütze anzupassen. Der Träger, auf dem die BSP-Platten der Balkone aufliegen, hat die Abmessungen 260/240 mm.



Im zentralen Bereich des Gebäudes, im Bereich der Achse 12, ist keine Zwischendecke vorgesehen. Stattdessen verlaufen dort Stützen über zwei Geschosse mit einer Länge von ca. 6,1 m. In diesem Abschnitt beträgt ihr Querschnitt 320/320 mm, und sie müssen gemäß Detailangabe mit einer Abdichtung gegen Witterungseinflüsse versehen werden. Diese Stützen wurden gemäß Nutzungsklasse 2 bemessen. Im oberen Bereich (4.OG) haben die Stützen die gleichen Abmessungen wie im restlichen Gebäude: 260/240 mm.

Die Träger, welche die Lasten der BSP-Platten aufnehmen, haben im 3.OG die Abmessungen 320/400 mm, im 4.OG 240/320 mm.



Bei der Treppe entlang der Achse 11 ist ein System aus Trägern und Stützen vorgesehen, um die Lasten der BSP-Platten in die Stahlbetonkonstruktion abzuleiten. Die Träger haben im 2.OG die Abmessungen 240/320 mm, im 3.OG ebenfalls 240/320 mm. Die innenliegenden Stützen befinden sich in der Flucht der Wände mit einer Dicke von 200 mm und sind daher 200 mm breit; ihre zweite Abmessung entspricht der Trägerbreite im 2.OG – also 280 mm. Die Stütze an der Fassade hat die Abmessungen 240/280 mm.



Entlang der Achse 13 ist im 3.OG ein Träger mit den Abmessungen 280/400 mm vorgesehen, der die Lasten der Zwischendecke aufnimmt und auf Stützen mit den Abmessungen 280/240 mm und 280/260 mm überträgt. Die Träger, die die Lasten der Dachplatten im Bereich der Balkone aufnehmen, sind mit Abmessungen von 240/240 mm geplant.

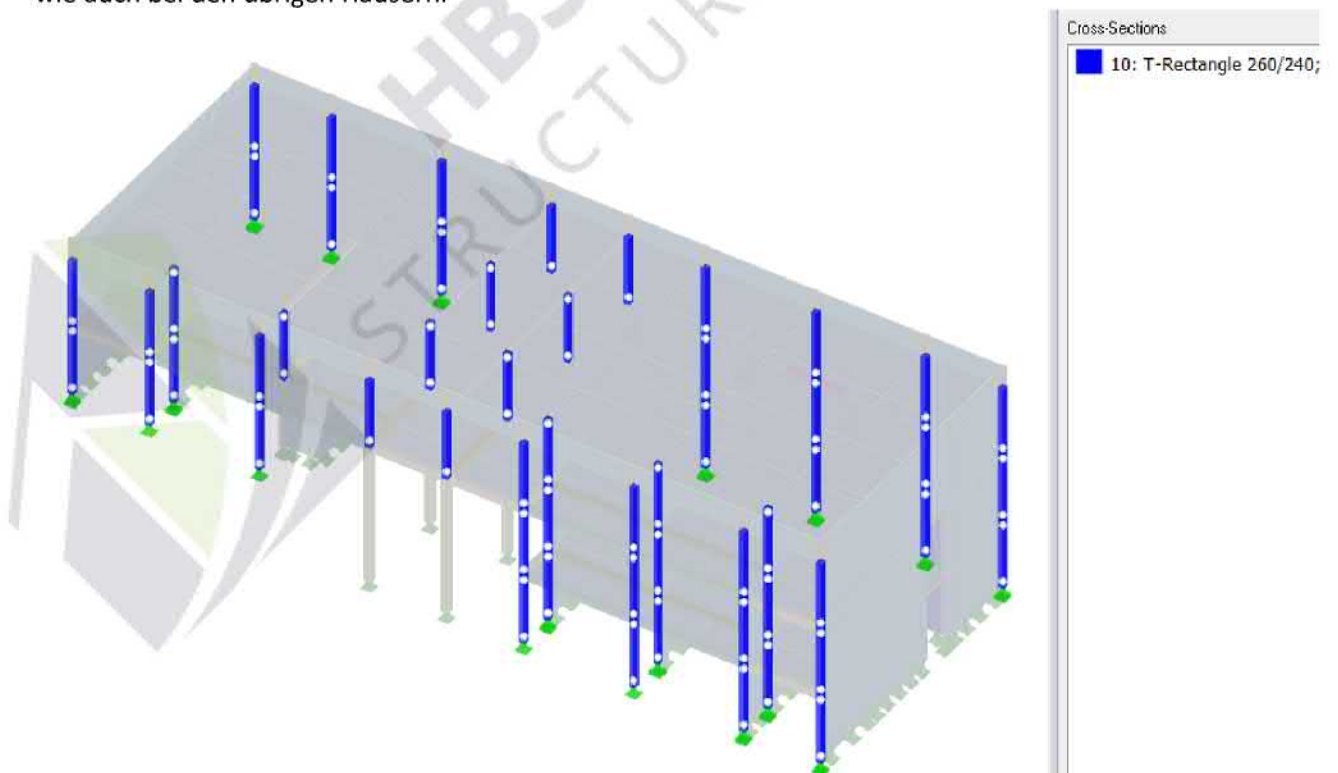


Die Träger und Stützen im 4.OG, zwischen den Achsen 10 und 11, sind in erster Linie aufgrund der Türöffnungen zu verschiedenen Räumen vorgesehen. Der Träger hat die Abmessungen 200/520 mm, die Stütze 200/400 mm.

Der gelb markierte Träger (200/320mm) befindet sich unter einer 200 mm dicken Wand und überträgt die Lasten auf die übrigen vertikalen Traglieder.



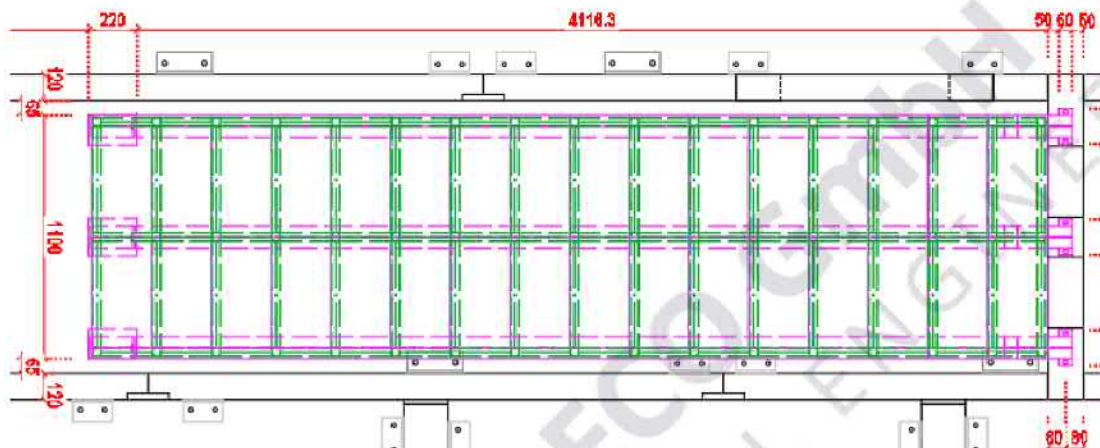
Die Stützen entlang der BSP-Wände sowie im Bereich der Balkone haben die Abmessungen 240 × 260 mm, wie auch bei den übrigen Häusern.



In den Berechnungen wird das Gebäude A als freistehendes Tragwerk betrachtet, wobei die Stabilität durch die Wände gewährleistet wird. Die Decken werden aufgrund der flexiblen Verbindungen nicht als starre Paneele betrachtet. Ihre Steifigkeit wurde gemäß DIN EN 1995-1-1, Abschnitt 5.2, berechnet. Die globale Analyse der Konstruktion wurde unter Berücksichtigung der Steifigkeiten der Verbindungen durchgeführt.

### Treppe

Die Anordnung der Treppe ist in der Abbildung unten dargestellt. Das statische System der Treppe besteht aus drei IPE 200-Trägern mit einem gegenseitigen Abstand von 500 mm. Die IPE 200-Träger sind mit QHP-Profilen 40x3 mm verbunden, wodurch die Stufen gebildet wurden. Darüber liegt ein Blech mit einer Dicke von 3 mm, das die gesamte Treppe zusätzlich aussteift.



### 2.1.2. Lastabtrag

#### Übertragung der vertikalen Lasten:

Die vertikale Last wird über die horizontalen BSP-Platten und BSH-Träger direkt auf die vertikalen Elemente übertragen, die die Lasten auf die Stb. Unterkonstruktion weiterleiten.

#### Übertragung der horizontalen Lasten:

Horizontale Lasten (Wind- und Erdbebenlasten) werden über die Platten, die für die Lastverschmierung dient, auf die vertikalen Elemente übertragen. In der Längsrichtung des Gebäudes (Richtung der Achse X) sind die Wände kürzer im Vergleich zur Querrichtung (Y), was zu höheren inneren Kräften in diesen Wänden führt und die Notwendigkeit für stärkere Verbindungen zwischen den Paneelen und den Verbindungen zur Betonkonstruktion mit sich bringt.

### 2.1.3. Baustoffe

Die Eigenschaften der verwendeten Baustoffe müssen die Anforderungen der folgenden Normen erfüllen:

- Holz: DIN EN 1995-1-1+A2+NA:2014-07 / DIN EN 1995-1-2+NA:2010-12 / DIN EN 16351:2021-06 / DIN EN 14080 / DIN 1052 / DIN EN 338
- Stahl: DIN EN 1993-1-1 + NA:2010-12; DIN EN 1993-1-2 + NA:2010-12

### 2.1.4. Materialklassen der konstruktiven Elemente

#### Holz

Element	Material	Klasse
Träger	BSH (Brettschichtholz)	GL24h
Stützen	BSH (Brettschichtholz)	GL24h
Wände	BSP (Brettsperrholzplatte)	C24
Decken	BSP (Brettsperrholzplatte)	C24

#### Stahl

Element	Material	Klasse
Verbindungselemente	Stahl	S355, S235
Treppe	Stahl	S235

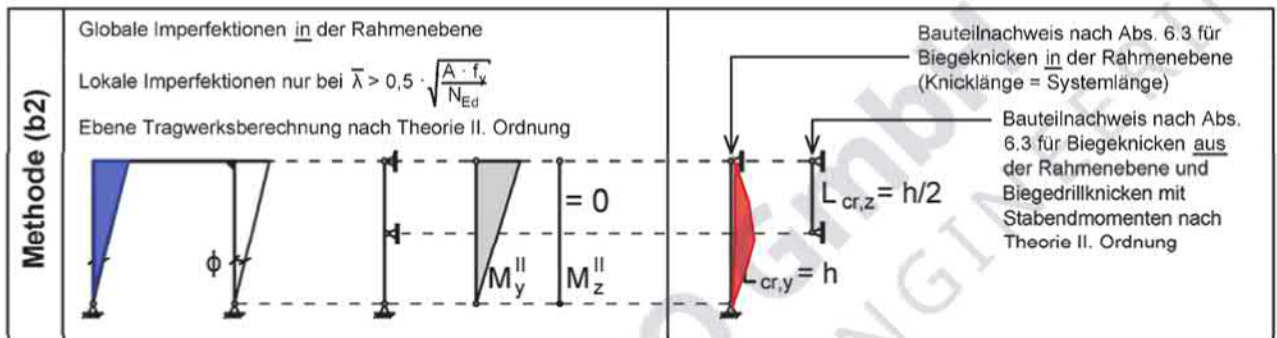


## 2.2. Überprüfung der Tragfähigkeit (GZT)

Die Überprüfung der Tragfähigkeit (GZT) der Konstruktion wurde gemäß den gültigen Normen und Vorschriften durchgeführt. Alle Bauelemente der Konstruktion wurden analysiert und verifiziert, um die erforderliche Sicherheit des Gebäudes während seiner gesamten Lebensdauer zu gewährleisten.

### 2.2.1. Stabilitätsprüfung

Die Berechnung wurde durch die Eingabe von Imperfektionen der Biegung des Gebäudes und der Analyse der Konstruktion gemäß der Theorie der zweiten Ordnung durchgeführt. Anschließend wurde die Stabilität der Elemente mit einer Biegelänge, die ihrer tatsächlichen Höhe entspricht, gemäß der Methode b2 analysiert, wie sie in der Literatur „Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Band 1“ beschrieben ist.



### Imperfektionen

Die Imperfektionen wurden gemäß DIN EN 1993-1-1, Abschnitt 5.3, unter Verwendung einer äquivalenten Last bestimmt. Die Berechnung der äquivalenten Last zur Überprüfung der globalen Stabilität des Gebäudes ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt.

#### a) Globale Anfangsschiefstellung

Die globale Anfangsschiefstellung eines Tragwerks beträgt:

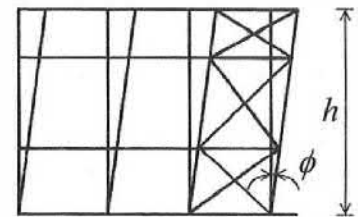
$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$$\phi_0 = 1/200$$

Ausgangswinkel

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}$$

Abminderungsfaktor für die Tragwerkshöhe  
mit  $2/3 \leq \alpha_h \leq 1,0$



### Berechnung der Stabilität der BSP-Wände

Die Stabilitätsprüfung wurde nach der Methode der effektiven Spannung durchgeführt, bei der die Druckspannung parallel zu den Fasern mit der reduzierten Druckfestigkeit parallel zu den Fasern verglichen wird, die mit dem Koeffizienten  $k_{c,y}$  multipliziert ist. Der Koeffizient hängt von der Schlankheit des Elements  $\lambda_y$  und den

Materialeigenschaften ab. Die Berechnung nach dieser Methode ist in DIN EN 1995-1-1 beschrieben, und ihre Erweiterung auf BSP wird in „pro:Holz - Brettsperrholz Bemessung“ dargestellt. Der Ablauf wird im Folgenden beschrieben:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Wo sind:

$k_c$  – Reduktionskoeffizient zur Überprüfung der Stabilität

$\sigma_{c,0,d}$  – Druckspannung parallel zu den Fasern für das Design

$\sigma_{m,d}$  – Biegespannung für das Design

$f_{c,0,d}$  – Druckfestigkeit des Holzes parallel zu den Fasern für das Design

$f_{m,d}$  – Biegefestigkeit des Holzes für das Design

Die Bestimmung des Reduktionskoeffizienten  $k_c$  wurde mit der Software CLTDesigner für alle Wände sowohl für den Normalbetrieb (GZT) als auch für den Brandfall durchgeführt. Ein Beispiel für die Stabilitätsberechnung einer Wand wird für das Panel BSP 200 7s gezeigt. Die Wand ist feuerbeständig mit einer 18 mm dicken Gipsplatte der Brandklasse F auf beiden Seiten, und die geforderte Feuerbeständigkeit beträgt R90. Die Berechnung in CLTDesigner ergibt die folgenden Werte für den Reduktionskoeffizienten  $k_c$  zur Kontrolle im Normalbetrieb und den Reduktionskoeffizienten  $k_{c,fi}$  zur Stabilitätskontrolle im Brandfall.

Stabilität

$\beta_{ek}$  1  $e_k$  3 m

$\beta_{ek,fi}$  1  $e_{k,fi}$  3 m

$\beta_c$  0,1

$k_{05}$  0,833

$\lambda_{rel}$  0,77

$k_c$  0,91

$\lambda_{rel,z,fi}$  1,71

$k_{c,fi}$  0,32

Mit diesem Koeffizienten wird die Druckfestigkeit des Holzes parallel zu den Fasern reduziert, und nach der Berechnung in **RFEM** werden Ergebnisse erzielt, bei denen die Stabilitätsprüfung des Elements berücksichtigt wurde. Die reduzierte Druckfestigkeit parallel zu den Fasern beträgt:

$$f_{c,0,k,eff} = k_c f_{c,0,k} = 0,91 \times 21 = 19,1 \frac{N}{mm^2}$$

1.3 Materialfestigkeiten - Orthotrop

Aktueller Schichtenaufbau: 1 | CLT200 - Wand

Liste der Flächen: 16, 17, 23-32, 35, 36, 46, 47, 50, 51, 53-56, 108, 121, 127, 128

Schichten

Schicht Nr.	Material Bezeichnung	Biegefestigkeit / Zug / Druck [N/mm <sup>2</sup> ]					Schubfestigkeiten [N/mm <sup>2</sup> ]			
		$f_{b,0,k}$	$f_{b,90,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{xy,k}$	$f_{y,k}$	$f_{R,k}$
1	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
2	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
3	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
4	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
5	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
6	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
7	C24	24,0	1,0	14,0	0,1	19,1	2,5	4,0	4,0	1,5
8										
9										
10										

Dasselbe Verfahren wird auch für die Stabilitätsprüfung im Brandfall angewendet, wobei jedoch der Querschnitt für den verbrannten Teil reduziert wird.

## 2.2.2 Lagerreaktionen

Während der Analyse der BSP-Bauwerke wurden dem Ingenieurbüro die Lagerreaktionen aller Gebäude in zwei Iterationen übermittelt, um die Berechnung der Stahlbetonkonstruktion durchführen zu können.

**A1.** Vertikale Lagerreaktionen jedes Gebäudes infolge ständiger Lasten (G), Nutzlasten (Q) und Schneelasten (S). Im Anhang sind die Lagerreaktionen für das Gebäude A dargestellt.

„A1. MCW - Haus A - G, Q, S - 2025.01.20.pdf“

**A2.** Erdbeben-Lagerreaktionen des Hauses A (siehe Anhänge A)

„A2. MCW - Statische Berechnung - Erdbeben-Lagerreaktionen (2025.04.14).pdf“



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 2.3. Überprüfung der Gebrauchstauglichkeitskriterien (GZG)

Die Überprüfung der Gebrauchstauglichkeitskriterien (GZG) wurde gemäß den gültigen Normen und Vorschriften durchgeführt. Dabei wurden insbesondere zeitabhängige Verformungen sowie Schwingungen der Konstruktion analysiert und bewertet, um den Nutzungskomfort und die Funktionstauglichkeit zu gewährleisten.

### Verformungen

Es wurden die folgenden Grenzwerte für Verformungen gemäß DIN EN 1995-1-1/NA festgelegt:

Komponente	Kriterium	Lastkombination
BSP-Decken	L/300	Charakteristische Kombination
		Quasi-ständige Kombination
Fassadenträger	L/500	Charakteristische Kombination
		Quasi-ständige Kombination

### Vibrationen

Die Vibrationskontrolle wurde nach der Hamm-Richter-Methode unter Verwendung der Richtlinien aus der Literatur 'pro:Holz - Brettspertholz Bemessung' durchgeführt.

Bei der Vibrationskontrolle wurden für die Elemente die folgenden Klassen festgelegt:

Komponente	Bodenklasse
Zwischengeschossplatte	I
Dachplatte	III

Die Überprüfung der Vibrationsbedingungen wurde mit der Software CLTDesigner durchgeführt. Die Platten müssen bei der Vibrationsprüfung die folgenden Bedingungen erfüllen, abhängig von der zugewiesenen Klasse:



	Schwingungsklasse I	Schwingungsklasse II	Schwingungsklasse III
<b>Typische Anwendungsfälle</b>	Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten, wie Wohnungstrenndecken, durchlaufende Decken, Decken in Büros etc.	Decken innerhalb einer Nutzungseinheit, Decken in Einfamilienwohnhäusern mit üblicher Nutzung	Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen, Decken ohne Schwingungsanforderung
<b>Ausführung</b>	Nassestrich schwimmend auf leichter oder schwerer Schüttung  Trockenestrich auf schwerer Schüttung (also mit über 60 kg/m <sup>2</sup> )	Nassestrich schwimmend (auch ohne Schüttung)	
<b>Frequenzkriterium</b>	$f_1 \geq 8 \text{ Hz}$	$f_1 \geq 6 \text{ Hz}$	
<b>Steifigkeitskriterium<sup>1</sup></b>	$w_{1kN} \leq 0,25 \text{ mm}$	$w_{1kN} \leq 0,50 \text{ mm}$ für geringe Anforderungen: $w_{1kN} \leq 1,00 \text{ mm}$	
<b>Grenzbeschleunigung<sup>2</sup></b>			
Hamm und Richter (2009) bzw. Kreuzinger und Mohr (1999) bei Übertragung der Schwingung in benachbarten Raum	$a_{rms} \leq 0,05 \text{ m/s}^2$  zusätzlich $f_1 \geq 4,5 \text{ Hz}$	$a_{rms} \leq 0,10 \text{ m/s}^2$  $f_1 \geq 4,5 \text{ Hz}$	



HBS ECO ENGINEERING  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 2.4. Brandschutz

Auf Grundlage des Konzepts des Brandschutzes (Brandschutzconsult GmbH & Co. KG; Rohrmatt 1, 77955 Ettenheim; Datum: 20.06.2023) muss die Konstruktion die Feuerwiderstandsklasse R90 erfüllen. Das bedeutet, dass tragende Elemente diese Klasse erfüllen müssen, ebenso wie die Verbindungen zwischen den tragenden Elementen. Die Planung wurde gemäß DIN EN 1995-1-1:2010-12, MholzbauRL 2024, der Software CLTDesigner und führender Literatur für BSP-Konstruktionen durchgeführt.

### 2.4.1. Brandschutz für konstruktive Elemente

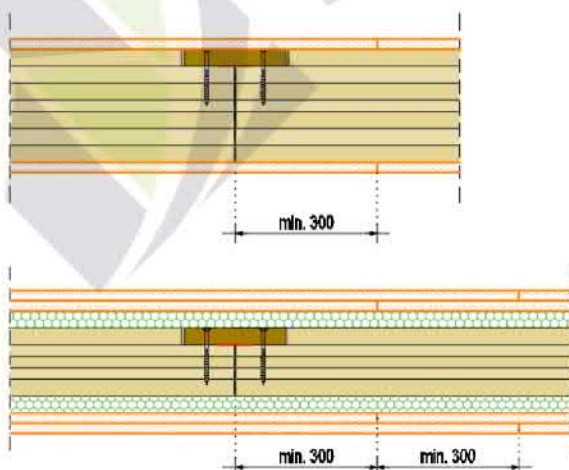
#### WÄNDE

Alle BSP-Wände sind mit feuerbeständigem Gips der Klasse F mit einer Dicke von 18 mm gemäß der "Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzbauRL)" verkleidet. Gipsfeuerwiderstandspaneele der Klasse F müssen aus nicht brennbaren Baumaterialien bestehen, die die Entzündung von brennbaren Komponentenoberflächen mindestens 30 Minuten verhindern. Sie müssen den Normen DIN 18180 und DIN EN 520 entsprechen, was bedeutet, dass sie eine Mindestdicke von 18 mm oder eine Mindestdichte von 1000 kg/m<sup>3</sup> aufweisen müssen. Die Befestigung der Gipsplatten muss gemäß der unten dargestellten Tabelle erfolgen.

Bekleidung brennbarer Bauteiloberflächen	Abstand (a) der Befestigungsmittel untereinander Reihenabstände: Wand $e \leq 625$ mm, Decke $e \leq 400$ mm		Abstand zum Plattenrand bzw. zur Plattenfuge
	Klammern*	Schnellbauschrauben*	
18 mm Gipsplatte des Typs GKF	$\geq \varnothing 1,53$ mm x 45 mm x 11,25 mm a $\leq 80$ mm	$\geq \varnothing 3,5$ mm x 45 mm a $\leq 150$ mm	$\geq 50$ mm

\* Nägel und Schrauben für Gipsplatten mit Leistungserklärung gemäß DIN EN 14566:2009-10

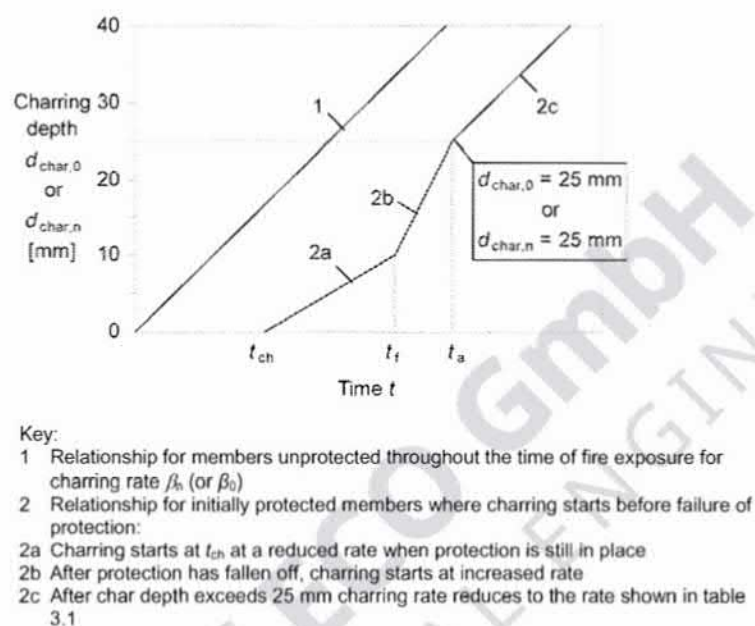
Die Verbindungsstelle der Verkleidung muss mindestens 300 mm von der Verbindung zweier BSP-Paneele entfernt sein – BSP200 und BSP120:



Die Fugenspachtelmasse muss feuerbeständig sein, um den Anforderungen der DIN 4102 zu entsprechen und die Leistung von feuerfesten Gipsplatten zu ergänzen.

### 2.4.3. Handberechnung der Abbrandtiefe von Holz

Ein Berechnungsbeispiel für die Wand CLT 200 7s wurde erstellt, die zuvor im Programm CLTdesigner berechnet wurde. Sämtliche tragenden Elemente sind mit feuerhemmenden Gipsplatten der Klasse GK-F mit einer Dicke von 18 mm geschützt. Elemente, die mit feuerhemmenden Gipsplatten der Klasse F geschützt sind, durchlaufen vier Brennphasen gemäß DIN EN 1995-1-2:2010 Abschnitt 3.3.4, jeweils mit ihrer eigenen Brandgeschwindigkeit.



In der ersten Phase, die vom Beginn des Feuers bis zur Zeit  $t_{ch}$ , die den Beginn des Brennens von Holz kennzeichnet, verläuft, kann die Zeit des Beginns des Brennens gemäß Punkt (2) Abschnitt 3.4.3.3. bestimmt werden.

$$t_{ch} = 2.8h_p - 14 = 2.8 \times 18 - 14 = 36 \text{ min.}$$

$h_p$  – die Dicke des Brandschutzes in mm

Vom Beginn des Brennens bis zur Zeit  $t_f$ , zu der die Gipsplatte vom geschützten Holzelement abfällt, verbrennt das Holzelement langsamer im Vergleich zu ungeschütztem Holz. Die Zeit des Abfallens der Schutzhülle kann gemäß folgendem Ausdruck bestimmt werden (Die Quelle: „HOLZFORSCHUNG AUSTRIA (2013) utachtliche Stellungnahme 2434/2012-BB, Gutachtliche Stellungnahme über die Versagenszeit  $t_f$  von Gipskartonfeuerschutzplatten (GKF) gemäß ÖNORM B 3410)

$$t_f = 2.2h_p + 4 = 2.2 \times 18 + 4 = 44 \text{ min.}$$

Nach dem Zeitpunkt, zu dem die Schutzhülle abfällt, bis zur Zeit  $t_a$ , zu der das beschleunigte Brennen endet, erfolgt die Verbrennung des Holzes mit einer Geschwindigkeit, die mit dem Faktor  $k_3=2$  multipliziert ist im Vergleich zur Brenngeschwindigkeit ohne Schutz, gemäß Punkt (5) Abschnitt 3.4.3.2. Das beschleunigte Brennen dauert gemäß demselben Punkt an, bis 25 mm Holz verbrannt sind.

$$t_a = \frac{25 - (t_f - t_{ch})k_2\beta_0}{k_3\beta_0} + t_f = \frac{25 - (44 - 36) \times 0.676 \times 0.65}{2 \times 0.65} + 44 = 60.5 \text{ min}$$

Der Koeffizient  $k_2$  bestimmt die Geschwindigkeit, mit der geschütztes Holz in der Brennphase von  $t_{ch}$  bis  $t_f$  verbrennt. Dieser Koeffizient kann gemäß Punkt (2) Abschnitt 3.4.3.2. bestimmt werden.

$$k_2 = 1 - 0.018h_p = 1 - 0.018 \times 18 = 0.676$$

Die Abbrandrate des CLT  $\beta_0$  wird vom Hersteller definiert:

(<https://www.hasslacher.com/data/dateimanager/broschuere/HNT-Brettsperrholz-DE.pdf>)

### Brandwiderstand

1. Lage: 0,65 mm/min

jede weitere Lage: 0,80 mm/min

Die Allgemeine Bauartgenehmigung (Nr. Z-9.1-905 vom 12. August 2022) des Herstellers Hasslacher befindet sich in Anhänge B, wo ebenfalls die identischen Abbrandraten definiert sind.

Die verbrannte Holzschicht unter Berücksichtigung der Abbrandraten in den verschiedenen Phasen der geschützten Wand beträgt:

$$d_{char} = 25 + 5 + (90 - 60.5 - 5/0.65) \times 0.8 = 47.4 \text{ mm}$$

Nach EN 1995-1-2:2010 hat die Schicht, die sich direkt neben der verbrannten Schicht befindet, eine deutlich geringere Tragfähigkeit und Steifigkeit, weshalb sie ebenfalls aus der Berechnung ausgeschlossen wird ( $d_0$ ). Im Standard ist die Dicke dieser Schicht mit  $d_0 = 7 \text{ mm}$  definiert (Abschnitt 4.2 (4.1)).

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_0 = 1$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$d_{ef} = 47.4 + 1 \times 7 = 54.4 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = 54.4 \text{ mm (Handberechnung)} \Leftrightarrow d_{ef} = 54.4 \text{ mm (CLTDesigner)}$$

Die ermittelte Dicke der abgebrannten Schicht, die aus der Berechnung ausgeschlossen wird, ist identisch mit den Ergebnissen aus CLTDesigner.

Die übrigen Fälle wurden mit CLTDesigner berechnet, Kapitel 4.

## 2.4.4 Notwendige Treppen und Rettungsweges

### Notwendige Treppen

Bei der Planung der notwendigen Treppen wurde den Anforderungen des definierten Brandschutzkonzepts entsprochen.

#### **3.7.3. Notwendige Treppen**

Jede Treppe im Zuge eines Flucht- und Rettungsweges ist als notwendige Treppe auszuführen. Die tragenden Teile notwendiger Treppen sind mindestens feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen.

Tragende Teile einer Treppe sind gemäß Kommentar zur LBO Baden-Württemberg (Dr. H. Sauter, erschienen im Verlag W. Kohlhammer) insbesondere die Wangen bzw. die Treppenlaufplatte und die Trittstufen einschließlich Treppenpodesten.

## **4. Nachweise mithilfe der Software CLTDesigner**



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

Die folgenden Nachweise wurden unter Verwendung von CLTDesigner (Holz.bau Forschungs GmbH) durchgeführt:

- Mindestabmessungen der Geschossdecken und der Balkonplatte gemäß den Vibrationsbedingungen. Es wurde auch die Tragfähigkeit für die Brandsituation überprüft.
- Die Dicke der abgebrannten Schichten aller Elemente, die später für den Nachweis der Tragfähigkeit im Brandfall verwendet werden. Dieselben Dicken der abgebrannten Schichten wurden auch zur Ausarbeitung der Verbindungsdetails und zur Einhaltung aller Mindestabstände für Verbindungselemente verwendet.
- Bestimmung der Biegemodifikationskoeffizienten für BSP-Wände für die Berechnungsfälle GZT und GZT-Brand.

Es wurden sieben Gruppen von Elementen analysiert:

- Wände zwischen den Wohnungen
- Außenwände
- Aussteifungswände in Längsrichtung
- Geschossdecke
- Dachdecke
- Balkondecke
- Attika

Die Wände zwischen den Wohnungen sind beidseitig mit feuerfestem Gips der Klasse F mit einer Dicke von 2x18 mm geschützt. Sie bestehen aus BSP 120 5s-Paneelen.

Die Außenwände sind auf der Innenseite mit feuerfestem Gips der Klasse F mit einer Dicke von 1x18 mm geschützt. Es wird angenommen, dass sie auf der Außenseite aufgrund der Fassadenschichten vollständig vor Feuer geschützt sind. Sie bestehen aus BSP 120 5s-Paneelen.

Aussteifungswände in Längsrichtung sind beidseitig mit feuerfestem Gips der Klasse F mit einer Dicke von 1x18 mm geschützt. Sie bestehen aus BSP 200 7s-Paneelen.

Die Geschossdecke ist an der Unterseite mit gewöhnlichen Gipskartonplatten (GKB - Typ A) mit einer Dicke von 2x12.5 mm verkleidet. Es wird angenommen, dass sie auf der Oberseite aufgrund der Fußbodenschichten vollständig vor Feuer geschützt ist. Sie besteht aus BSP 180 5s-Paneelen.

Die Dachdecke ist an der Unterseite mit gewöhnlichen Gipskartonplatten (GKB - Typ A) mit einer Dicke von 2x12.5 mm verkleidet. Sie besteht aus BSP 140 5s-Paneelen. Es wird angenommen, dass sie auf der Oberseite aufgrund der Dachspezifikationen vollständig vor Feuer geschützt ist.

Die Balkondecke ist auf der Unterseite nicht vor Feuer geschützt. Es wird jedoch angenommen, dass sie auf der Oberseite aufgrund der Fußbodenschichten vollständig geschützt ist. Sie besteht aus BSP 120 5s-Paneelen.

Die Attika in Längsrichtung besteht aus BSP 140 5s-Paneelen.

## DECKEN

In der M-Holz-BauRL ist festgelegt, dass die Platten nicht zwingend mit GKF-Platten verkleidet werden müssen.

Amtliche Mitteilungen Nr. 4/21.06.2021

### 5.2 Bekleidung brennbarer Bauteiloberflächen

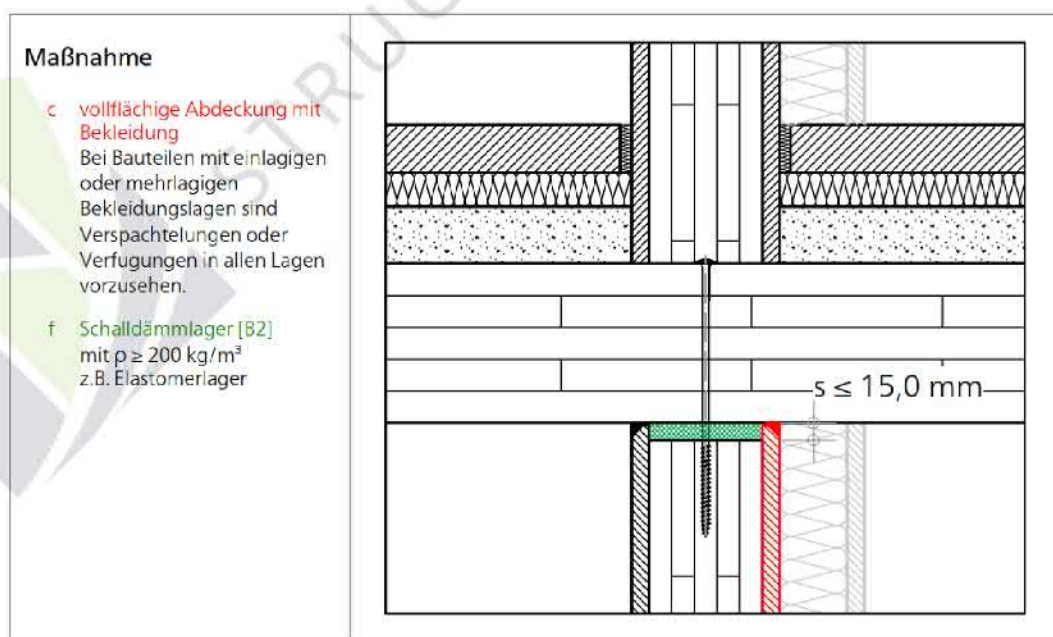
Brennbare Bauteiloberflächen von Wänden und Decken müssen eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen haben, die eine Entzündung der brennbaren Bauteiloberflächen während eines Zeitraumes von mindestens 30 Minuten verhindert. Dies gilt als erfüllt, wenn die Bekleidung aus einer mindestens 18 mm dicken Gipsplatte des Typs GKF nach DIN 18180 in Verbindung mit DIN EN 520 bzw. Gipsfaserplatte mit einer Mindestrohddichte von 1000 kg/m<sup>3</sup> nach europäischer technischer Bewertung besteht und die in der Tabelle 2 aufgeführten Befestigungsmittel und deren Abstände untereinander beachtet werden.

Abweichend hiervon sind je Raum der Nutzungseinheit entweder die Decke oder maximal 25% aller Wände, ausgenommen Trennwände, Wände anstelle von Brandwänden sowie Treppenraumwände, mit brennbaren Bauteiloberflächen zulässig (Fenster- und Türöffnungen können unberücksichtigt bleiben).

Es wurde entschieden, dass die Gipsplatten an der Unterseite mit 2 x GKB (Standard-Gipskartonplatten) + einer Dämmschicht verkleidet werden.

### VERBINDUNGSDETAIL WAND-DECKE

Bei der Definition der Verbindungen Wand-Decke wurden die in der „M-Holz-BauRL“ und im „Holzbau Handbuch - Leitdetails für Bauteilanschlüsse in den Gebäudeklassen 4 und 5“ festgelegten Regeln beachtet. An der Stelle des Stufenfalz-Verbindungsdetails wurden drei 18GKF-Platten installiert, um die Verbindung für einen Brandwiderstand von 90 Minuten zu schützen. Der Einsatz von Brandschutzmasse für diese Verbindung ist nicht erforderlich, da die Verbindungen ausreichend durch brandbeständige Fugen gesichert werden, gemäß dem Detail im „Holzbau Handbuch – Leitdetails fuer Bauteilanschluesse in GK4,5 “ (Seite 49).



#### 4.4. Geschossdecke



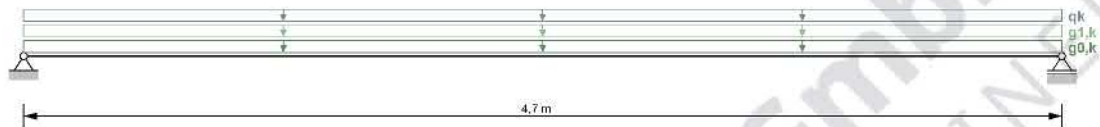
HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 1 Allgemeines

Nutzungsklasse 1

## 2 Statisches System

Einfeldträger



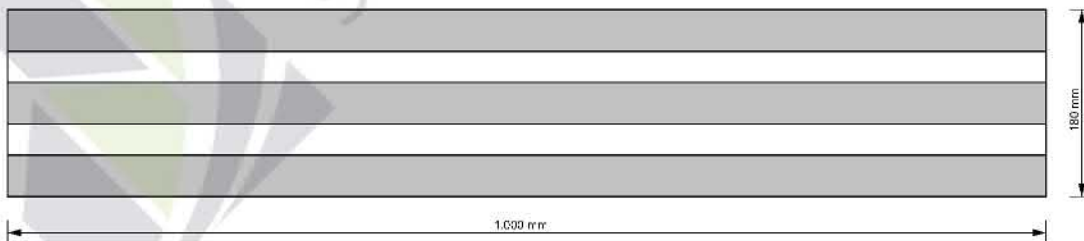
### 2.1 Auflager

Auflager	x	Breite
A	0,0 m	0,06 m
B	4,7 m	0,06 m

## 3 Querschnitt

BSP-Produkt der Firma Hasslacher: BSP 180 5s

5 Schichten (Höhe: 180 mm)



### 3.1 Schichtaufbau

Schicht	Höhe	Orientierung	Material
# 1	40 mm	0	CL26E11.8-HASSLACHER-ETA-2020
# 2	30 mm	90	CL26E11.8-HASSLACHER-ETA-2020

# 3	40 mm	0	CL26E11.8-HASSLACHER-ETA-2020
# 4	30 mm	90	CL26E11.8-HASSLACHER-ETA-2020
# 5	40 mm	0	CL26E11.8-HASSLACHER-ETA-2020

Orientierung 0 = Deckschicht in Spannrichtung; Orientierung 90 = Deckschicht quer zur Spannrichtung

### 3.2 Materialparameter

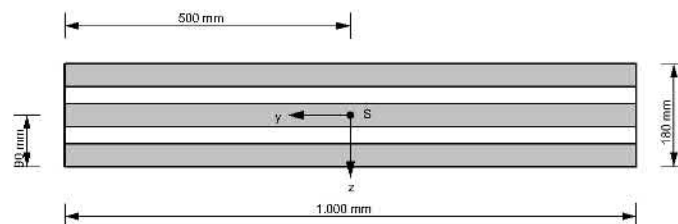
Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,3$

Systembeiwert für BSP  $k_{sys} = 1,0$

Materialparameter für	CL26E11.8-HASSLACHER-ETA-2020
Biegefestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	$1 / k_{sys} \cdot 26,4$
Zugfestigkeit parallel [N/mm <sup>2</sup> ]	14,0
Zugfestigkeit senkrecht [N/mm <sup>2</sup> ]	0,12
Druckfestigkeit parallel [N/mm <sup>2</sup> ]	21,0
Druckfestigkeit senkrecht [N/mm <sup>2</sup> ]	3,0 *)
Schubfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	4,0
Rollschubfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	1,5
Elastizitätsmodul parallel [N/mm <sup>2</sup> ]	11.800,0
5%-Quantile des Elastizitätsmodul parallel [N/mm <sup>2</sup> ]	9.833,0
Elastizitätsmodul senkrecht [N/mm <sup>2</sup> ]	370,0 (0,0)
Schubmodul [N/mm <sup>2</sup> ]	690,0
Rollschubmodul [N/mm <sup>2</sup> ]	80,0 *)
Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	385,0
Mittelwert Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	420,0
*) von ETA abweichende Werte	

### 3.3 Querschnittswerte

$EA_{ef}$	1,416E9 N
$EI_{ef}$	4,814E12 N·mm <sup>2</sup>
$GA_{ef}$	2,474E7 N



## 4 Lasten

Feld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	$q_k$	Kategorie	$s_k$	Höhe/Region	$w_k$
1	0,7416 kN/m	2,4 kN/m <sup>2</sup>	2,3 kN/m <sup>2</sup>	A			

### Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

### Laststellung:

Eigengewicht: gesamt

Ständige Lasten: gesamt

Nutzlast: feldweise

Schnee: feldweise

Wind: gesamt

### Kombinationen:

Kombinationsbeiwerte: nach EN

Kombinationen von Gleichlasten und Einzellasten:

$q_k$  und  $Q_k$  werden als eine Lastgruppe betrachtet

$s$  und  $S$  werden als eine Lastgruppe betrachtet

$w_k$  und  $W_k$  werden als eine Lastgruppe betrachtet

## 5 Brandangaben

Branddauer: 90 Minuten

dem Feuer ausgesetzte Seite: unten

vorhandenes Brandschutzsystem:

unten: 2 x 12,5 mm GK-A + 50 mm Steinwolle ( $t_{ch} = 39$  Minuten,  $t_f = t_{ch}$ )

Verwendung eines Klebers mit erhöhtem Brandwiderstand

fugenfrei oder seitenverklebt

$$k_{fire} = 1,15$$

$d_0$  nach EN 1995-1-2:2011

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

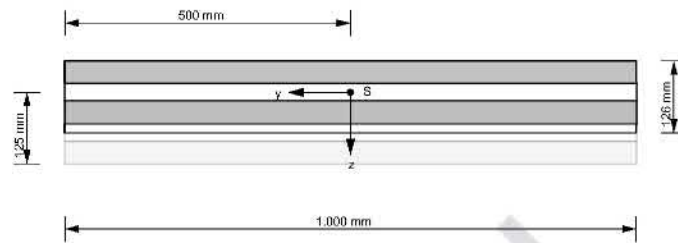
Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M,fi} = 1,0$

Abbrandrate  $\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$

minimale Restschichtstärke  $t_{fi,min} = 6 \text{ mm}$

### 5.1 Querschnittswerte im Brandfall

$EA_{ef}$	9,44E8 N
$EI_{ef}$	1,282E12 N·mm <sup>2</sup>
$GA_{ef}$	1,414E7 N



## 6 Schwingungsangaben

hohe Anforderung

Dämpfungsmaß: 1,0 %

Lagerung: 2-seitig

Breite quer zur Spannrichtung: 2,0 m

## 7 Ergebnisse

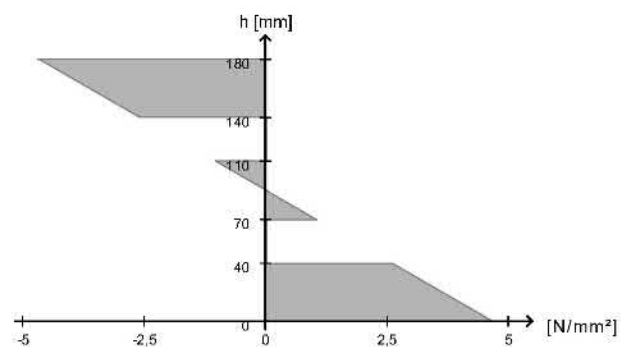
Zugrundeliegende Normen: EN 1995-1-1:2009, DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Zugrundeliegendes Berechnungsverfahren: Timoshenko

### 7.1 ULS

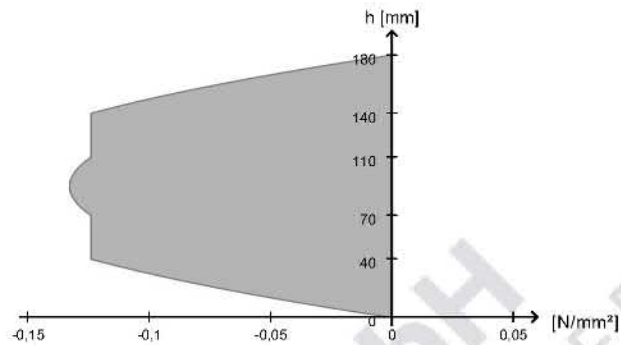
#### 7.1.1 Biegung

Ausnutzung	28,8 %
$k_{mod}$	0,8
bei x	2,35 m
$E_k$	2
Grundkombination	$1,35 \cdot g_{0,k} +$ $1,35 \cdot g_{1,k} +$ $1,50 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$M_{y,d}$	21,237 kN·m
$\sigma_{max,d}$	4,685 N/mm <sup>2</sup>



#### 7.1.2 Schub

Ausnutzung	13,4 %
$k_{mod}$	0,8
bei x	4,7 m
Ek	2
Grundkombination	$1,35 \cdot g_{0,k} +$ $1,35 \cdot g_{1,k} +$ $1,50 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$V_{z,d}$	-18,074 kN
$\tau_{r,d}$	0,124 N/mm <sup>2</sup>



### 7.1.3 Auflagerpressung

Ausnutzung	11,2 %
$k_{mod}$	0,8
bei x	4,7 m
Ek	2
Grundkombination	$1,35 \cdot g_{0,k} +$ $1,35 \cdot g_{1,k} +$ $1,50 \cdot 1,00 \cdot q_k$



## 7.2 SLS

### 7.2.1 Durchbiegung

Grenzwerte nach EN 1995-1-1

Anfangsverformung  $w_{inst} t = 0$ :  $l/300$  (7,8 mm, 49,7 %)

Endverformung  $w_{net,fin} t = inf$ :  $l/250$  (11,1 mm, 58,9 %)

Maximale Endverformung  $w_{fin} t = inf$ :  $l/150$  (11,1 mm, 35,4 %)

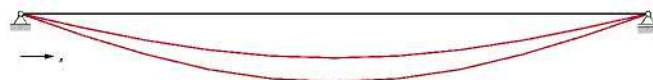
Grenzwerte nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Anfangsverformung  $w_{inst} t = 0$ :  $l/300$  (7,8 mm, 49,7 %)

Endverformung  $w_{net,fin} t = inf$ :  $l/250$  (8,8 mm, 46,7 %)

Maximale Endverformung  $w_{fin} t = inf$ :  $l/150$  (11,1 mm, 35,4 %)

Ausnutzung	58,9 %
$w_{max}$	11,1 mm
$k_{def}$	0,6
bei x	2,35 m
Ek	10
Endverformung $w_{net,fin} t = inf$ ( $l/250$ )	



## 7.2.2 Schwingung

Nachweis nur für Wohnungsdecken gültig!

### 7.2.2.1 Nachweis nach EN 1995-1-1

Eigenfrequenz:  $f_1 = 8,37 \text{ Hz} > 8,0 \text{ Hz}$

Steifigkeit:  $w_{1kN} = 0,497 \text{ mm} < 1,00 \text{ mm}$

Geschwindigkeit/Einheitsimpuls:  $v = 1,538 \text{ mm/s} < 10,14 \text{ mm/s}$

---> Schwingungsnachweis erfüllt (95,5 %)

### 7.2.2.2 Nachweis nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Eigenfrequenz:  $f_1 = 8,37 \text{ Hz} > 8,0 \text{ Hz}$

Steifigkeit:  $w_{1kN} = 0,497 \text{ mm} < 1,00 \text{ mm}$

Geschwindigkeit/Einheitsimpuls:  $v = 1,538 \text{ mm/s} < 10,14 \text{ mm/s}$

---> Schwingungsnachweis erfüllt (95,5 %)

### 7.2.2.3 Nachweis nach DIN 1052

$w_{perm} = 5,48 \text{ mm} \leq 6,0 \text{ mm}$  ---> Schwingungsnachweis erfüllt (91,4 %)

### 7.2.2.4 Nachweis nach Hamm/Richter

Eigenfrequenz:  $f_1 = 8,72 \text{ Hz} > 8,0 \text{ Hz}$

Steifigkeit:  $w_{2kN} = 0,449 \text{ mm} < 0,50 \text{ mm}$

---> Schwingungsnachweis erfüllt (91,8 %)

### 7.2.2.5 Nachweis nach Hamm/Richter mod.

Eigenfrequenz:  $f_1 = 8,71 \text{ Hz} > 8,0 \text{ Hz}$

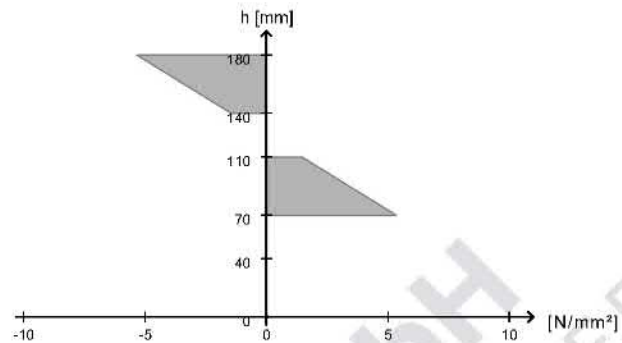
Steifigkeit:  $w_{2kN} = 0,449 \text{ mm} < 0,50 \text{ mm}$

---> Schwingungsnachweis erfüllt (91,9 %)

## 7.3 ULS im Brandfall

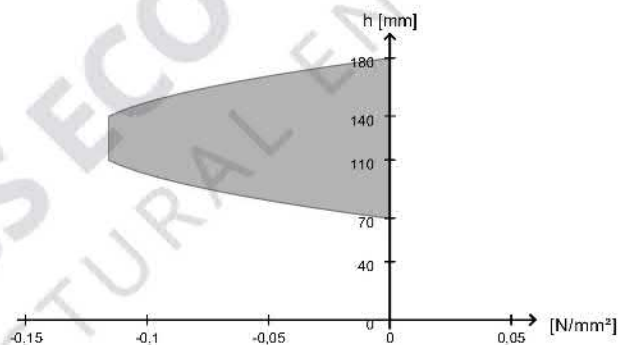
### 7.3.1 Biegung

Ausnutzung	17,6 %
$k_{mod}$	1,0
bei x	2,35 m
Ek	6
außergewöhnliche Kombination	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$



### 7.3.2 Schub

Ausnutzung	6,7 %
$k_{mod}$	1,0
bei x	4,7 m
Ek	6
außergewöhnliche Kombination	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$



## 8 Anhang

### 8.1 Kombinationen

Ek	$k_{mod} / k_{def}$	Kombination
<b>Grundkombinationen</b>		
1	0,6	$1,35 \cdot g_{0,k} + 1,35 \cdot g_{1,k}$
2	0,8	$1,35 \cdot g_{0,k} + 1,35 \cdot g_{1,k} + 1,50 \cdot 1,00 \cdot q_k$
3	0,6	$g_{0,k} + g_{1,k}$
4	0,8	$g_{0,k} + g_{1,k} + 1,50 \cdot 1,00 \cdot q_k$
<b>Außergewöhnliche Kombinationen</b>		
5	0,6	$g_{0,k} + g_{1,k}$
6	0,8	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$
<b>SLS Kombinationen nach EN 1995-1-1</b>		

## 5. Bemessung der Tragkonstruktion



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## 5.2. Steifigkeit der Verbindungen



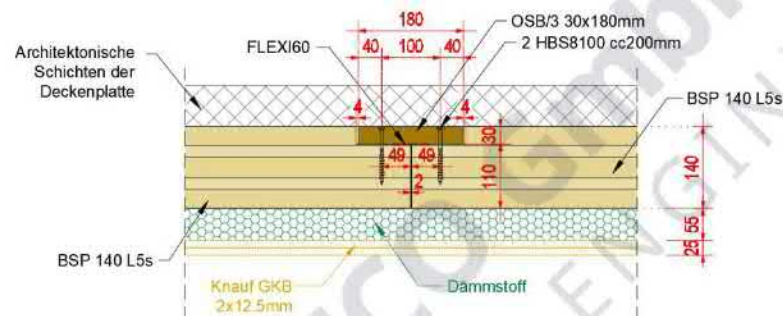
HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

Bei einem BSP-Gebäude spielt die Steifigkeit der Verbindungen zwischen den Paneelen eine wichtige Rolle für das Strukturverhalten. Sie beeinflusst maßgeblich Verschiebungen, die Kraftverteilung und andere strukturelle Eigenschaften.

In diesem Kapitel wird die Bestimmung der Verbindungssteifigkeit dargestellt. Die ermittelten Werte wurden in der statischen Berechnung verwendet, wobei die Verbindungen durch linienförmige Gelenke mit entsprechender Steifigkeit modelliert wurden.

### 5.2.1. Längsverbindung zwischen zwei BSP-Paneelen

Diese Holz-Holz-Verbindung besteht aus zwei BSP-Panels, zwischen denen die Verbindung über eine 30 mm dicke OSB/3-Platte und HBS8100-Schrauben mit einem Abstand von 200 mm zueinander hergestellt wird. Das Detail ist bei allen Paneelen (sowohl Decken- als auch Wandelementen) identisch und ist in der Abbildung unten für die Dachplatte dargestellt.



Die Steifigkeit der Verbindung wurde gemäß den Ausdrücken in DIN EN 1995-1-1, Abschnitt 7, berechnet, wie in der untenstehenden Tabelle für die GZG und gemäß Artikel 2.2.2 (2) für die GZT angegeben.

Tabelle 7.1 — Werte für  $K_{ser}$  für stiftförmige Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart in N/mm für Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

Verbindungsmittel	$K_{ser}$
Stabdübel Bolzen mit oder ohne Lochspiel <sup>a</sup> Schrauben Nägel (vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d / 23$
Nägel (nicht vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 30$
Klammern	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 80$
Ringdübel Typ A nach EN 912 Scheibendübel Typ B nach EN 912	$\rho_m d_c / 2$
Scheibendübel mit Zähnen: – Dübeltyp C1 bis C9 nach EN 912 – Dübeltyp C10 und C11 nach EN 912	$1,5 \rho_m d_c / 4$ $\rho_m d_c / 2$

<sup>a</sup> Das Lochspiel ist zusätzlich zu der Verschiebung hinzuzurechnen.

Die durchschnittliche Holzdichte beträgt  $420 \text{ kg/m}^3$  und der effektive Durchmesser der Schraube HBS8100 5,80 mm. Die Steifigkeiten der Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) und im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) werden anhand der durchschnittlichen Anzahl der Verbindungsmittel pro Meter berechnet.

Steifigkeit der Verbindung zwischen BSP-Platte und OSB-Panel:

$$K_{ser,HBS} = n \rho_m^{1,5} d / 23 = 5 \times 420^{1,5} \times 5,80 / 23 = 10853 \frac{N}{mm}$$

Die Gesamte Steifigkeit der BSP-OSB-BSP-Verbindung für den GZG beträgt:

$$K_{ser} = \frac{1}{\frac{1}{10853} + \frac{1}{10853}} = 5426 \frac{N}{mm}$$

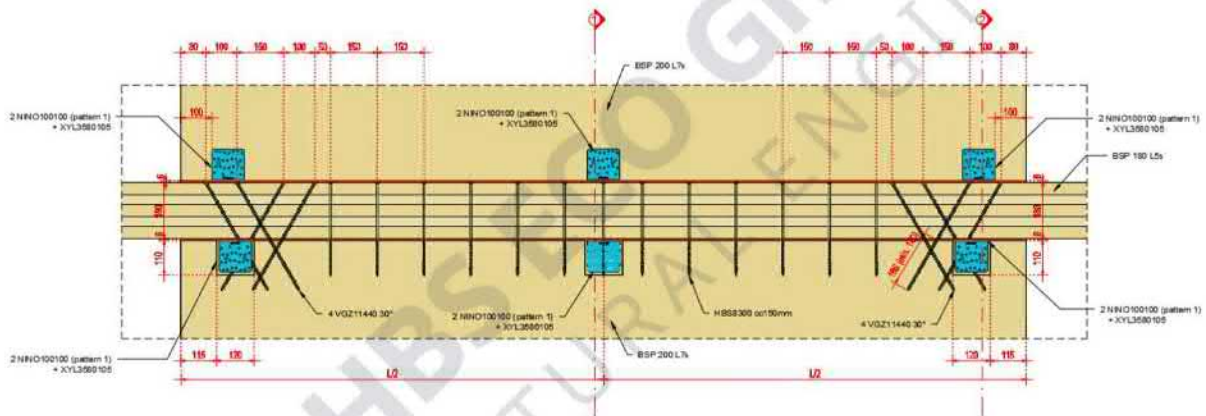
Die Gesamte Steifigkeit der BSP-OSB-BSP-Verbindung für den GZT beträgt:

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser} = \frac{2}{3} \times 5426 = 3617 \frac{N}{mm}$$

## 5.2.2. Verbindung zwischen zwei BSP 200 7s Wandelementen (Aussteifungswände) – Typ 1

Die Verbindung zwischen zwei übereinander stehenden BSP-Wänden BSP200 wird durch zwei Verbindungspunkte erreicht:

1. Die obere Geschosswand an die BSP-Deckenplatte mit NINO- Winkelverbindern
2. BSP- Deckenplatte an die untere Geschosswand mit einer Kombination aus VGZ- und HBS-Schrauben, wie in der Abbildung unten gezeigt, und mit NINO-Winkelverbindern



Die Steifigkeit der Verbindung wurde gemäß den Ausdrücken in DIN EN 1995-1-1, Abschnitt 7, berechnet, wie in der untenstehenden Tabelle für die GZG und gemäß Artikel 2.2.2 (2) für die GZT angegeben.

Tabelle 7.1 — Werte für  $K_{ser}$  für stiftförmige Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart in N/mm für Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

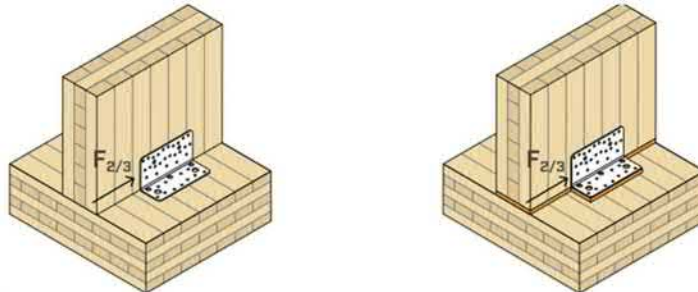
Verbindungsmittel	$K_{ser}$
Stabdübel Bolzen mit oder ohne Lochspiel <sup>a</sup> Schrauben Nägel (vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d / 23$
Nägel (nicht vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 30$
Klammern	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 80$
Ringdübel Typ A nach EN 912 Scheibendübel Typ B nach EN 912	$\rho_m d_c / 2$
Scheibendübel mit Zähnen: – Dübeltyp C1 bis C9 nach EN 912 – Dübeltyp C10 und C11 nach EN 912	$1,5 \rho_m d_c / 4$ $\rho_m d_c / 2$

<sup>a</sup> Das Lochspiel ist zusätzlich zu der Verschiebung hinzuzurechnen.

Die durchschnittliche Holzdicke beträgt  $420 \text{ kg/m}^3$ , während die effektiven Durchmesser für VGZ11-Schrauben  $1,1 \times 6,6 \text{ m} = 7,26 \text{ mm}$ , HBS8-Schrauben  $5,80 \text{ mm}$ . Die Steifigkeiten der Verbindung im Gebrauchszustand (GZG) und im Grenzzustand (GZT) wurden auf Basis der durchschnittlichen Anzahl von Befestigungselementen pro Meter berechnet.

Die Steifigkeit der Verbindung, die über ein NINO100100-Element hergestellt wird, wurde gemäß den Herstellerangaben in den untenstehenden Tabellen übernommen.

■ STRUCTURAL VALUES | TIMBER-TO-TIMBER | F<sub>2/3</sub>



TIMBER STRENGTH

CODE	configuration on timber	type	fastening holes Ø5			no XYLOFON	XYLOFON	K <sub>2/3,ser</sub> [kN/mm]
			Ø x L [mm]	n <sub>V</sub> [pcs]	n <sub>H</sub> [pcs]	R <sub>2/3,k</sub> timber [kN]	R <sub>2/3,k</sub> timber [kN]	
NINO100100	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	14	13 + 2 VGS Ø9 x 140	38,1	34,6	R <sub>2/3,k</sub> timber/5
		LBS	Ø5 x 50			18,5	16,9	
	pattern 2	LBA	Ø4 x 60	14	13	17,2	9,4	
		LBS	Ø5 x 50			9,5	7,4	
	pattern 3	LBA	Ø4 x 60	8	13	9,8	8,9	
		LBS	Ø5 x 50			9,0	7,4	
	pattern 4	LBA	Ø4 x 60	8	13	11,3	9,4	
		LBS	Ø5 x 50			9,5	7,4	
	pattern 5	LBA	Ø4 x 60	4	13	9,8	8,9	
		LBS	Ø5 x 50			9,0	7,4	

Bei der Berechnung der Steifigkeit der Wand wurde ihre durchschnittliche Breite von 2,0 m verwendet.

Die Steifigkeit der Verbindung BSP-Wand–NINO–BSP-Platte auf der Oberseite, die durch 6 NINO-Elemente realisiert wurde:

$$K_{ser,NINO,top} = 6 \times \frac{34600}{5} / 2.0 = 20760 \frac{N}{mm}$$

Die Steifigkeit der Verbindung BSP-Platte–NINO–BSP-Wand auf der Unterseite, die durch 6 NINO-Elemente realisiert wurde:

$$K_{ser,NINO,bottom} = 6 \times \frac{34600}{5} / 2.0 = 20760 \frac{N}{mm}$$

Die Steifigkeit der Verbindung BSP-Platte–BSP-Wand auf der Unterseite, die durch 7 HBS8340-Schrauben realisiert wurde:

$$K_{ser,HBS} = n \rho_m^{1.5} d / 23 = 7 / 2.0 \times 420^{1.5} \times 5.80 / 23 = 7597 \frac{N}{mm}$$

Die Steifigkeit der Verbindung BSP-Platte–BSP-Wand auf der Unterseite, die durch 8 VGZ11400-Schrauben realisiert wurde:

$$K_{ser,VGZ} = \frac{n \rho_m^{1.5} d}{23} = 8 / 2.0 \times 420^{1.5} \times 7.26 / 23 = 10868 \frac{N}{mm}$$

Die gesamte Steifigkeit der Verbindung zwischen zwei BSP-Wänden für den GZG beträgt:

$$K_{ser} = \frac{1}{\frac{1}{20760} + \frac{1}{20760 + 7597 + 10868}} = 13575 \frac{N}{mm}$$

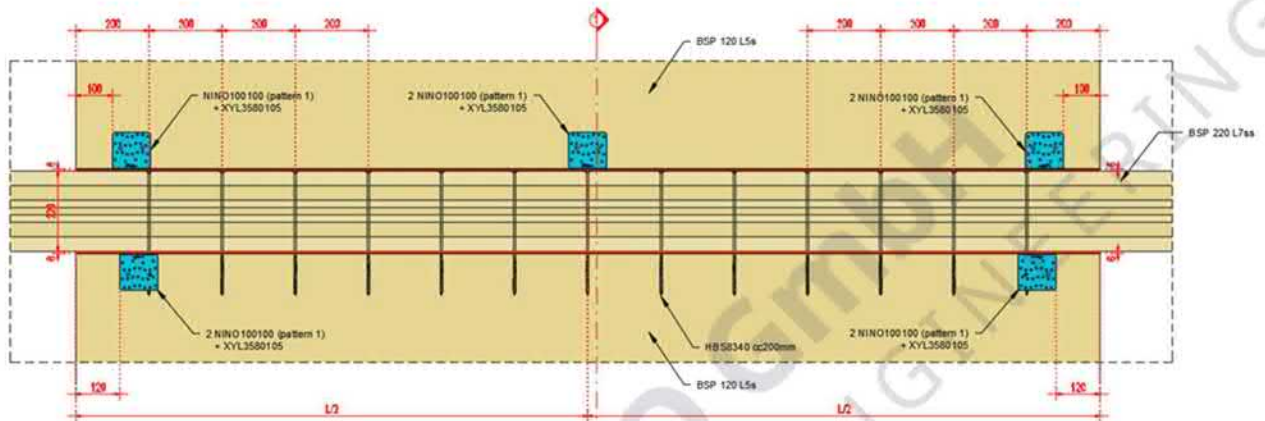
Die gesamte Steifigkeit der Verbindung zwischen zwei BSP-Wänden für den GZT beträgt:

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser} = \frac{2}{3} \times 13575 = 9050 \frac{N}{mm}$$

### 5.2.3. Verbindung zwischen zwei BSP 120 5s Wandelementen – Typ 2

Die Verbindung zwischen zwei übereinander stehenden BSP-Wänden BSP120 wird durch zwei Verbindungspunkte erreicht:

1. Die obere Geschosswand an die BSP-Deckenplatte mit NINO- Winkelverbindern
2. BSP- Deckenplatte an die untere Geschosswand mit einer Kombination aus HBS-Schrauben, wie in der Abbildung unten gezeigt, und mit NINO-Winkelverbindern



Die Steifigkeit der Verbindung wurde gemäß den Ausdrücken in DIN EN 1995-1-1, Abschnitt 7, berechnet, wie in der untenstehenden Tabelle 7.1 für die GZG und gemäß Artikel 2.2.2 (2) für die GZT angegeben.

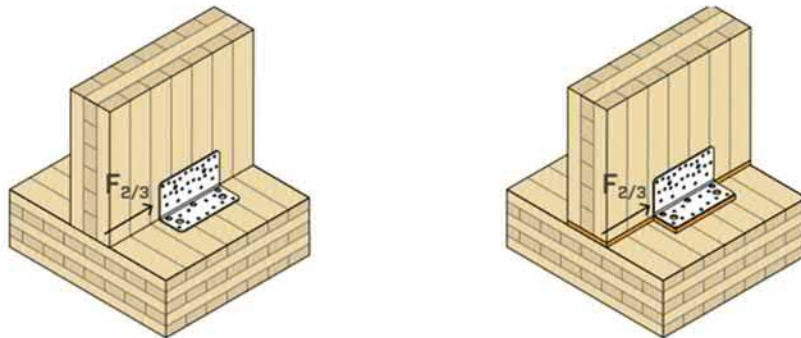
**Tabelle 7.1 — Werte für  $K_{ser}$  für stiftförmige Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart in N/mm für Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen**

Verbindungsmittel	$K_{ser}$
Stabdübel Bolzen mit oder ohne Lochspiel <sup>a</sup> Schrauben Nägel (vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d / 23$
Nägel (nicht vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 30$
Klammern	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 80$
Ringdübel Typ A nach EN 912 Scheibendübel Typ B nach EN 912	$\rho_m d_c / 2$
Scheibendübel mit Zähnen: – Dübeltyp C1 bis C9 nach EN 912 – Dübeltyp C10 und C11 nach EN 912	$1,5 \rho_m d_c / 4$ $\rho_m d_c / 2$
<sup>a</sup> Das Lochspiel ist zusätzlich zu der Verschiebung hinzuzurechnen.	

Die durchschnittliche Holzdichte beträgt 420 kg/m<sup>3</sup>, während die effektiven Durchmesser für HBS8-Schrauben 5,80 mm betragen.

Die Steifigkeit der Verbindung, die durch ein NINO100100-Element hergestellt wurde, wurde gemäß den Herstellertabellen, die in der Abbildung unten dargestellt sind, übernommen.

STRUCTURAL VALUES | TIMBER-TO-TIMBER | F<sub>2/3</sub>



TIMBER STRENGTH

CODE	configuration on timber	type	fastening holes Ø5		no XYLOFON	XYLOFON		K <sub>2/3,ser</sub> [kN/mm]
			Ø x L [mm]	n <sub>V</sub> [pcs]		n <sub>H</sub> [pcs]	R <sub>2/3,k timber</sub> [kN]	
NINO100100	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	14	13 + 2 VGS Ø9 x 140	38,1	34,6	R <sub>2/3,k timber</sub> /5
		LBS	Ø5 x 50			18,5	16,9	
	pattern 2	LBA	Ø4 x 60	14	13	17,2	9,4	
		LBS	Ø5 x 50			9,5	7,4	
	pattern 3	LBA	Ø4 x 60	8	13	9,8	8,9	
		LBS	Ø5 x 50			9,0	7,4	
	pattern 4	LBA	Ø4 x 60	8	13	11,3	9,4	
		LBS	Ø5 x 50			9,5	7,4	
	pattern 5	LBA	Ø4 x 60	4	13	9,8	8,9	
		LBS	Ø5 x 50			9,0	7,4	

Bei der Berechnung der Steifigkeit der Wand wurde ihre durchschnittliche Breite von 2,9 m verwendet. Steifigkeit der Verbindung BSP-Wand–NINO–BSP-Platte auf der Oberseite, hergestellt durch 3 NINO-Elemente:

$$K_{ser,NINO,top} = 3 \times \frac{34600}{5} / 2,9 = 7159 \frac{N}{mm}$$

Steifigkeit der Verbindung BSP-Platte–NINO–BSP-Wand auf der Unterseite, hergestellt durch 2 NINO-Elemente:

$$K_{ser,NINO,bottom} = 2 \times \frac{34600}{5} / 2,9 = 4772 \frac{N}{mm}$$

Steifigkeit der Verbindung BSP-Platte–BSP-Wand auf der Unterseite, hergestellt durch 13 HBS8340-Schrauben:

$$K_{ser,HBS} = n \rho_m^{1,5} d / 23 = 13 / 2,9 \times 420^{1,5} \times 5,80 / 23 = 9730 \frac{N}{mm}$$

Die gesamte Steifigkeit der Verbindung zwischen zwei BSP-Wänden für den GZG beträgt:

$$K_{ser} = \frac{1}{\frac{1}{7159} + \frac{1}{4772 + 9730}} = 4793 \frac{N}{mm}$$

Die gesamte Steifigkeit der Verbindung zwischen zwei BSP-Wänden für den GZT beträgt:

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser} = \frac{2}{3} \times 4793 = 3195 \frac{N}{mm}$$

### 5.3. Nachweis der GZT und GZG



HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

### 5.3.1 Eingabedaten

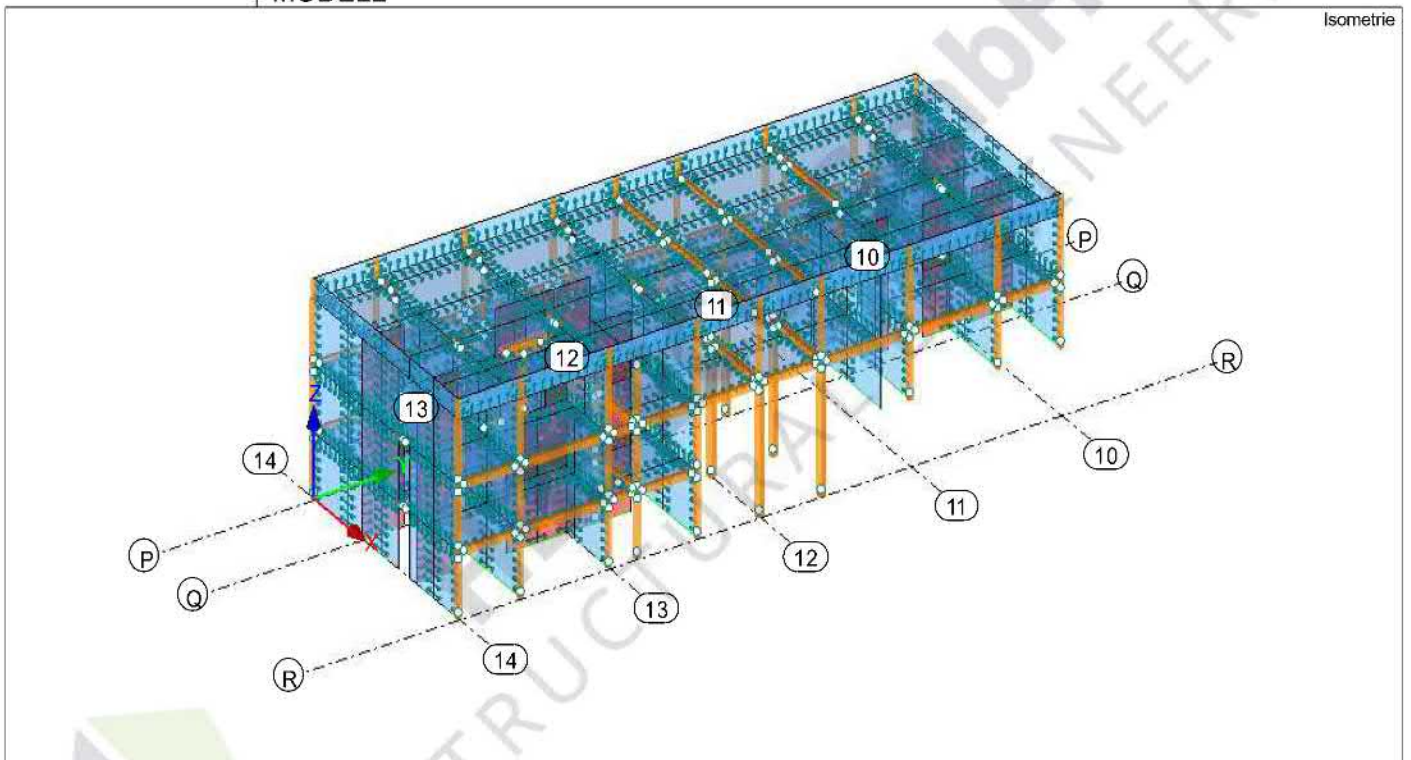


HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

## ■ ORTHOTROPES MAUERWERK 2D...

Allgemein	Modellname	: MCW - Haus A - 2025.07.21
	Modelltyp	: 3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach oben
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 + EN 1995 (Holz) Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	<input checked="" type="checkbox"/> Kombinationen automatisch erzeugen	: <input checked="" type="checkbox"/> Lastkombinationen
Optionen	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	<input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT	
	<input type="checkbox"/> Rohrleitungsanalyse	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung g	: 10,00 m/s <sup>2</sup>

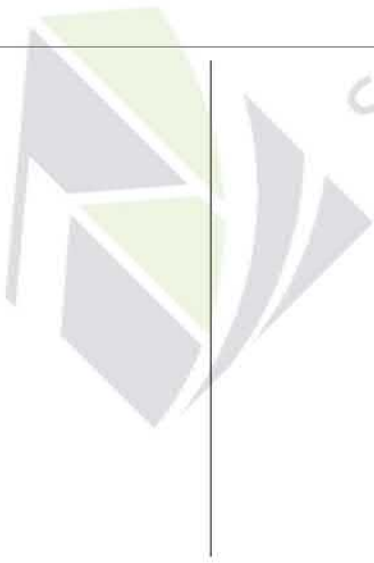
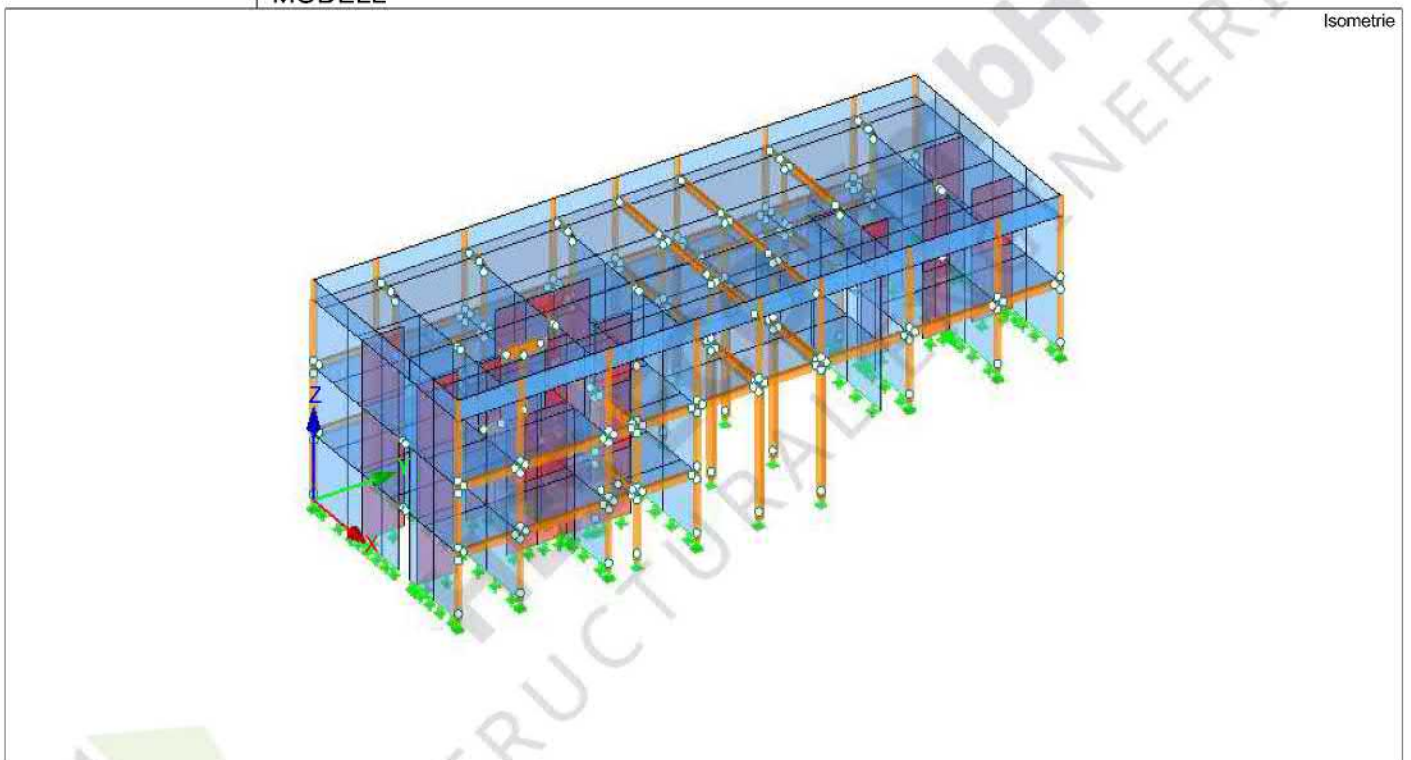
## ■ MODELL



## ■ AUSFALL FALLS -P

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	$l_{FE}$	: 0.300 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	$\epsilon$	: 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seilbettung, Voute oder plastischer Charakteristik		: 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen <input checked="" type="checkbox"/> Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt		
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	$\Delta_D$	: 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	$\alpha$	: 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		<input type="checkbox"/> Drei- und Vierecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

## ■ MODELL



## MATERIALIEN

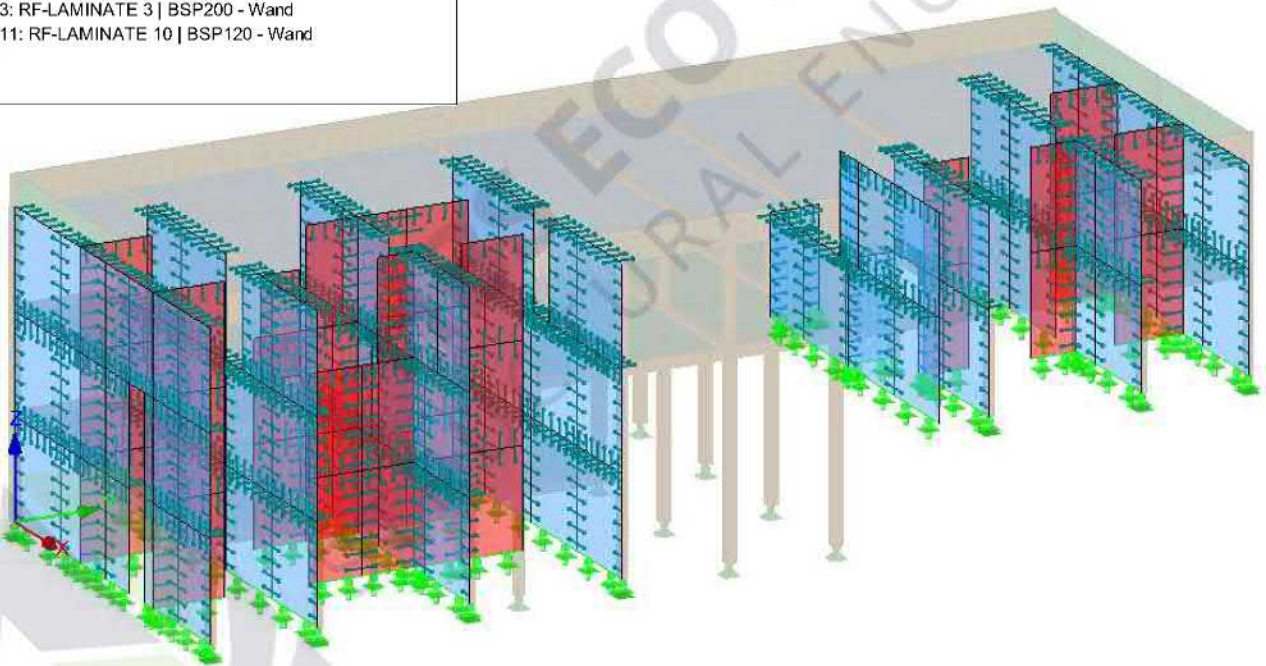
Mat. Nr.	Modul E [kN/cm <sup>2</sup> ]	Modul G [kN/cm <sup>2</sup> ]	Querdehnzahl $\nu$ [-]	Spez. Gewicht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wärmedehnz. $\alpha$ [1/°C]	Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	Material-Modell
1	RF-LAMINATE 1   BSP140 - Decke			4.50	5.00E-06		
3	RF-LAMINATE 3   BSP200 - Wand			4.50	5.00E-06		
5	RF-LAMINATE 5   BSP180 - Decke			4.50	5.00E-06		
6	RF-LAMINATE 6   BSP120 - Decke			4.50	5.00E-06		
7	Brettschichtholz GL24h   DIN 1052:2008-12 1160.00   72.00		7.066	5.00	5.00E-06	1.30	Isotrop linear elastisch
8	RF-LAMINATE 7   BSP100 - Attika			4.50	5.00E-06		
9	RF-LAMINATE 8   BSP140 - Attika			4.50	5.00E-06		
10	RF-LAMINATE 9   BSP200 - Decke			4.50	5.00E-06		
11	RF-LAMINATE 10   BSP120 - Wand			4.50	5.00E-06		

## MODELL

Isometrie

Materialien

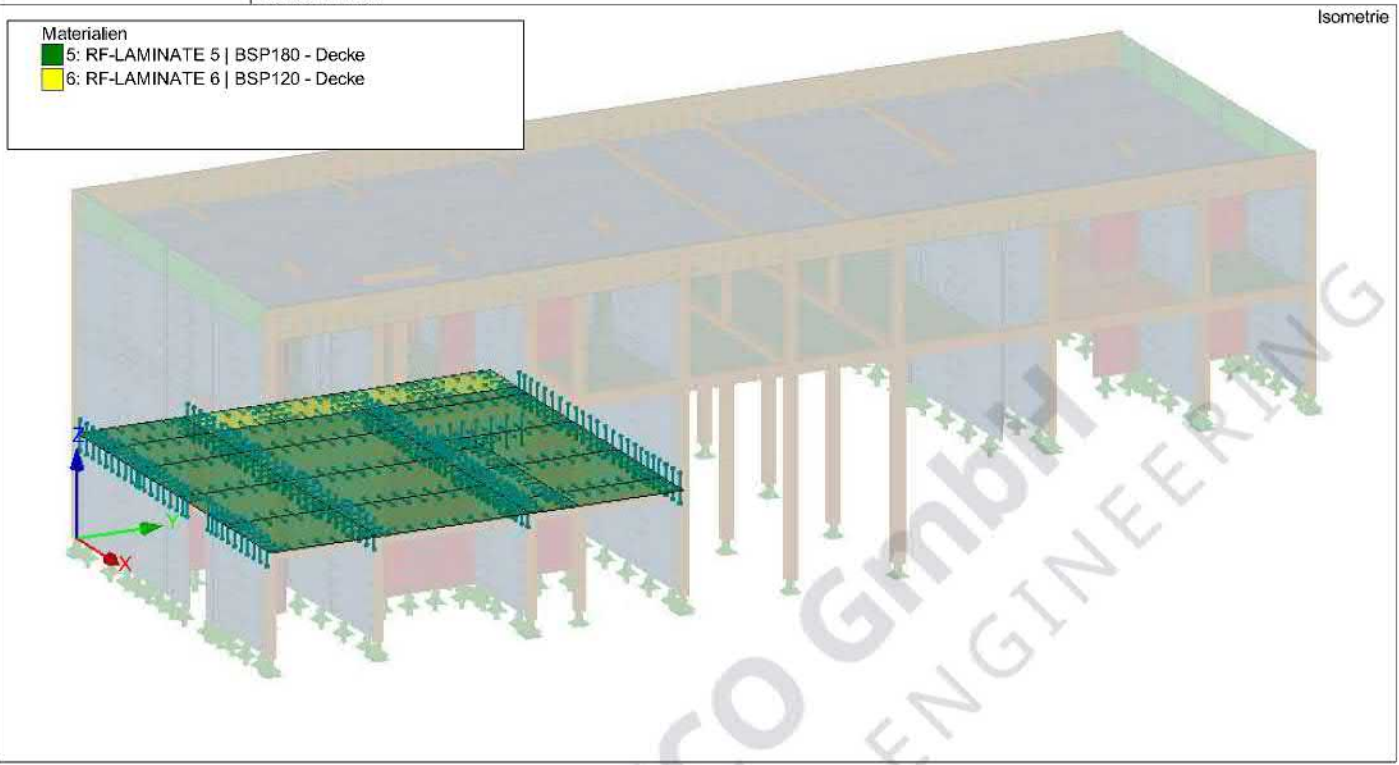
- 3: RF-LAMINATE 3 | BSP200 - Wand
- 11: RF-LAMINATE 10 | BSP120 - Wand





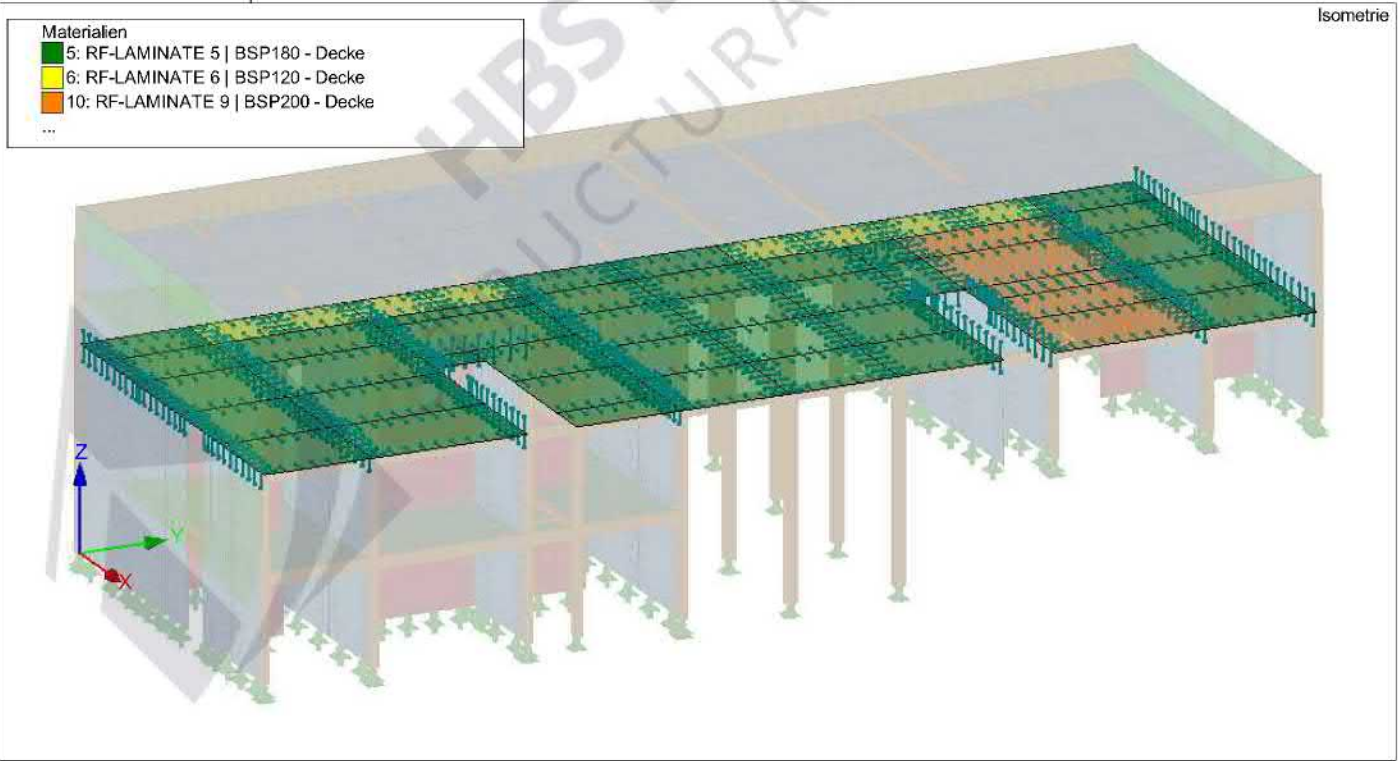
MODELL

Isometrie



MODELL

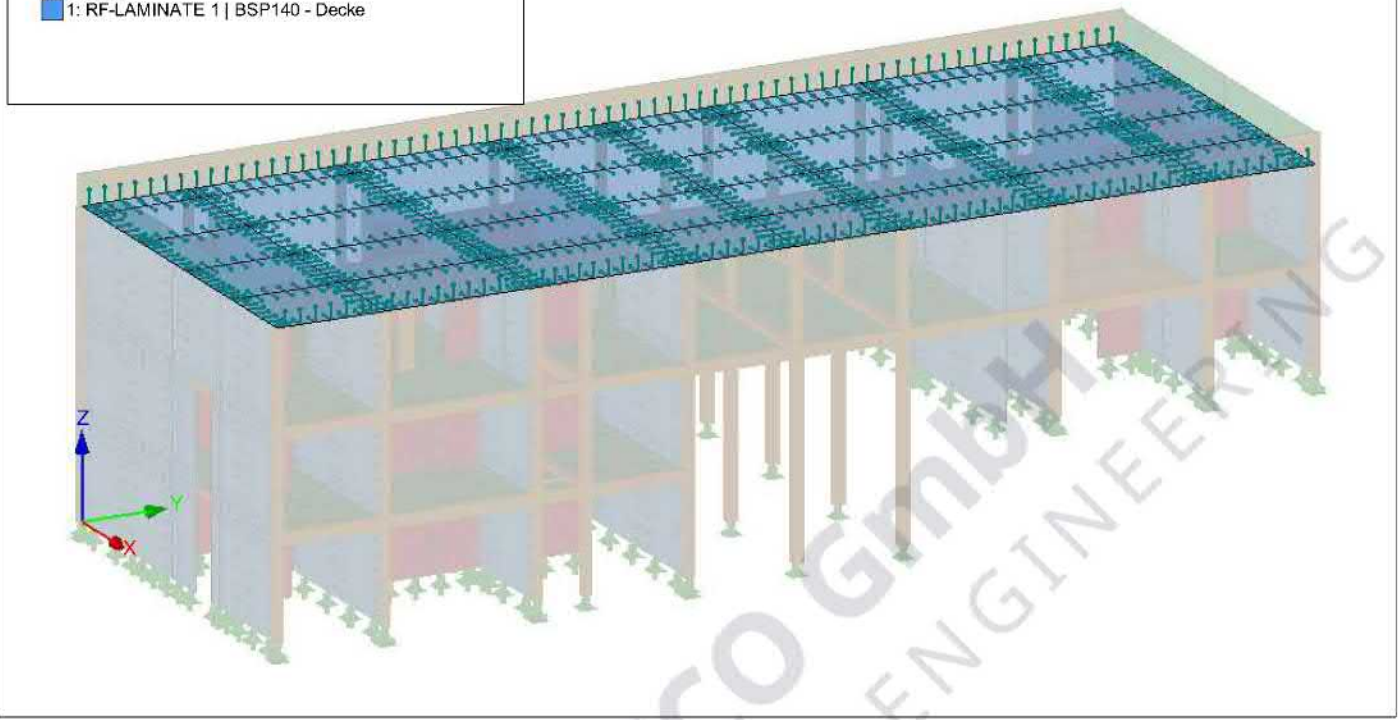
Isometrie



MODELL

- Materialien
- 1: RF-LAMINATE 1 | BSP140 - Decke

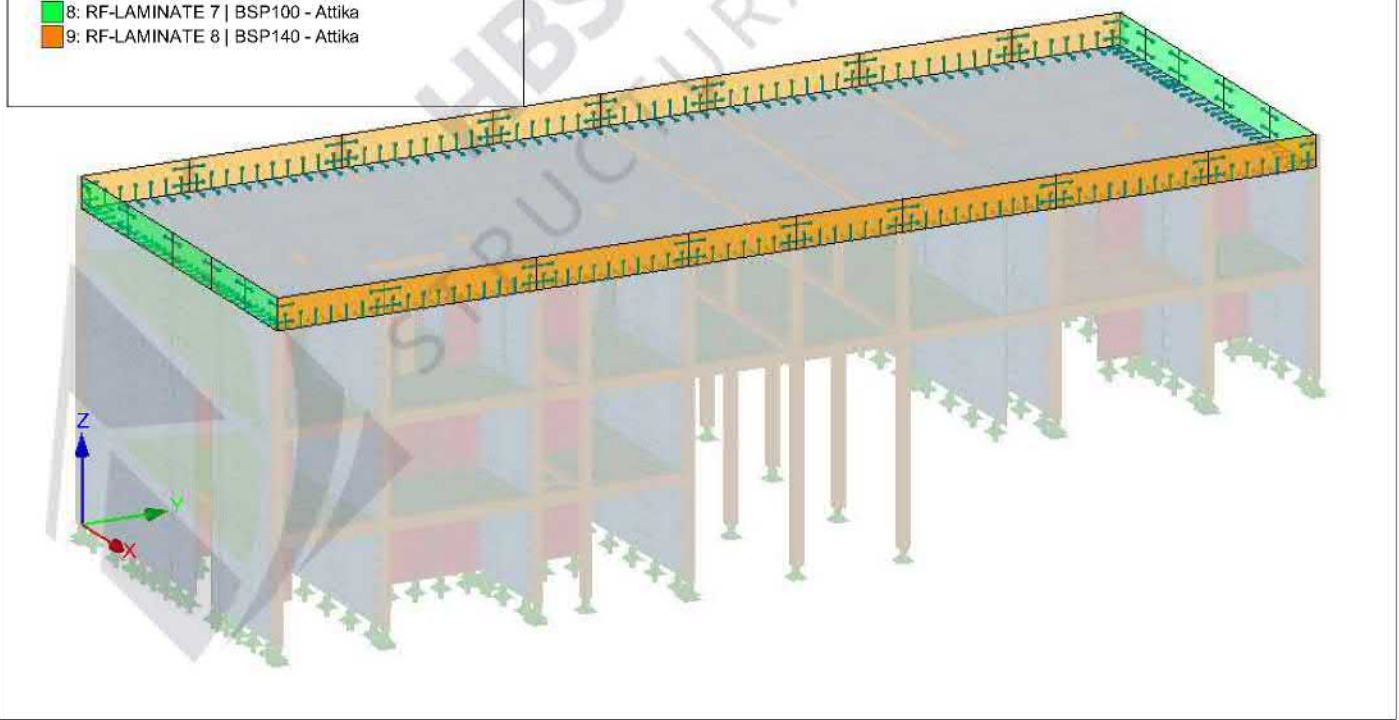
Isometrie



MODELL

- Materialien
- 8: RF-LAMINATE 7 | BSP100 - Attika
  - 9: RF-LAMINATE 8 | BSP140 - Attika

Isometrie



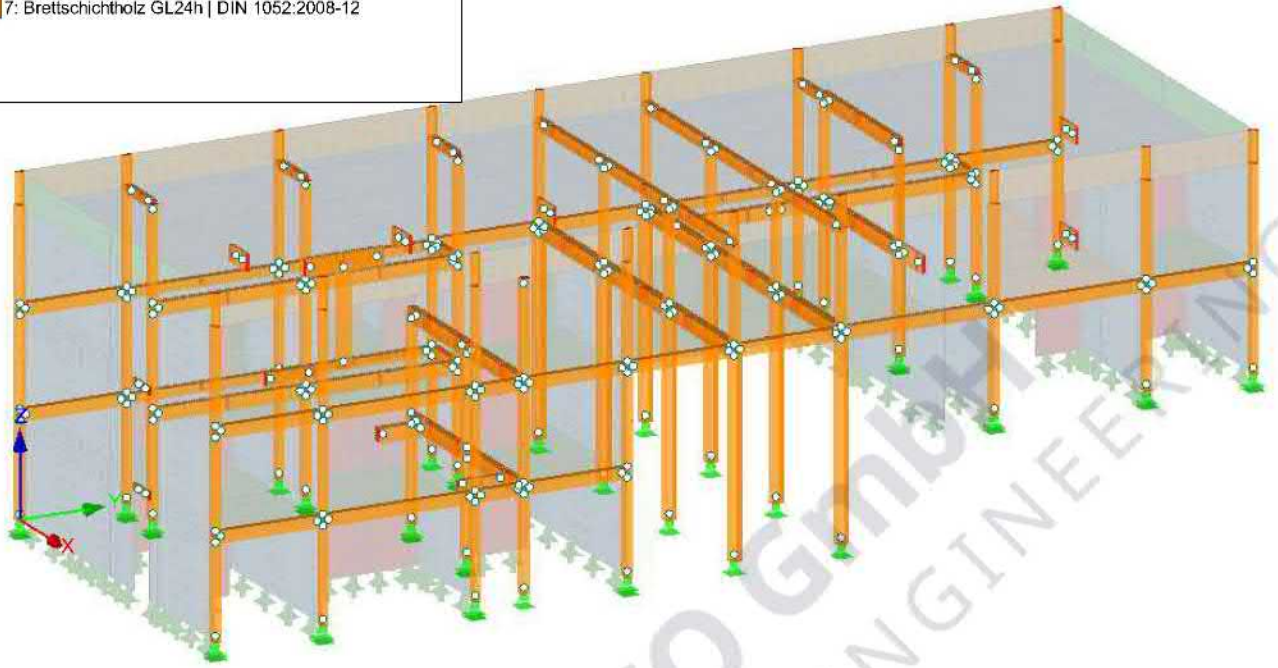


MODELL

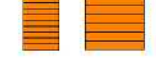
Isometrie

Materialien

7: Brettschichtholz GL24h | DIN 1052:2008-12



H-Rechteck 240/360 H-Rechteck 260/240



H-Rechteck 260/140 H-Rechteck 260/240



H-Rechteck 240/240 H-Rechteck 260/240



H-Rechteck 200/280 H-Rechteck 260/240



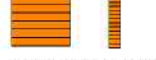
H-Rechteck 240/400 H-Rechteck 240/320



H-Rechteck 260/400 H-Rechteck 240/320



H-Rechteck 280/400 H-Rechteck 120/520



H-Rechteck 240/400 H-Rechteck 120/520



H-Rechteck 200/520 H-Rechteck 260/240

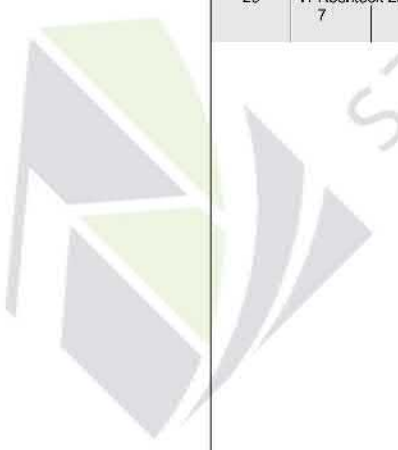


H-Rechteck 260/260 H-Rechteck 260/360



## ■ QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	$I_T$ [cm <sup>4</sup> ]		$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]		$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]		Hauptachsen $\alpha$ [°]	Drehung $\alpha'$ [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm <sup>2</sup> ]		$A_y$ [cm <sup>2</sup> ]		$A_z$ [cm <sup>2</sup> ]				Breite b	Höhe h
9	H-Rechteck 240/360 7	97350.99 864.00		93312.00 720.00		41472.00 720.00		0.00	0.00	240.0	360.0
10	H-Rechteck 260/240 7	54310.25 624.00		29952.00 520.00		35152.00 520.00		0.00	0.00	260.0	240.0
11	H-Rechteck 260/140 7	15769.95 364.00		5945.33 303.33		20505.33 303.33		0.00	0.00	260.0	140.0
12	H-Rechteck 260/240 7	54310.25 624.00		29952.00 520.00		35152.00 520.00		0.00	0.00	260.0	240.0
13	H-Rechteck 240/240 7	46669.82 576.00		27648.00 480.00		27648.00 480.00		0.00	0.00	240.0	240.0
14	H-Rechteck 320/320 7	147499.69 1024.00		87381.34 853.33		87381.34 853.33		0.00	0.00	320.0	320.0
15	H-Rechteck 200/280 7	41788.59 560.00		36586.67 466.67		18666.67 466.67		0.00	0.00	200.0	280.0
17	H-Rechteck 280/400 7	166173.61 1120.00		149333.34 933.33		73173.34 933.33		0.00	0.00	280.0	400.0
18	H-Rechteck 320/400 7	224150.31 1280.00		170666.67 1066.67		109226.68 1066.67		0.00	0.00	320.0	400.0
19	H-Rechteck 240/320 7	79602.63 768.00		65536.00 640.00		36864.00 640.00		0.00	0.00	240.0	320.0
20	H-Rechteck 300/240 7	70922.56 720.00		34560.00 600.00		54000.00 600.00		0.00	0.00	280.0	240.0
21	H-Rechteck 240/280 7	62455.17 672.00		43904.00 560.00		32256.00 560.00		0.00	0.00	240.0	280.0
22	H-Rechteck 280/240 7	62455.17 672.00		32256.00 560.00		43904.00 560.00		0.00	0.00	280.0	240.0
23	H-Rechteck 120/520 7	25598.46 624.00		140608.00 520.00		7488.00 520.00		0.00	0.00	120.0	520.0
24	H-Rechteck 240/400 7	115392.34 960.00		128000.00 800.00		46080.00 800.00		0.00	0.00	240.0	400.0
25	H-Rechteck 120/240 7	9491.90 288.00		13824.00 240.00		3456.00 240.00		0.00	0.00	120.0	240.0
26	H-Rechteck 200/520 7	105127.35 1040.00		234346.67 866.67		34666.67 866.67		0.00	0.00	200.0	520.0
27	H-Rechteck 200/400 7	73240.00 800.00		106666.67 666.67		26666.67 666.67		0.00	0.00	200.0	400.0
28	H-Rechteck 260/360 7	117102.10 936.00		101088.01 780.00		52728.00 780.00		0.00	0.00	260.0	360.0
29	H-Rechteck 280/260 7	73966.64 728.00		41010.67 606.67		47562.67 606.67		0.00	0.00	280.0	260.0

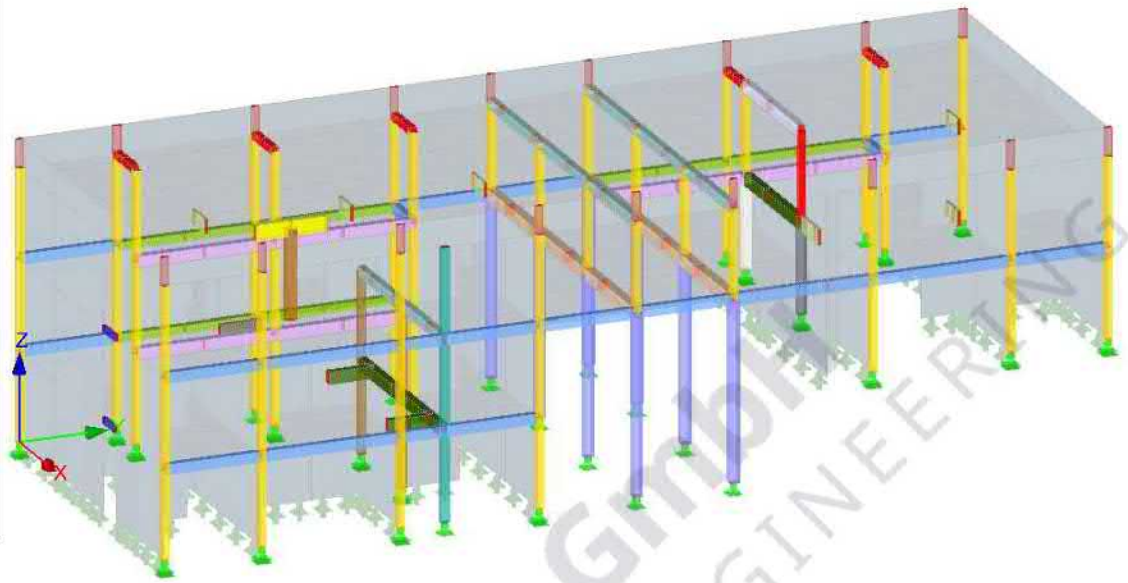


MODELL

Isometrie

Querschnitte

- 1: H-Rechteck 240/360;
- 2: H-Rechteck 260/240;
- 3: H-Rechteck 260/140;
- 4: H-Rechteck 260/240;
- 5: H-Rechteck 240/240;
- 6: H-Rechteck 320/320;
- 7: H-Rechteck 200/280;
- 8: H-Rechteck 280/400;
- 9: H-Rechteck 320/400;
- 10: H-Rechteck 240/320
- 11: H-Rechteck 300/240
- 12: H-Rechteck 240/280
- 13: H-Rechteck 280/240
- 14: H-Rechteck 120/520
- 15: H-Rechteck 240/400
- 16: H-Rechteck 120/240
- 17: H-Rechteck 200/520
- 18: H-Rechteck 200/400
- 19: H-Rechteck 260/360
- 20: H-Rechteck 280/260
- 21: H-Rechteck 200/320



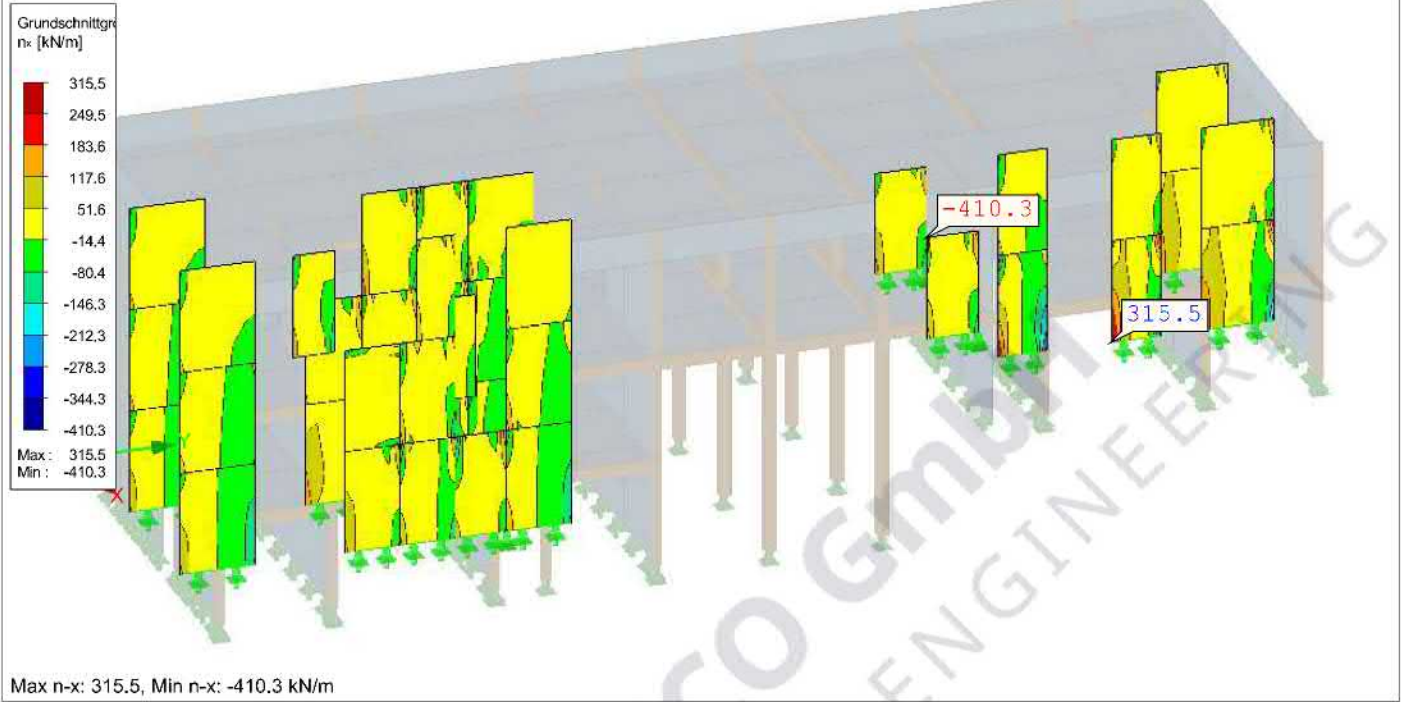
HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING



■ GRUNDSCHNITTGRÖSSEN  $n_x$

LF9 : Seismisch Y+0.3X  
Werte: n-x [kN/m]

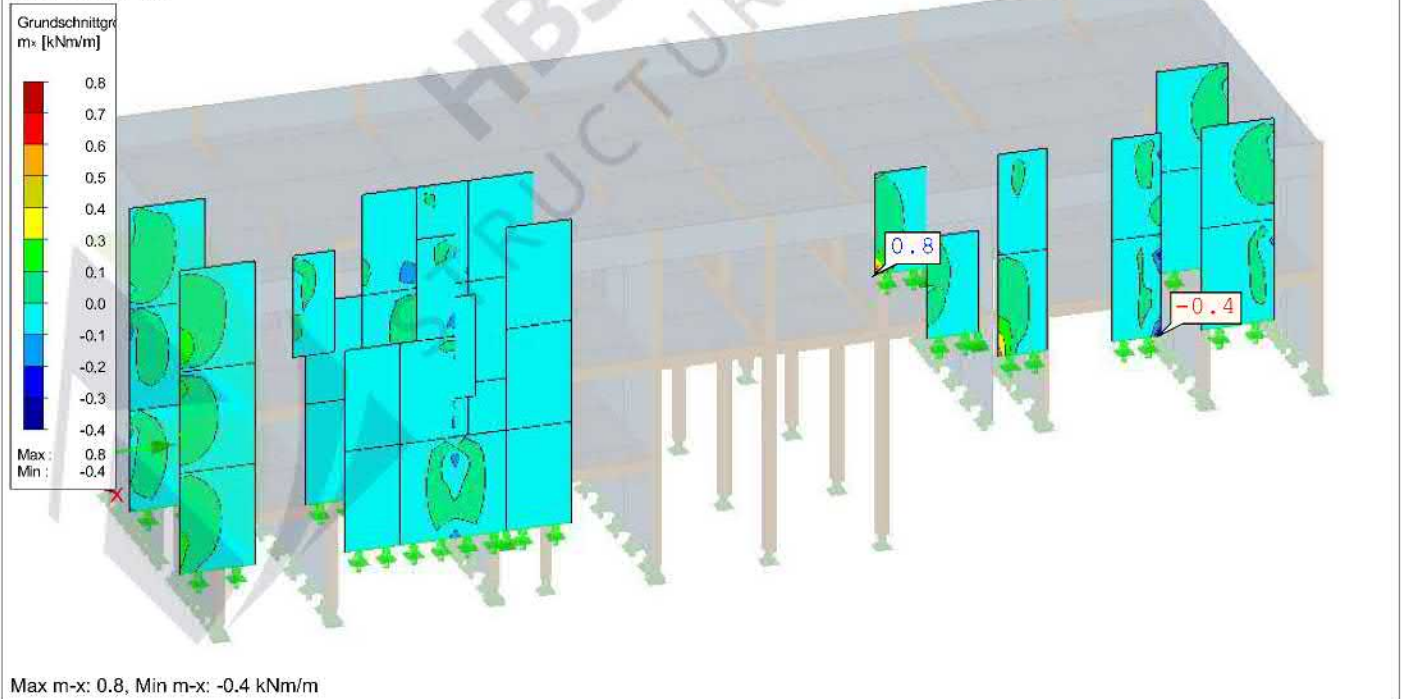
Isometrie



■ GRUNDSCHNITTGRÖSSEN  $m_x$

LF10 : Seismisch X+0.3Y  
Werte: m-x [kNm/m]

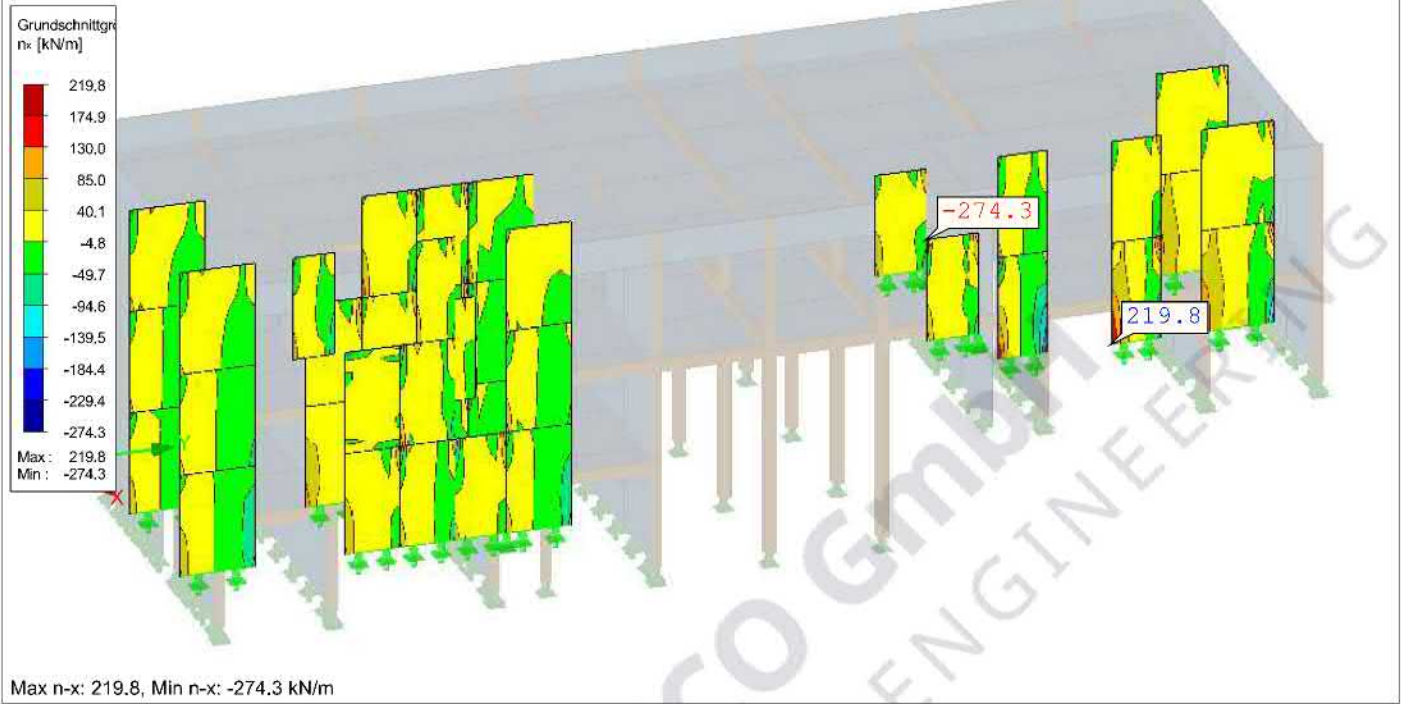
Isometrie



■ GRUNDSCHNITTGRÖSSEN  $n_x$

LF10 : Seismisch X+0.3Y  
Werte: n-x [kN/m]

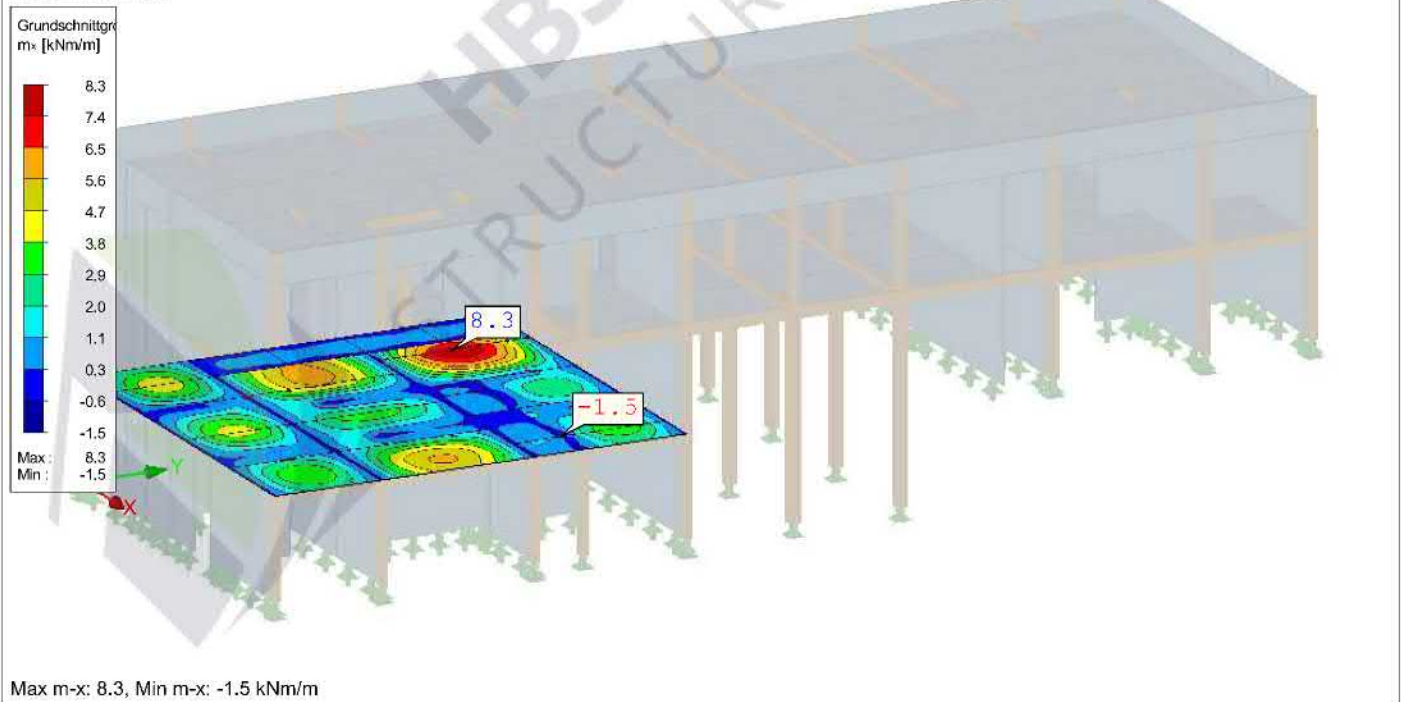
Isometrie



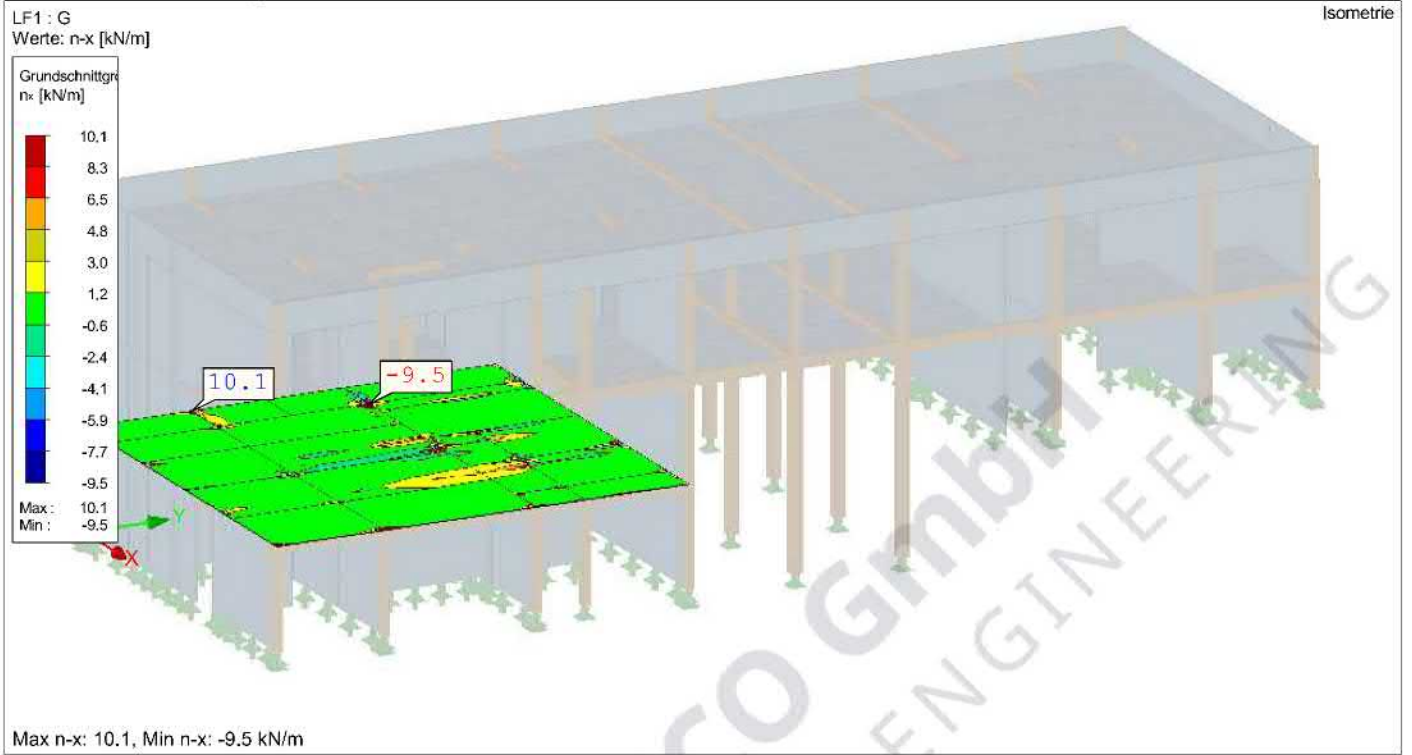
■ GRUNDSCHNITTGRÖSSEN  $m_x$

LF1 : G  
Werte: m-x [kNm/m]

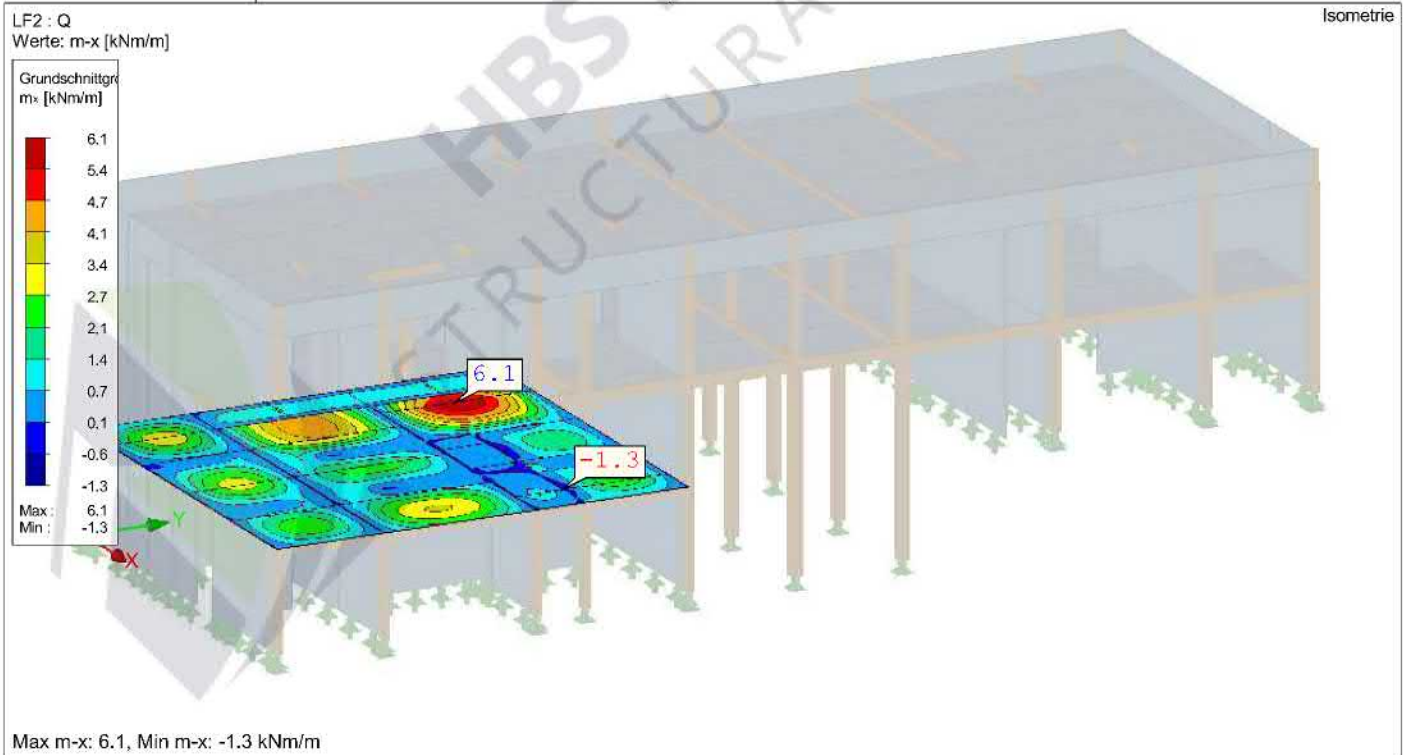
Isometrie



GRUNDSCHNITTGRÖSSEN  $n_x$



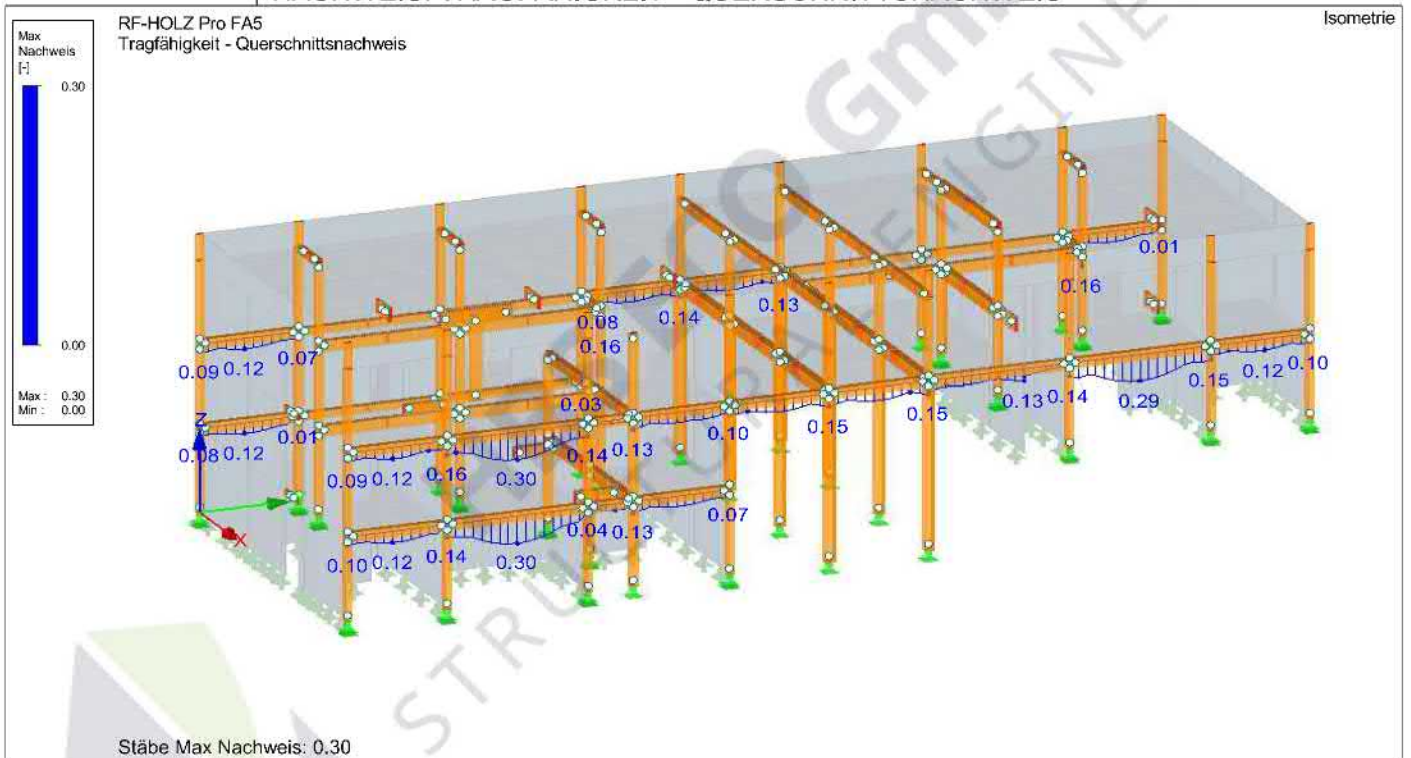
GRUNDSCHNITTGRÖSSEN  $m_x$



## NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessun Nr.	Bezeichnung
	0.750	LK50	$0.01 \leq 1$	811)	Brandschutz - Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3 - Biegung um y-Achse
196	<b>Querschnitt Nr. 1 - H-Rechteck 240/360</b>				
	0.000	LK2	$0.03 \leq 1$	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK5	$0.00 \leq 1$	113)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft bei Doppelbiegung nach 6.1.7(1)
	0.640	LK2	$0.02 \leq 1$	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.640	LK2	$0.02 \leq 1$	311)	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3 - Biegung um y-Achse
	0.000	LK22	$0.00 \leq 1$	400)	Gebrauchstauglichkeit - Sehr kleine Verformungen
	0.640	LK26	$0.01 \leq 1$	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.640	LK44	$0.01 \leq 1$	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK46	$0.01 \leq 1$	611)	Brandschutznachweis - Querschnittstragfähigkeit - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.640	LK46	$0.01 \leq 1$	651)	Brandschutznachweis - Querschnittstragfähigkeit - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.640	LK46	$0.01 \leq 1$	811)	Brandschutz - Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3 - Biegung um y-Achse

## NACHWEIS: TRAGFÄHIGKEIT - QUERSCHNITTSNACHWEIS



## 6. Nachweis der Verbindungen

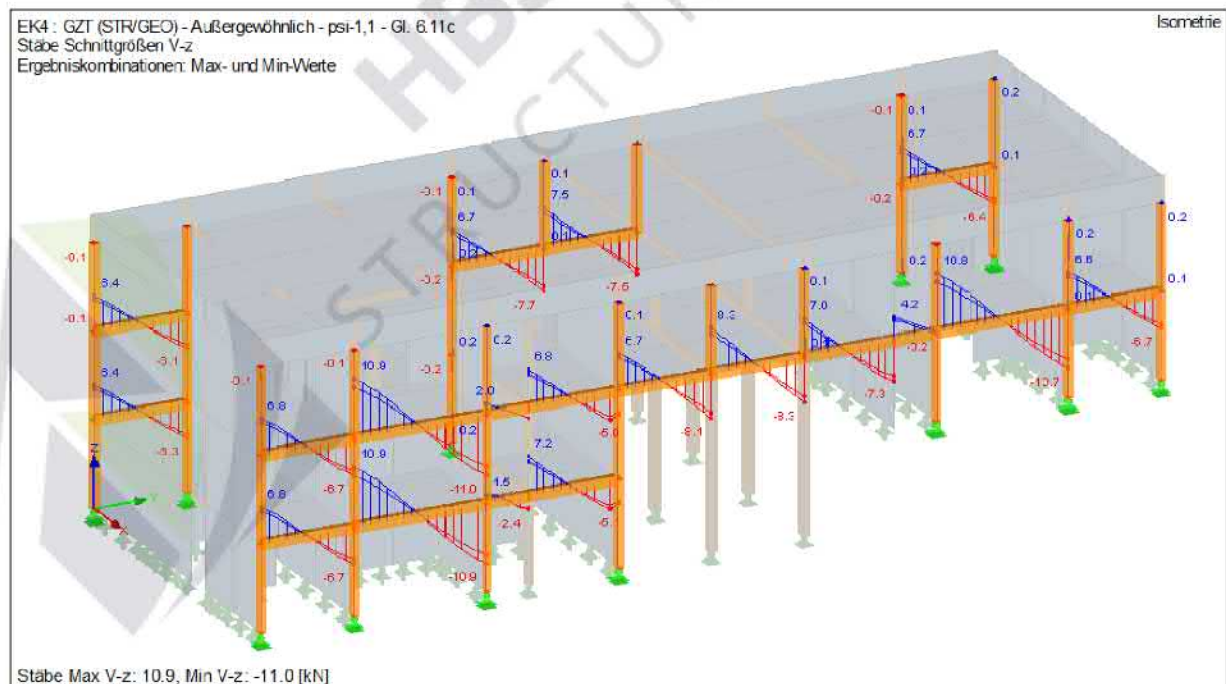
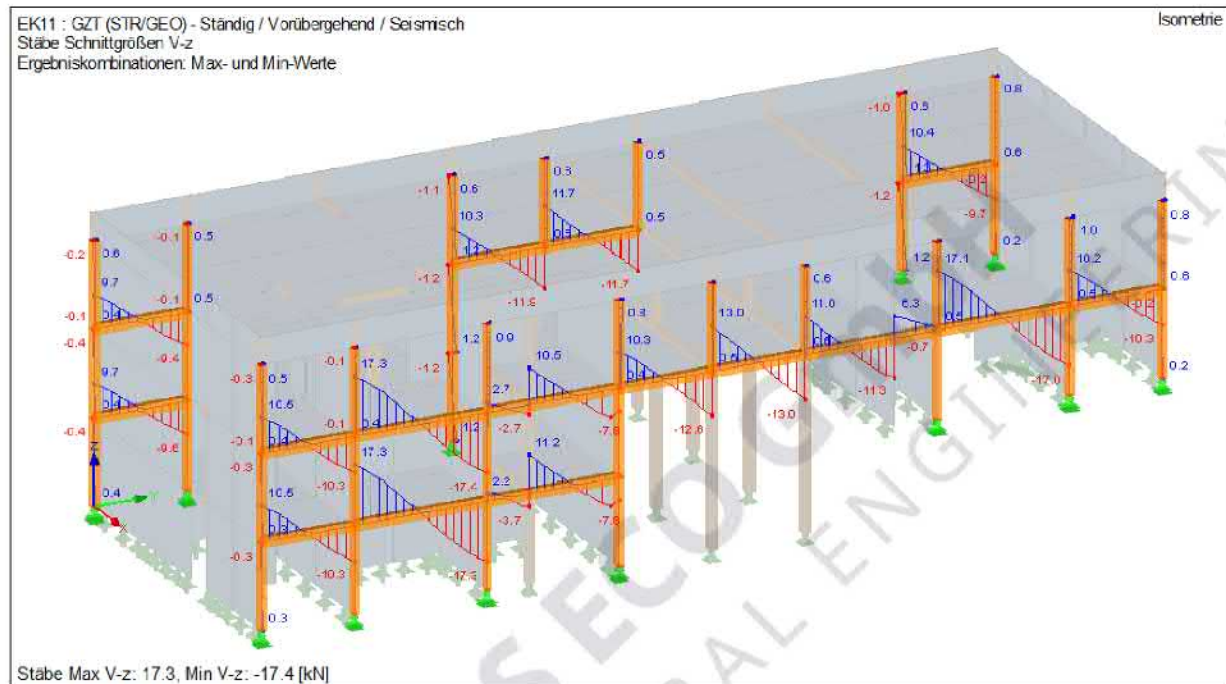


HBS ECO GmbH  
STRUCTURAL ENGINEERING

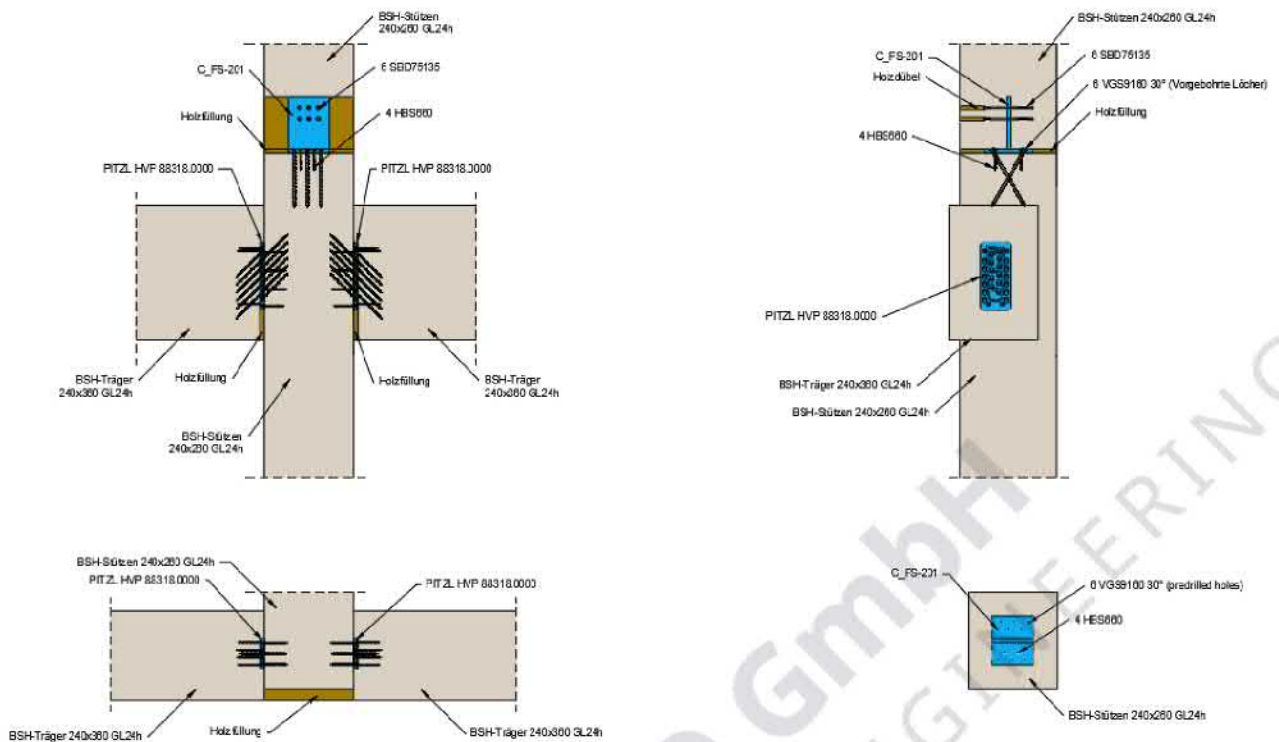
## 6.2. Fassadenbalken zu Fassadenstützen

Die Verbindung zwischen Fassadenbalken und Fassadenstütze ist eine Holz-Holz-Verbindung, die sich am Auflager des Fassadenbalkens befindet.

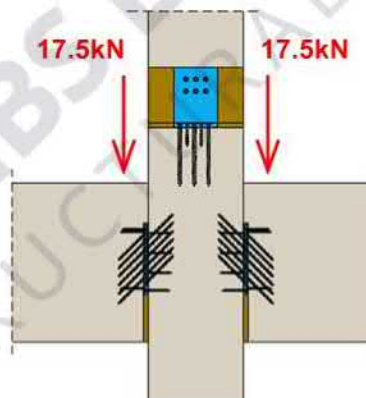
Die maximalen Kräfte, die auf die Verbindung wirken, sind unten dargestellt:



Diese Holz-zu-Holz-Verbindung besteht aus zwei 240x360 GL24h Balken und einer 240x260 GL24h Stütze. Die Verbindung zwischen diesen beiden Elementen wurde über den HPV-Verbinder 88318.0000 von Pitzl hergestellt. Das Verbindungsdetail ist in der untenstehenden Abbildung gezeigt.



Unten ist eine Verbindungszeichnung mit den aus der Strukturanalyse berechneten Designkräften dargestellt. Die präsentierten Lasten gelten für die Kombination 1.35G+1.5Q gemäß DIN EN 1990.



### **Nachweis**

Die Tragfähigkeit der Verbindung wurde basierend auf dem Katalog des Herstellers Pitzi nachgewiesen, der HVP-Verbinder produziert. Die Tragfähigkeitstabelle für den HVP 88318.0000-Verbinder, der für die Verbindung verwendet wurde, ist unten dargestellt.

# HVP Verbinder 88318.0000

## Statische Werte

Effektive Gewindelänge ( $l_{ef}$ )		Mindestquerschnitt (mm)		Charakteristische Tragfähigkeit $R_k$ (kN)							
				Vollholz C24 ( $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ )				Brettschichtholz GL24h ( $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ )			
Schrauben	$l_{ef}$ (mm)	HT	NT	$F_{2,Rk}$	$F_{3,Rk}$	$F_{4,Rk}$	$F_{1,Rk}$	$F_{2,Rk}$	$F_{3,Rk}$	$F_{4,Rk}$	$F_{1,Rk}$
ø 5,0 x 60	54	70 x 200	100 x 200	44,06	0,00	25,28	19,04	47,06	0,00	26,34	20,34
ø 5,0 x 80	74	90 x 230	100 x 230	58,51			25,28	62,49			27,00
ø 5,0 x 100	94	110 x 260	100 x 260	72,57			31,36	77,50			33,49

Der Nachweis der Tragfähigkeit wurde durchgeführt, indem die Tragfähigkeit des Verbinders mit der auf ihn wirkenden Last verglichen wurde. Der Koeffizient für die Dauerbelastung beträgt 0.8.

$$F_{Ed} = 17.5kN < F_{Rd} = 0.8 \times \frac{77.50}{1.3} = 47.7kN$$

**Maximale Ausnutzung:  $0.37 \leq 1$  – GZT-Bemessung geprüft**

### Nachweis AFS (Brandsituation)

Der Nachweis der Tragfähigkeit der Verbindung zwischen Fassadenträgern und Stützen wurde gemäß der ETA-15/0187 geführt, die für die verwendeten HVP-Verbinder gilt. Gemäß der Europäischen Technischen Bewertung (ETA) muss der Verbinder einen ausreichenden Abstand zur Kantenlinie des Trägers aufweisen. Der erforderliche Abstand hängt von der Abbrandrate des Trägers ab, die für Brettschichtholz 0.7 mm/min beträgt. Dies entspricht den Vorgaben der DIN EN 1995-1-2:2010.

Page 106 of 130 of European Technical Assessment no. ETA-15/0187, issued on 2023-11-28

HVP CONNECTOR – STRUCTURAL DESIGN	
<b>Resistance to fire</b>	
If a fire resistance is required, the HVP connector plates shall be protected on all sides by a timber or wood-based panel of an additional thickness of a component for increased mechanical stress ability of a connection $a_{fi}$ depending on the fire resistance given with the Table B.3. It has to be considered that these values are valid up to a reduction factor in accordance to EN 1995-1-2 with	
$\eta = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}} \leq 0,60 \quad (E.28)$	
<b>Table 8:</b> Minimum values for $a_{fi}$ depending on the required fire resistance	
Fire Resistance	Equation
R30	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 5)$
R60	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 12)$
R90	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 22)$
R120	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 32)$
Where:	
$a_{fi}$	Required thickness of the timber or wood-based panel protection
$\beta_n$	Design notional charring rate under standard fire exposure according to EN 1995-1-2
$t_{req}$	Required time of fire resistance in min, $t_{req} \leq 120 \text{ min}$

Der Reduktionsfaktor, ausgedrückt durch die Kräfte, die auf die Verbindung im Brandfall und für die GZT-Belastungskombination wirken, beträgt:

$$\eta = \frac{10}{17.5} = 0.57 < 0.60$$

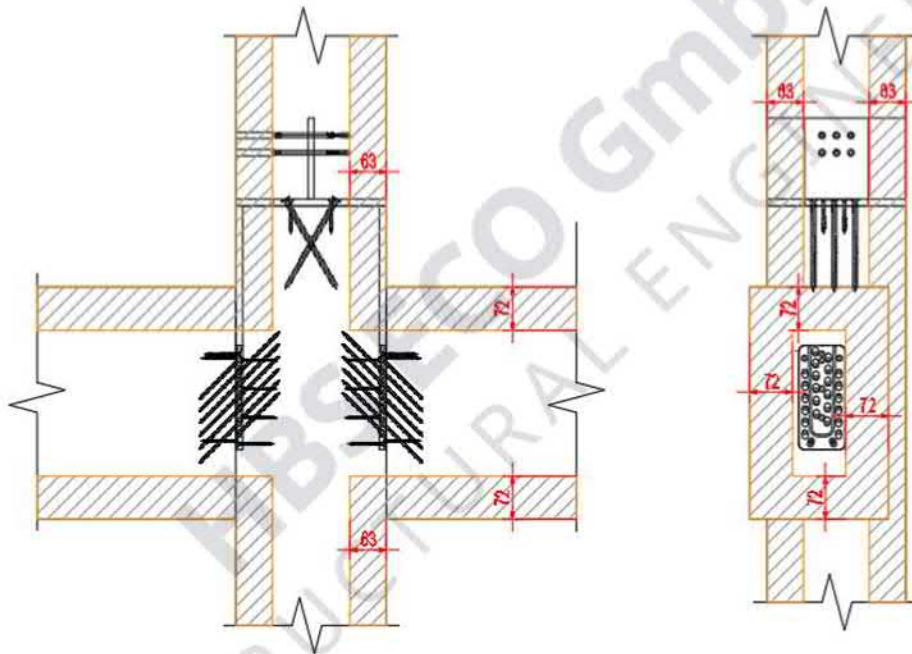
Der erforderliche Abstand des HVP-Verbinders vom Rand des Balkens, um die Tragfähigkeit bei Brand (R90) zu gewährleisten, beträgt:

$$a_{fi} = \beta_n \times 1.5 \times (t_{req} - 22) = 0.7 \times 1.5 \times (90 - 22) = 72 \text{ mm}$$

In der Abbildung ist die Dicke des abgebrannten Bereichs der Brett-schichtholz-Stütze dargestellt, die beträgt:

$$d_{char,n} = \beta_n \times t_{req} = 0.7 \times 90 = 63 \text{ mm}$$

Die Verbindung zwischen den Fassadenbalken und den Stützen ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt, mit dem gekennzeichneten verbrannten Bereich.



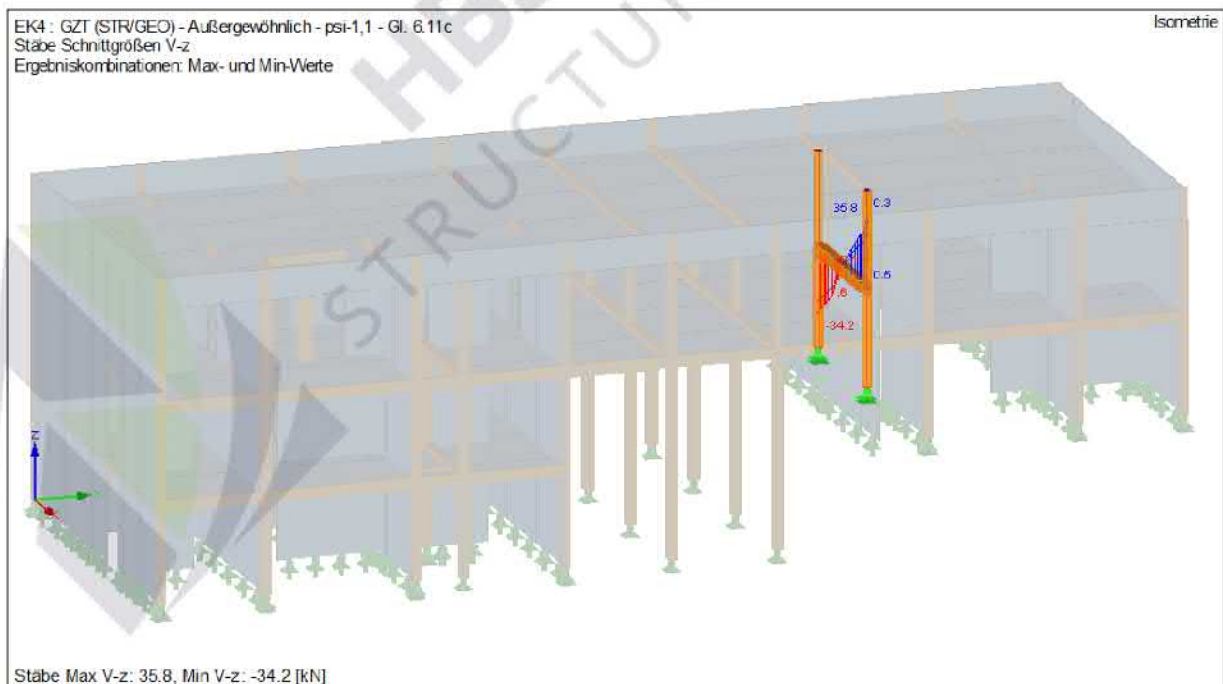
**Die Verbindungselemente sind ausreichend vom verbrannten Bereich entfernt – die Tragfähigkeit der Verbindung im Brandfall ist gewährleistet.**



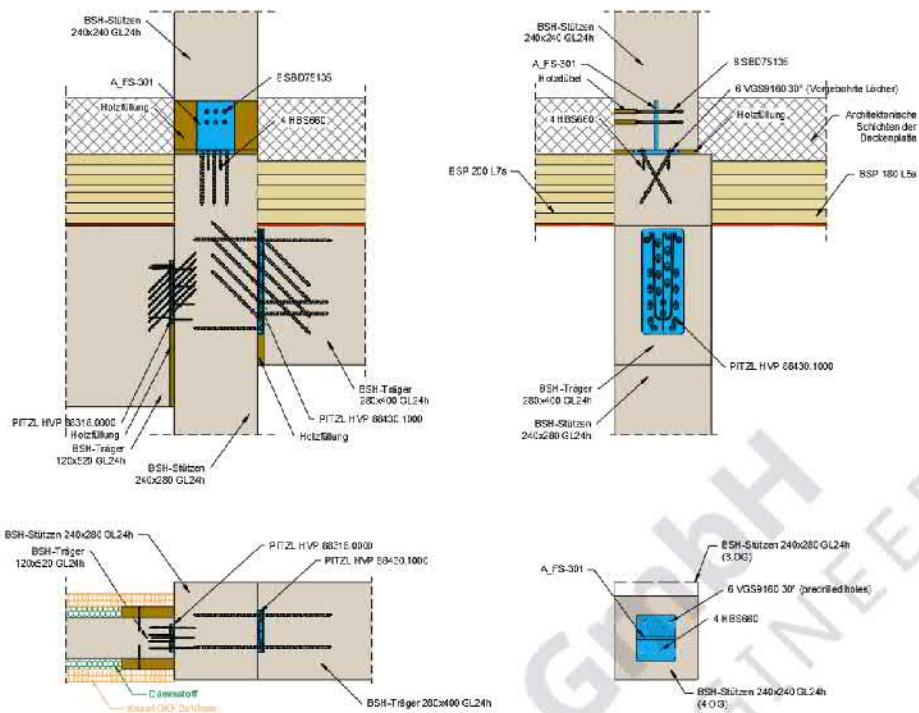
## 6.6. BSH Balken 240x400 zu BSH Stützen 240x280

Die Verbindung zwischen BSH Balken 240x400 und BSH Stützen 240x280 ist eine Holz-Holz-Verbindung, die sich am Auflager des Fassadenbalkens befindet.

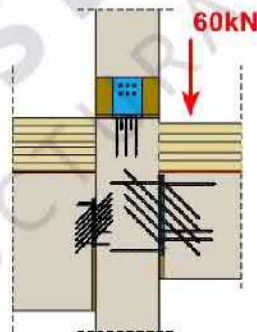
Die maximalen Kräfte, die auf die Verbindung wirken, sind unten dargestellt:



Diese Holz-zu-Holz-Verbindung besteht aus einer 240x400 GL24h Balken und einer 240x280 GL24h Stütze. Die Verbindung zwischen diesen beiden Elementen wurde über den HPV-Verbinder 88430.1000 von Pitzl hergestellt. Das Verbindungsdetail ist in der untenstehenden Abbildung gezeigt.



Unten ist eine Verbindungszeichnung mit den aus der Strukturanalyse berechneten Designkräften dargestellt. Die präsentierten Lasten gelten für die Kombination 1.35G+1.5Q gemäß DIN EN 1990.



### Nachweis

Die Tragfähigkeit der Verbindung wurde basierend auf dem Katalog des Herstellers Pitzl nachgewiesen, der HVP-Verbinder produziert. Die Tragfähigkeitstabelle für den HVP 88430.1000-Verbinder, der für die Verbindung verwendet wurde, ist unten dargestellt.

# HVP Verbinder 88430.1000

## Statische Werte

Effektive Gewindelänge ( $l_{ef}$ )		Mindestquerschnitt (mm)		Charakteristische Tragfähigkeit $R_k$ (kN)							
Schrauben	$l_{ef}$ (mm)	HT	NT	Vollholz C24 ( $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ )				Brettschichtholz GL24h ( $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ )			
				$F_{2,Rk}$	$F_{3,Rk}$	$F_{4,Rk}$	$F_{1,Rk}$	$F_{2,Rk}$	$F_{3,Rk}$	$F_{4,Rk}$	$F_{1,Rk}$
$\phi 8,0 \times 160$	150	160 x 320	140 x 320	93,19	36,40	38,73	48,32	99,53	36,40	40,35	51,61
$\phi 8,0 \times 180$	170	180 x 350	140 x 350	104,30			54,09	111,40			57,76
$\phi 8,0 \times 200$	190	200 x 380	140 x 380	115,29			59,78	123,12			60,00

Der Nachweis der Tragfähigkeit wurde durchgeführt, indem die Tragfähigkeit des Verbinders mit der auf ihn wirkenden Last verglichen wurde. Der Koeffizient für die Dauerbelastung beträgt 0.8.

$$F_{Ed} = 60 \text{ kN} < F_{Rd} = 0.8 \times \frac{123.12}{1.3} = 75.77 \text{ kN}$$

**Maximale Ausnutzung:  $0.79 \leq 1$  – GZT-Bemessung geprüft**

### Nachweis AFS (Brandsituation)

Der Nachweis der Tragfähigkeit der Verbindung zwischen Fassadenträgern und Stützen wurde gemäß der ETA-15/0187 geführt, die für die verwendeten HVP-Verbinder gilt. Gemäß der Europäischen Technischen Bewertung (ETA) muss der Verbinder einen ausreichenden Abstand zur Kantenlinie des Trägers aufweisen. Der erforderliche Abstand hängt von der Abbrandrate des Trägers ab, die für Brettschichtholz 0.7 mm/min beträgt. Dies entspricht den Vorgaben der DIN EN 1995-1-2:2010.

HVP CONNECTOR – STRUCTURAL DESIGN	
<b>Resistance to fire</b>	
If a fire resistance is required, the HVP connector plates shall be protected on all sides by a timber or wood-based panel of an additional thickness of a component for increased mechanical stress ability of a connection $a_{fi}$ depending on the fire resistance given with the Table B.3. It has to be considered that these values are valid up to a reduction factor in accordance to EN 1995-1-2 with	
$\eta = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}} \leq 0,60 \quad (\text{E.28})$	
<b>Table 8:</b> Minimum values for $a_{fi}$ depending on the required fire resistance	
Fire Resistance	Equation
R30	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 5)$
R60	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 12)$
R90	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 22)$
R120	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 32)$
Where:	
$a_{fi}$	Required thickness of the timber or wood-based panel protection
$\beta_n$	Design notional charring rate under standard fire exposure according to EN 1995-1-2
$t_{req}$	Required time of fire resistance in min, $t_{req} \leq 120$ min

Der Reduktionsfaktor, ausgedrückt durch die Kräfte, die auf die Verbindung im Brandfall und für die GZT-Belastungskombination wirken, beträgt:

$$\eta = \frac{35.8}{60} = 0.59 < 0.60$$

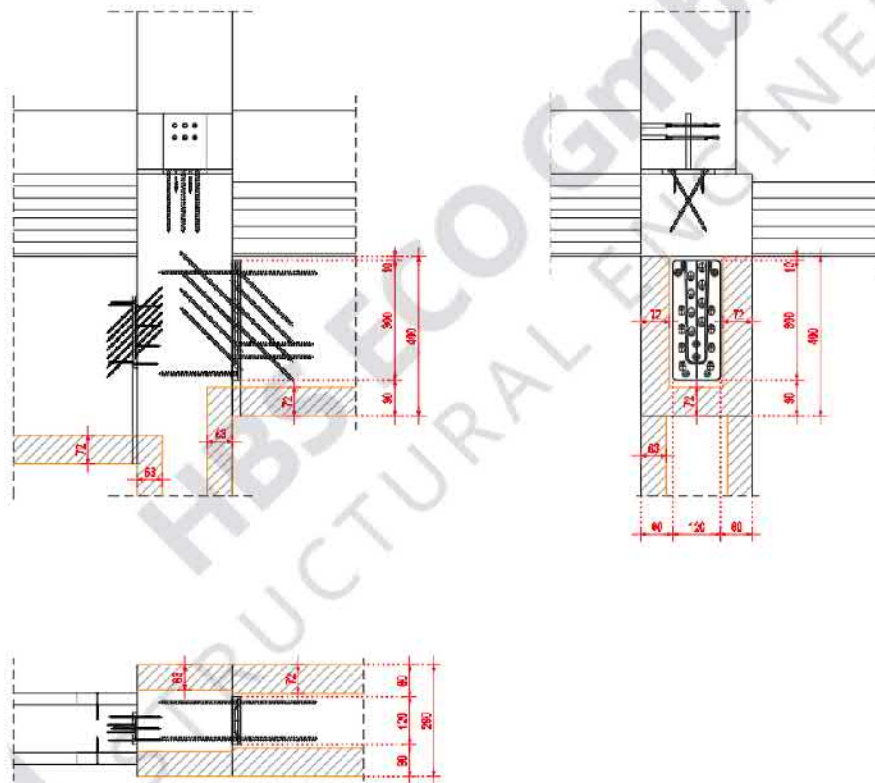
Der erforderliche Abstand des HVP-Verbinders vom Rand des Balkens, um die Tragfähigkeit bei Brand (R90) zu gewährleisten, beträgt:

$$a_{fi} = \beta_n \times 1.5 \times (t_{req} - 22) = 0.7 \times 1.5 \times (90 - 22) = 72 \text{ mm}$$

In der Abbildung ist die Dicke des abgebrannten Bereichs der Brett-schichtholz-Stütze dargestellt, die beträgt:

$$d_{char,n} = \beta_n \times t_{req} = 0.7 \times 90 = 63 \text{ mm}$$

Die Verbindung zwischen den Fassadenbalken und den Stützen ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt, mit dem gekennzeichneten verbrannten Bereich.



Die Verbindungselemente sind ausreichend vom verbrannten Bereich entfernt – die Tragfähigkeit der Verbindung im Brandfall ist gewährleistet.

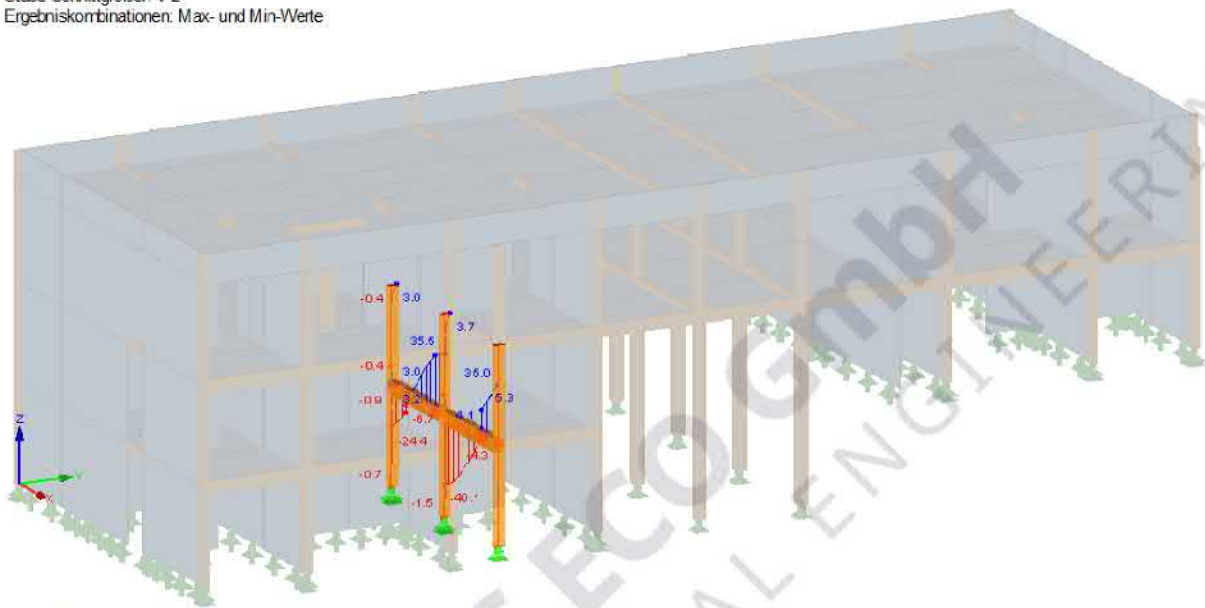
## 6.9. BSH Balken 280x400 zu BSH Stützen 260x280

Die Verbindung zwischen BSH Balken 280x400 und BSH Stützen 260x280 ist eine Holz-Holz-Verbindung, die sich am Auflager des Fassadenbalkens befindet.

Die maximalen Kräfte, die auf die Verbindung wirken, sind unten dargestellt:

EK11 : GZT (STR/GEO) - Ständig / Vorübergehend / Seismisch  
Stäbe Schnittgrößen V-z  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

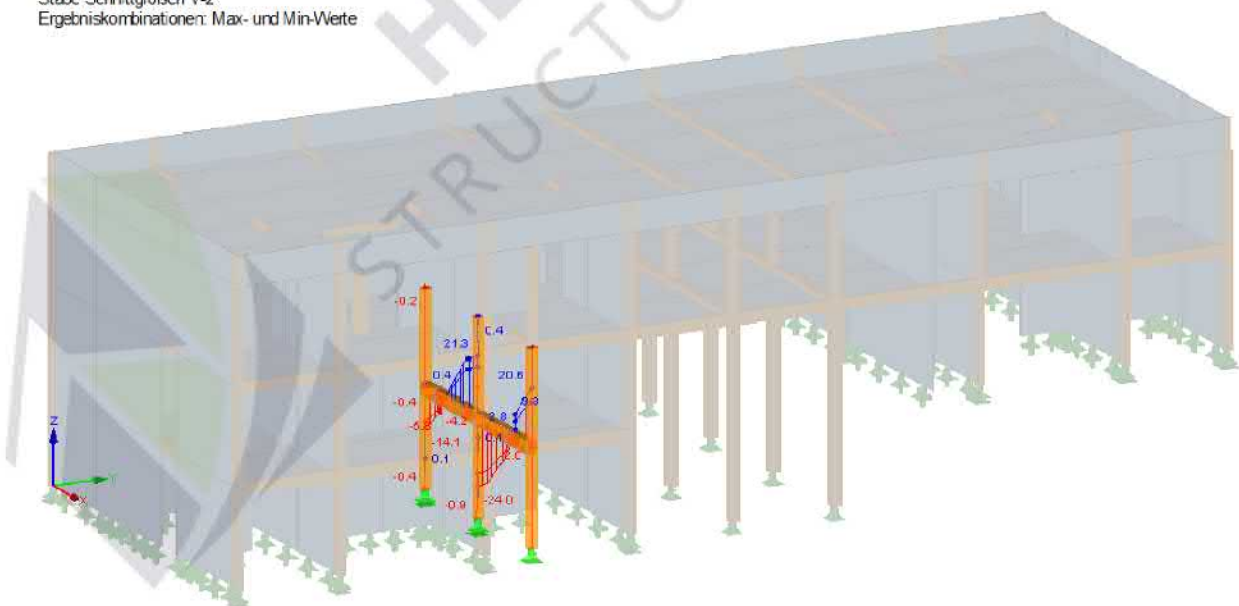
Isometrie



Stäbe Max V-z: 35.5, Min V-z: -40.1 [kN]

EK4 : GZT (STR/GEO) - Außergewöhnlich - psi-1,1 - Gl. 6.11c  
Stäbe Schnittgrößen V-z  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

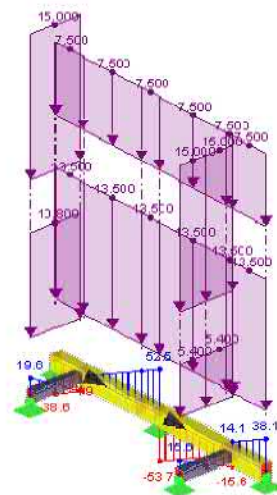


Stäbe Max V-z: 21.3, Min V-z: -24.0 [kN]

Dieser Träger wurde zusätzlich an einem isolierten Modell überprüft, bei dem die Lasten durch manuelle Berechnung ermittelt wurden. Die Ergebnisse wurden mit den Ergebnissen der FEM-Analyse verglichen, wobei die höheren Ergebnisse als maßgeblich angesehen wurden.

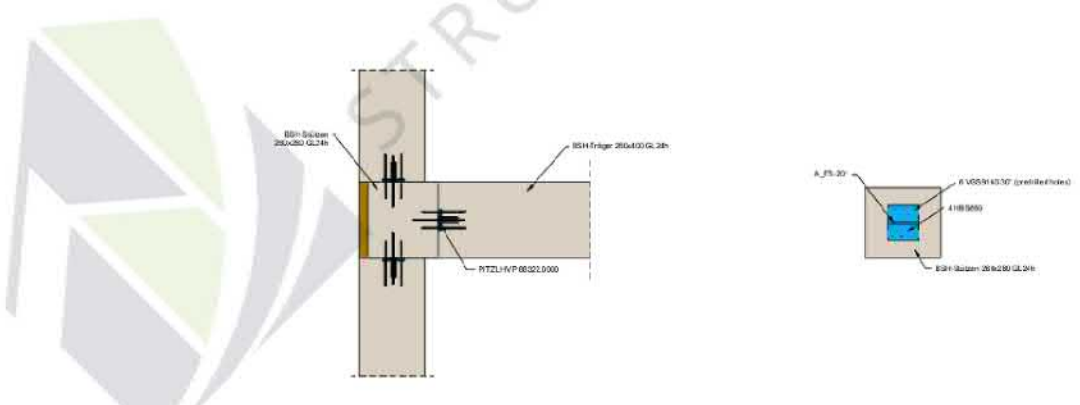
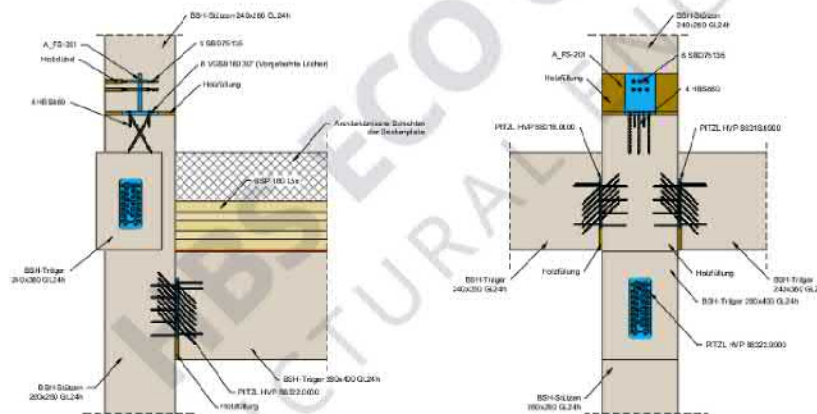
LK2 : 1.35\*LF1 + 1.5\*LF2  
 Belastung [kN/m]  
 Schnittgrößen V-z

Isometrie

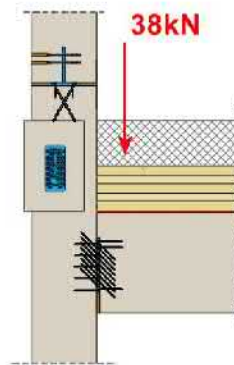


Max V-z: 52.5, Min V-z: -53.7 [kN]

Diese Holz-zu-Holz-Verbindung besteht aus einer 280x400 GL24h Balken und einer 260x280 GL24h Stütze. Die Verbindung zwischen diesen beiden Elementen wurde über den HPV-Verbinder 88322.0000 von Pitzl hergestellt. Das Verbindungsdetail ist in der untenstehenden Abbildung gezeigt.



Unten ist eine Verbindungszeichnung mit den aus der Strukturanalyse berechneten Designkräften dargestellt. Die präsentierten Lasten gelten für die Kombination 1.35G+1.5Q gemäß DIN EN 1990.



### Nachweis

Die Tragfähigkeit der Verbindung wurde basierend auf dem Katalog des Herstellers Pitzl nachgewiesen, der HVP-Verbinder produziert. Die Tragfähigkeitstabelle für den HVP 88322.0000-Verbinder, der für die Verbindung verwendet wurde, ist unten dargestellt.

## HVP Verbinder 88322.0000

### Statische Werte

Effektive Gewindelänge ( $l_{ef}$ )	Mindestquerschnitt (mm)	Charakteristische Tragfähigkeit $R_k$ (kN)									
		Vollholz C24 ( $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ )					Brettschichtholz GL24h ( $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ )				
Schrauben	$l_{ef}$ (mm)	HT	NT	$F_{2,Rk}$	$F_{3,Rk}$	$F_{4,Rk}$	$F_{1,Rk}$	$F_{2,Rk}$	$F_{3,Rk}$	$F_{4,Rk}$	$F_{1,Rk}$
$\emptyset 5,0 \times 60$	54	70 x 240	100 x 240	58,75	0,00	32,71	22,85	62,75	0,00	34,08	24,40
$\emptyset 5,0 \times 80$	74	90 x 270	100 x 270	78,01			30,34	83,32			32,40
$\emptyset 5,0 \times 100$	94	110 x 300	100 x 300	96,76			37,63	103,34			40,19

Der Nachweis der Tragfähigkeit wurde durchgeführt, indem die Tragfähigkeit des Verbinders mit der auf ihn wirkenden Last verglichen wurde. Der Koeffizient für die Dauerbelastung beträgt 0.8.

$$F_{Ed} = 38kN < F_{Rd} = 0.8 \times \frac{103.34}{1.3} = 63.59kN$$

**Maximale Ausnutzung:  $0.60 \leq 1$  – GZT-Bemessung geprüft**

## Nachweis AFS (Brandsituation)

Der Nachweis der Tragfähigkeit der Verbindung zwischen Fassadenträgern und Stützen wurde gemäß der ETA-15/0187 geführt, die für die verwendeten HVP-Verbinder gilt. Gemäß der Europäischen Technischen Bewertung (ETA) muss der Verbinder einen ausreichenden Abstand zur Kantenlinie des Trägers aufweisen. Der erforderliche Abstand hängt von der Abbrandrate des Trägers ab, die für Brettschichtholz 0.7 mm/min beträgt. Dies entspricht den Vorgaben der DIN EN 1995-1-2:2010.

Page 106 of 130 of European Technical Assessment no. ETA-15/0187, issued on 2023-11-28

HVP CONNECTOR – STRUCTURAL DESIGN	
<b>Resistance to fire</b>	
If a fire resistance is required, the HVP connector plates shall be protected on all sides by a timber or wood-based panel of an additional thickness of a component for increased mechanical stress ability of a connection $a_{fi}$ depending on the fire resistance given with the Table B.3. It has to be considered that these values are valid up to a reduction factor in accordance to EN 1995-1-2 with	
$\eta = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}} \leq 0,60 \quad (E.28)$	
<b>Table 8:</b> Minimum values for $a_{fi}$ depending on the required fire resistance	
Fire Resistance	Equation
R30	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 5)$
R60	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 12)$
R90	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 22)$
R120	$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - 32)$
Where:	
$a_{fi}$	Required thickness of the timber or wood-based panel protection
$\beta_n$	Design notional charring rate under standard fire exposure according to EN 1995-1-2
$t_{req}$	Required time of fire resistance in min, $t_{req} \leq 120$ min

Der Reduktionsfaktor, ausgedrückt durch die Kräfte, die auf die Verbindung im Brandfall und für die GZT-Belastungskombination wirken, beträgt:

$$\eta = \frac{20}{35} = 0.57 < 0.60$$

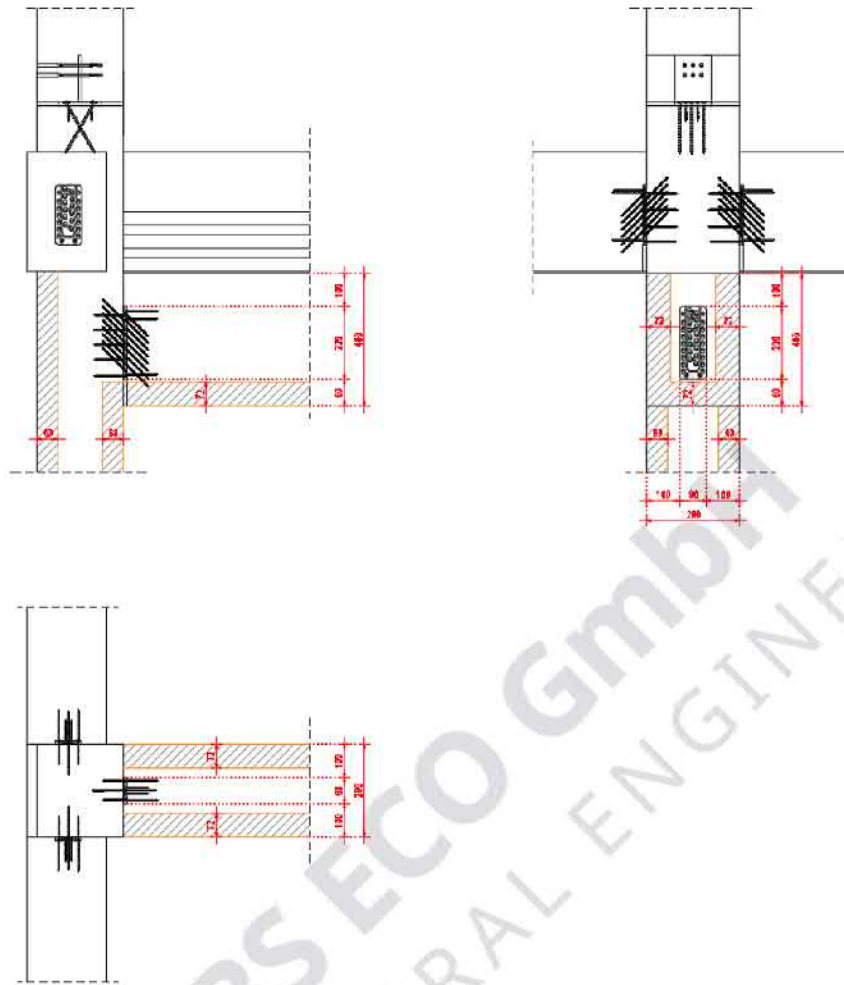
Der erforderliche Abstand des HVP-Verbinders vom Rand des Balkens, um die Tragfähigkeit bei Brand (R90) zu gewährleisten, beträgt:

$$a_{fi} = \beta_n \times 1.5 \times (t_{req} - 22) = 0.7 \times 1.5 \times (90 - 22) = 72 \text{ mm}$$

In der Abbildung ist die Dicke des abgebrannten Bereichs der Brettschichtholz-Stütze dargestellt, die beträgt:

$$d_{char,n} = \beta_n \times t_{req} = 0.7 \times 90 = 63 \text{ mm}$$

Die Verbindung zwischen den Fassadenbalken und den Stützen ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt, mit dem gekennzeichneten verbrannten Bereich.

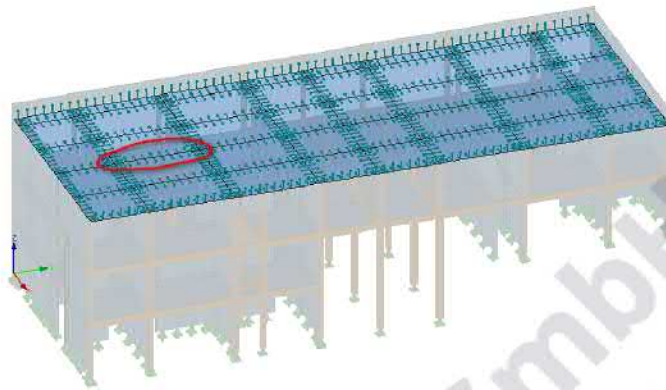


Die Verbindungselemente sind ausreichend vom verbrannten Bereich entfernt – die Tragfähigkeit der Verbindung im Brandfall ist gewährleistet.

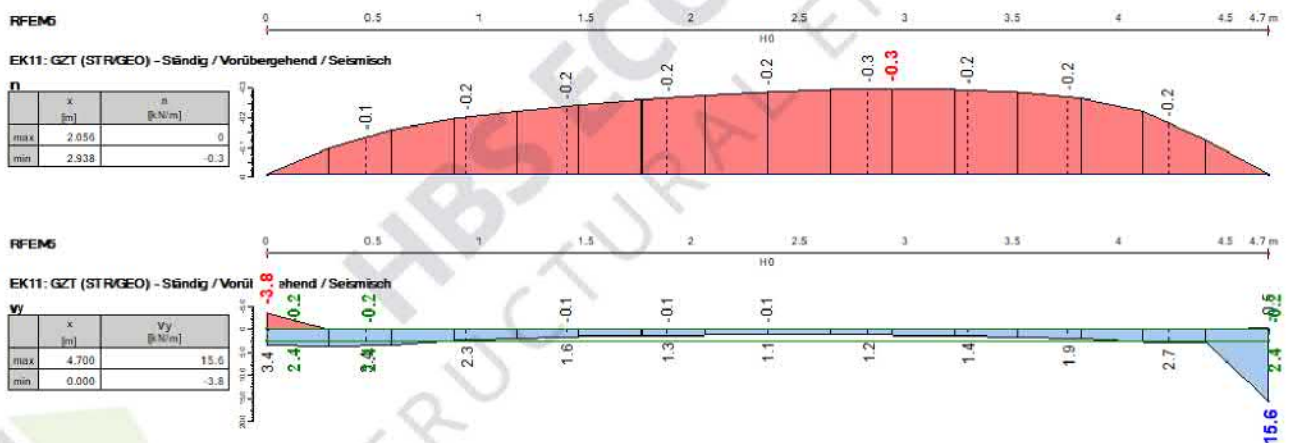


## 6.11. BSP- Deckenplatte zu BSP- Deckenplatte – Typ 1 (Dachplatte BSP 140 5s)

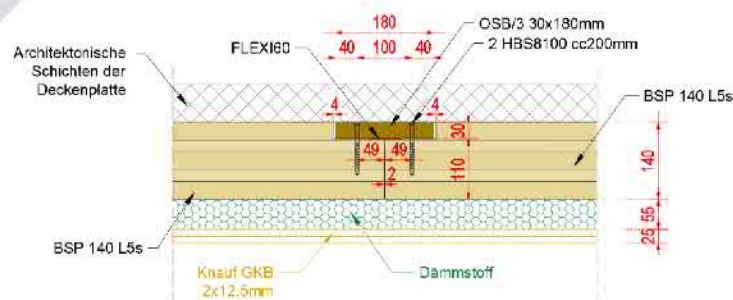
Die Dachplatte besteht aus BSP-Platten. Der Nachweis der Längsverbinding zwischen zwei BSP-Platten (Holz-Holz) ist dargestellt.



Unten sind die gesamten Einflüsse auf die Verbindung dargestellt. Die relevante Kombination von Einwirkungen ist: 1.35G+1.5W.



Diese Holz-zu-Holz-Verbindung besteht aus zwei BSP 140 Paneelen der Deckenplatte. Die Verbindung zwischen den Paneelen wurde über eine 30 mm dicke OSB/3-Platte und HBS8100-Schrauben, die mit einem Abstand von 200 mm zueinander montiert sind, hergestellt. Der Verbindungsdetail ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt.



## Nachweis

Die Überprüfung der Querkraftübertragung erfolgt anhand der vom Hersteller definierten Tragfähigkeit einer Schraube, wie in der untenstehenden Tabelle gezeigt.

Geometrie				BSP - BSP lateral face	BSP - BSP lateral face - narrow face	Platte - BSP lateral face	BSP - Platte - BSP lateral face			
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]	$S_{PAN}$ [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$S_{PAN}$ [mm]	t [mm]	$R_{V,k}$ [kN]
6	60	30	≥ 30	1,63	-		1,62		20	2,67
	70-80	40	≥ 30	1,74	-		1,62		≥ 25	2,67
	90-100	50	≥ 40	1,97	-	18	1,62	18	≥ 35	2,67
	110-130	60	≥ 50	1,97	-		1,62		≥ 45	2,67
	140-400	75	≥ 65	1,97	-		1,62		≥ 60	2,67
8	80-100	52	≥ 28	2,42	1,84		2,55		≥ 25	3,64
	120-140	60	≥ 60	3,11	2,26		2,55		≥ 45	3,64
	160-280	80	≥ 80	3,11	2,58	22	2,55	22	≥ 65	3,64
	300-600	100	≥ 200	3,11	2,58		2,55		≥ 135	3,64

Der Nachweis der Tragfähigkeit wurde durchgeführt, indem die Tragfähigkeit der Verbindung mit der auf sie wirkenden Last verglichen wurde. Der Koeffizient für die Dauerbelastung beträgt 1.0.

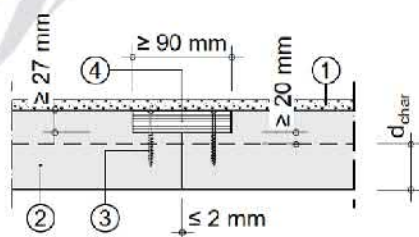
$$F_{Ed} = 0.2 \times \sqrt{0.3^2 + 3^2} = 0.6kN < F_{Rd} = 1.0 \times \frac{2.55}{1.3} = 1.96kN$$

**Maximale Ausnutzung:  $0.31 \leq 1$  – GZT-Bemessung geprüft**

## Nachweis ACC (Brandsituation)

Der Nachweis der Tragfähigkeit der Verbindung zwischen den beiden BSP-Paneelen wurde gemäß der MholzBauRL 2024 durchgeführt. Ein Auszug aus diesem Standard ist unten dargestellt. Laut diesem Standard muss die OSB-Platte, die die Paneele verbindet, mindestens 27 mm dick sein. Darüber hinaus muss die verbleibende Schicht des BSP unter der OSB-Platte mindestens 20 mm betragen.

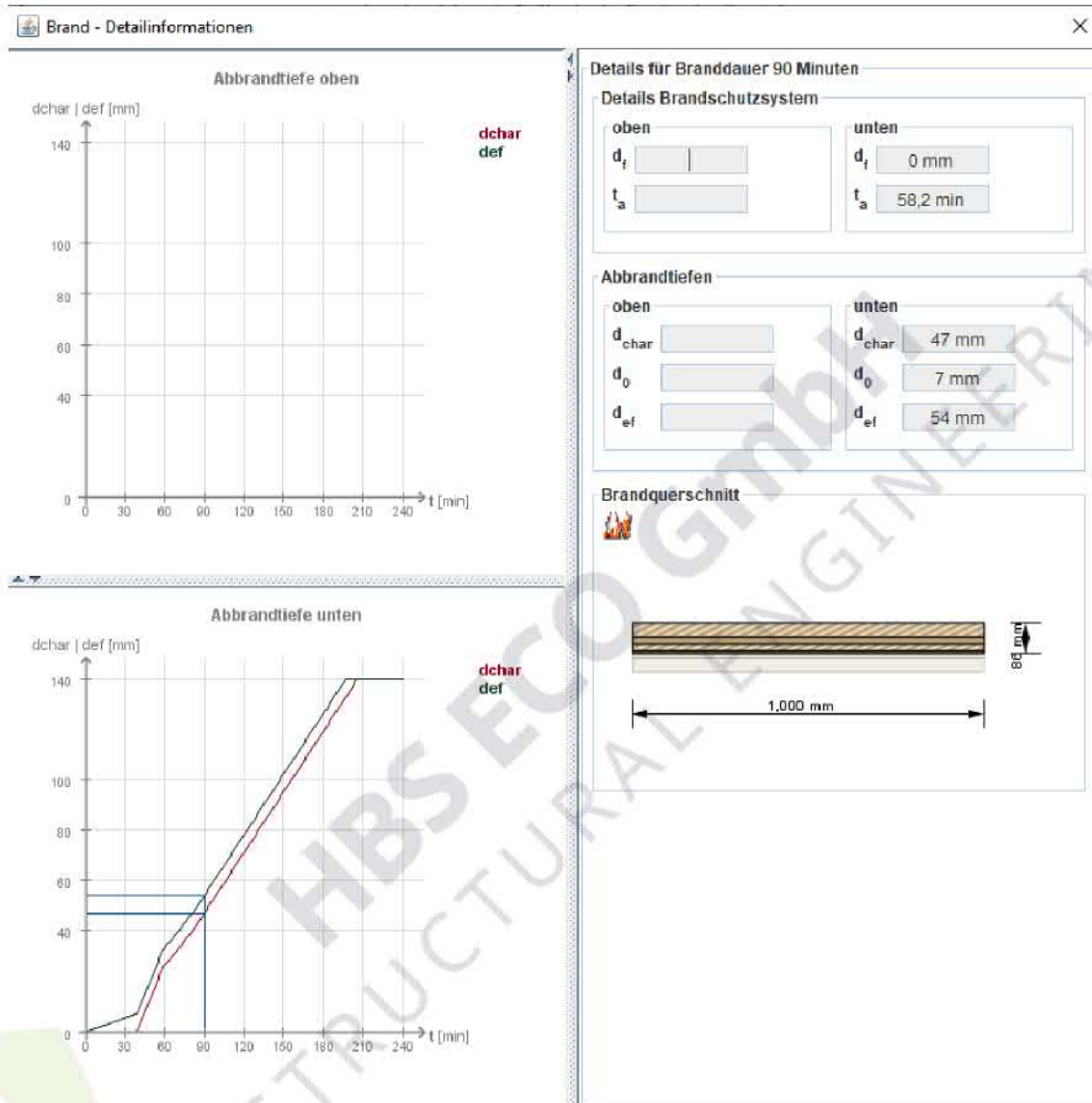
- b) Verbindungen mit Stufenfalz, mit Nut-Feder, mit eingelegter Feder (Dicke mindestens 27 mm) oder mit beidseitig angeordnetem Deckbrett (Dicke mindestens 27 mm); die Überdeckung des Deckbrettes, der Fremdfeder oder des Fugenversatzes durch das verbleibende Restholz muss nach Abbrand (Bemessungswert der Abbrandtiefe nach DIN EN 1995-1-2:2010-12) mindestens 20 mm betragen (Prinzipskizze A3.3 bis Prinzipskizze A3.5).



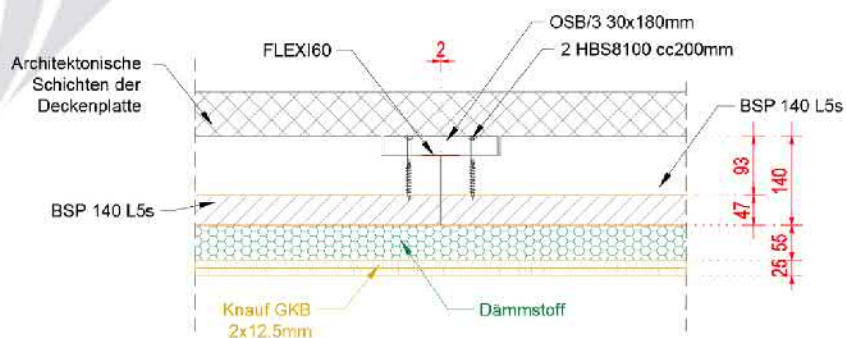
- 1 Brandschutzbekleidung nach Abschnitt 4.2 bzw. 4.3 oder Fußbodenaufbau nach Anhang 2, Tabelle A2.1  
 2 Massivholzelement  
 3 Verbindungsmittel  
 4 Deckbrett

$d_{char}$  Bemessungswert der Abbrandtiefe nach DIN EN 1995-1-2:2010-12

Die Berechnung im CLTDesigner ergibt, dass die verkohlte Schicht des BSP 140 Panels, das mit einer GKB-Platte von 2x12.5 mm Dicke geschützt ist, 47 mm beträgt. Die Berechnungsergebnisse sind in der untenstehenden Abbildung dargestellt.



Die Verbindung der beiden BSP-Paneele ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt, mit dem gekennzeichneten verbrannten Bereich.



Alle in der MholzBauRL 2024 geforderten Mindestmaße wurden eingehalten – die Tragfähigkeit der Verbindung im Brandfall ist gewährleistet.